

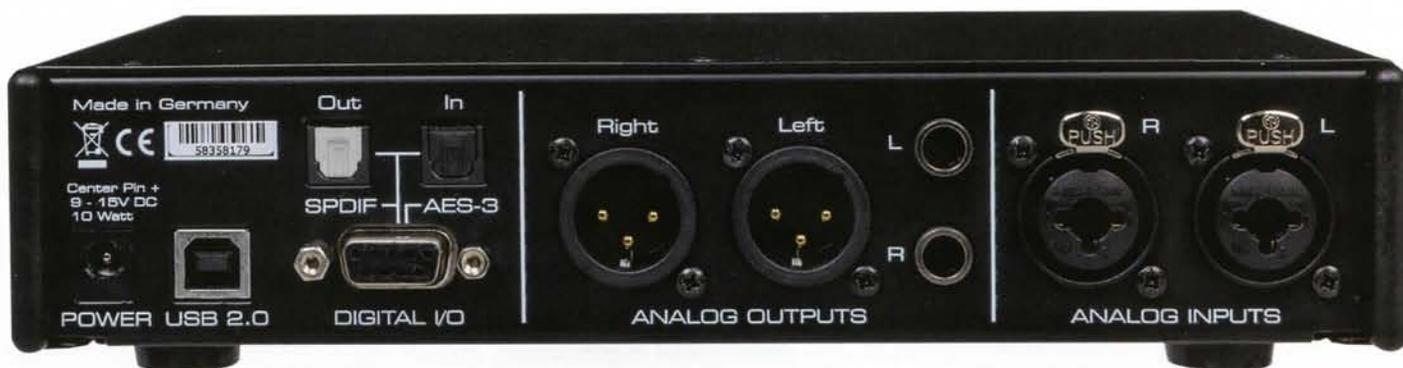


FRIEDEMANN KOOTZ, FOTOS: FRIEDEMANN KOOTZ

# KOMPAKTWANDLER

RME ADI-2 PRO ZWEIKANALIGER A/D-D/A-WANDLER UND KOPFHÖRERVERSTÄRKER

Die Firma RME hat in diesem Jahr ihr 20. Jubiläum gefeiert. Sicher auch aus diesem Anlass heraus hat sich das Team um Chefentwickler Matthias Carstens einem besonderen Projekt zugewandt und ihren zweikanaligen A/D- und D/A-Wandler ADI-2 mit der nun lieferbaren Variante als ADI-2 Pro grundlegend neu aufgesetzt. Die beiden Geräten haben technisch nichts gemeinsam, ähneln sich äußerlich nur in Namen, Gehäuseformat und Kanalzahl. Unter der Haube verbirgt sich eine Art Technologieträger, den RME als eigene Referenz betrachtet. Sozusagen als Statement ‚hier stehen wir nach 20 Jahren‘. Dabei möchte sich RME mit dem ADI-2 Pro parallel zu den Studioanwendern noch das Türchen in die Hi-Fi-Welt öffnen, in der man zusätzlich zum Klang auch mit günstigem Preis und audiophilen Schmankerln glänzen möchte. Ob dieser Versuch gelingt, werden natürlich die Hi-Fi-Kunden entscheiden. Erfahrungsgemäß werden derlei Entwicklungen aus unserer Szene jedoch genau beobachtet und finden irgendwann ihren Weg in die entsprechenden Diskussionen. Wir werfen einen ausführlichen Blick auf das Gerät, bleiben dabei aber weitestgehend auf dem Boden der Studioteknik.



Nun war das Vorgängermodell am Markt sicher recht erfolgreich, einen besonderen Ruf für seinen Klang konnte es sich jedoch nie so richtig erarbeiten. Es wurde als solides Arbeitstier betrachtet, dass es sicher auch war. Insofern ist die Entscheidung, den alten Namen zu übernehmen und um die Endung ‚Pro‘ zu ergänzen vielleicht sogar ein kleines Hindernis. Oder besser, eine noch größere Herausforderung sich definitiv auf der Klangebene zu beweisen. Und, soviel sei schon verraten, das wird RME definitiv gelingen. Nach Aussage des Herstellers werden im ADI-2 Pro besonders hochwertige Komponenten verwendet. Frei nach dem Motto ‚Geld spielt keine Rolle‘, wobei das Ganze am Ende dann doch wieder recht bezahlbar bleibt. RME kann eben doch nicht aus seiner Haut.

## Überblick Hardware

Das Gerät stellt in erster Linie die drei großen Komponenten Analog-Digital-Umsetzer (A/D), Digital-Analog-Umsetzer (D/A) und Kopfhörerverstärker bereit. Damit ist jedoch viel zu kurz gegriffen, denn diesen drei Funktionen steht ein umfangreiches Arsenal an Zusatzfunktionalität zur Seite. Die analogen Ein- und Ausgänge sind symmetrisch auf XLR-Armaturen ausgeführt. Bei den Eingängen kommt eine Kombibuchse zum Einsatz, die auch den Anschluss per Klinkestecker ermöglicht. Die Ausgänge liegen parallel an separaten

Klinkebuchsen an (unsymmetrisch). Sie können gleichzeitig genutzt, aber immer nur mit demselben Quellsignal versorgt werden. Über eine Kabelauflösung von einer D-Sub-9-Pin-Buchse stehen sowohl AES3-, als auch S/PDIF-Anschlüsse zur Verfügung. Ein Pärchen optischer Anschlüsse für TOSLink (S/PDIF) und ADAT (daraus nur die Kanäle 1 und 2) und die USB-B-Buchse (Version 2.0) runden die Datenverbindungen ab. Die Stromversorgung erfolgt über ein Steckernetzteil mit abgesetzter Zuleitung, was in der Praxis deutlich angenehmer ist als eine klassische ‚Wandwarze‘, bei der immer auch gleich die benachbarten Plätze in der Steckdosenleiste blockiert sind. Der Nieder-volt-Hohlstecker kann durch Drehen in der Buchse verriegelt werden. Alternativ lässt sich hier ein anderes Netzteil oder eine Batterieversorgung anschließen. Auf der Frontseite finden sich ein Ein-Aus-Taster, zwei Kopfhörerbuchsen, auf die später genauer eingegangen wird und eine farblich abgesetzte Displaysektion. Das farbige TFT-Display vom Typ IPS (In-Plane-Switching) ist groß und übersichtlich und lässt sich aus jedem Betrachtungswinkel gut ablesen. Zur Bedienung stehen vier beschriftete Funktionstasten und drei Drehgeber mit Druckfunktion zur Verfügung.

## Kopfhörerverstärker

Zentrales Element des ADI-2 Pro sind die gänzlich neu entwickelten Kopfhö-

rerverstärker. Der Hersteller nennt das Konzept ‚Extreme Power‘ und berichtet in der Betriebsanleitung recht ausführlich und mit legitimem Stolz über die Vorteile und Leistungsmerkmale. Kern des Systems sind zwei Ausgangstreiber, die im Bedarfsfall auch gemeinsam genutzt werden können, um symmetrisch beschaltete Kopfhörer zu versorgen. In dieser Betriebsart verhält sich der gesamte analoge Signalweg, inklusive des Ausgangs des Wandlerchips, symmetrisch. Dies resultiert direkt in einer geringeren Auslastung der Treiber, denn bei gleicher Lautstärke müssen beide Seiten 6 dB weniger Pegel bereitstellen. Zusätzlich steigt der Dynamikumfang, denn das unkorrelierte Rauschen summiert sich nur zu 3 dB. Die einzelnen Ausgangsstufen sind darauf ausgelegt, auch geringe Impedanzen bis hinab zu 16 Ohm oder sogar weniger zuverlässig, verzerrungsarm und klanglich einwandfrei auch bei hohen Lautstärken zu treiben. Eine Strombegrenzung verhindert die Beschädigung bei Kombinationen aus zu geringer Last und zu hohen Pegeln. Die Kontakte der beiden Klinkebuchsen sind mit zusätzlichen Sensoren ausgestattet, die das Stecken und Abziehen des Kopfhörers erkennen und daraus Systemfunktionen ableiten können. Dies sind zum Beispiel Warnmeldungen, wenn der Pegel sehr hoch eingestellt ist, aber auch direkte Audio-Funktionen wie das langsame Einblenden des Signals beim Einstecken des Hörers. Letzteres ist nützlich, da-

mit der Anwender den Kopfhörer noch schnell von den Ohren nehmen kann, wenn er zu laut aufgedreht ist. Die Sensoren werden aber auch als Schalter genutzt. Beispielsweise muss nach einer Überlastauslösung der Stecker gezogen und nach einem Augenblick wieder eingesteckt werden. Die Verstärker der beiden Anschlüsse PH 1/2 und PH 3/4 sind funktional identisch, unterscheiden sich jedoch in der Quellbeschaltung. Während PH 3/4 eine eigene Senke darstellt, die auch von einem separaten Eingang versorgt werden kann, spiegelt PH 1/2 immer das Signal, welches am analogen Hauptausgang anliegt. Für die meisten Anwendungen ist dies jedoch kein Problem, denn natürlich können

auch hier individuelle Einstellungen vorgenommen werden. Viele Anwender werden ohnehin alle drei Ausgänge mit demselben Signal nutzen. Wird nur ein Kopfhörer genutzt und dieser in PH 1/2 gesteckt, weist das System darauf hin, dass man lieber PH 3/4 nutzen sollte oder im Setup die Option für zwei Kopfhörer aktivieren muss. Sehr praktisch!

## Überblick Software und Funktionen

Die Anbindung an den Computer erfolgt über eine USB 2.0 Schnittstelle. Für die wenigen Kanäle ist dies völlig ausreichend, beweist RME doch immer wieder wie viele Kanäle sie durch

diesen ‚Schlauch‘ bei niedriger Latenz hindurch übertragen können. RME bietet für Windows ASIO- und WDM/WASAPI-Treiber an, auf dem Mac können die nativen MacOS Standardtreiber genutzt werden. Der ASIO-Treiber basiert nach Aussage des Herstellers auf dem der MADiface-Serie; man kann hier also die gleiche Performance bei niedrigen Latenzen erwarten. Darüber hinaus ist das Gerät auch Class Compliant und damit direkt an iOS-Geräten einsatzbereit. Für die digitale Signalverarbeitung wurde ein DSP von Texas Instruments integriert. Die dort gerechneten Funktionen sind sowohl für den Einsatz als Abhörwandler, als auch zur Kanalwandlung im Produktionsbetrieb (beispielsweise



Abbildung 1: Analyzer und Peak-Meter für den gewählten Ein- oder Ausgang

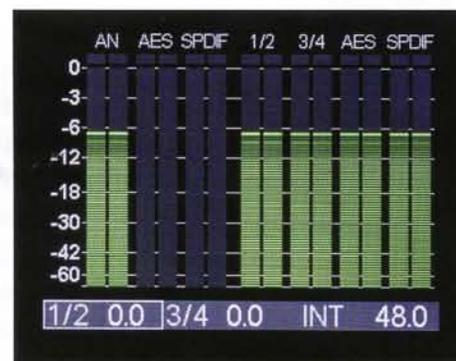


Abbildung 2: Auf der Pegelübersichtsseite können alle Ein- und Ausgänge (außer USB) überwacht werden



Abbildung 3: Diese Ansicht liefert die wichtigsten Informationen über die Pegel, Filter und Pegelanpassungen der Ausgänge



## IRON Mastering Compressor



[iron.spl.info](http://iron.spl.info)

## PQ Mastering Equalizer



[pq.spl.info](http://pq.spl.info)





eine Analogkette im Mastering) gedacht. Darüber hinaus hat der Hersteller Funktionen integriert, die einfach zum Experimentieren einladen und zum Teil auch für RME selbst praktische Werkzeuge in der eigenen Entwicklungsabteilung darstellen. Sämtliche Funktionen außerhalb der reinen Wandlung werden in der digitalen Domäne realisiert. Es gibt zum Beispiel auch keine analoge Instanz, mit der der Pegel gestellt werden könnte. Dies hat viele Vorteile, aber auch kleine Nachteile, wie wir im Abschnitt DSD noch sehen werden. Die meisten Funktionen stehen bei allen PCM-Abtastraten, bis hinauf zu 768 kHz (dann allerdings auch nicht mehr alle), zur Verfügung, aber im DSD-Modus muss auf sie verzichtet werden. Bleibt man im PCM-Betrieb, kann der Klang der Wandler durch die Umschaltung zwischen zwei verschiedenen Anti-Aliasing-Filtern auf der A/D-Seite (siehe Messtechnik) und sogar fünf Rekonstruktionsfiltern am D/A-Wandler variiert werden. Alle Typen bieten dabei eigene Vor- und Nachteile. Der Anwender müsste daraus für die Parameter Flankensteilheit, Gesamlatenz, Welligkeit im Durchlassbereich und Frequenz-

gang den jeweils besten Kompromiss finden – kann jedoch auch einfach hinhören, welches Filter seinen klanglichen Präferenzen am nächsten kommt. Für technische Anwender ist die Umschaltung extrem lukrativ, denn mit den Filtern lassen sich sehr gut verschiedene Anforderungen optimieren. So würde im Aufnahmebetrieb wohl immer ein latenzarmes Filter gewählt, während dieses Kriterium beim Mastering, in der Postproduktion und auch beim Hi-Fi-Genuss kaum eine Rolle spielt.

## Filter, Loudness und Equalizer

Es stehen drei eigenständige Instanzen zur klanglichen Beeinflussung des Signals zur Verfügung. Zunächst können der Hauptausgang und die Kopfhörerausgänge unabhängig voneinander mit je einem einfachen Kuhschwanzfilter (Shelving-Filter) für die Tiefen und Höhen angepasst werden. Diese Funktion ist zum Beispiel sinnvoll um klangliche Unterschiede in Aufnahmen spontan zu kompensieren, oder eine geschmackliche Anpassung vorzunehmen. Der maximale Eingriff ist pro Filter auf +/-6 dB begrenzt. Möchte man präzisere Eingriffe vornehmen, beispielsweise zur Raum- oder Lautsprecherkorrektur, so kann auf einen vollparametrischen (mit Zugriff auf Frequenz, Güte und Verstärkung/Dämpfung) Fünfband-Equalizer zurückgegriffen werden. Das System hält davon sechs Mono-Instanzen bereit, die in den beiden Eingangs-, sowie den vier Ausgangskanälen angesiedelt sind. Sie lassen sich zu Stereo verkoppelt nutzen, können aber eben auch kanalweise eingestellt werden, so dass unterschiedliche Entzerrungen in beiden Stereokanälen möglich sind. Alle fünf Bänder können bis 20 kHz durchgestimmt werden, weisen jedoch unterschiedliche untere Grenzfrequenzen auf (20 Hz, 20 Hz, 150 Hz, 200 Hz, 200 Hz). Die grafische Realisierung ist dabei gut gelungen, denn jedes Band weist einen farbigen Abschnitt auf der Frequenzgangkurve auf. Der kleine Regenbogen zeigt mit seinen Farben also immer die Reihenfolge der Bänder, während die Parameter des gewählten Bandes ebenfalls mit der entsprechenden Farbe markiert sind. Das ist sehr übersichtlich, trotz der kleinen Anzeige. Die Bänder 2, 3 und 4 können nur als Glockenfilter arbeiten, während die Bänder 1 und 5 die drei Kurvenarten Glocke (Peak), Kuhschwanz (Shelving) und resonanzfähiges Hoch-, beziehungsweise Tiefpassfilter anbieten. Die dritte Filterfunktion im ADI-2 Pro ist das Loudness-Filter. Es basiert psychoakustisch auf den Normkurven gleiche Lautstärke und kompensiert die sinkende Empfindlichkeit des Gehörsinns gegenüber tiefen und hohen Frequenzen bei geringen Lautstärken. Eine nicht sonderlich erfolgreiche Version solch einer Kompensation versteckt sich hinter der Loudness-Taste an vielen Hi-Fi-Verstärkern. RME geht hier natürlich etwas raffinierter heran und erlaubt dem Anwender einzustellen, wie stark die maxi-

male Anhebung, unabhängig für Bässe und Höhen, sein soll und bei welcher Lautstärke sie erreicht wird. Man stellt also auf den kleinsten Pegel, mit dem man typischerweise hört und setzt hier den Referenzpunkt. Dreht man nun die Lautstärke auf, so wird die Filterung über einen Bereich von 20 dB immer weiter zurückgenommen. Werte, die oberhalb von 20 dB über der Referenz liegen, sind also nicht mehr gefiltert. Ein kleiner Aufwand mit großem Effekt, denn so funktioniert die ‚Loudness-Taste‘ endlich.

Bei jeder Filterung muss man immer im Auge behalten, dass der zur Verfügung stehende Headroom dadurch reduziert wird. Hebt man beispielsweise die Bässe an, muss man daran denken, den Ausgangspegel entsprechend manuell zu reduzieren. Vor allem, wenn der Wandler eine Signalkette zur Bearbeitung versorgt, also unter Vollpegel arbeitet. Was für den erfahrenen Studioanwender logisch ist, kann beim normalen Hörer ein Stolperstein sein, wobei hier wohl in den meisten Fällen der Pegel ohnehin reduziert wird. Eine gute Hilfe bei der Pegelanpassung ist das eingebaute Metering.

## Metering

Um den Platz auf dem kleinen Display optimal auszunutzen, wird das Pegelinstrument für die Ausgänge liegend angezeigt. Es bietet einen guten Überblick über die Aussteuerung und kann zum Beispiel bei der Erkennung von Übersteuerungen durch Filtereingriffe gut helfen, denn es liegt hinter dem Pegelsteller. Die Anzeige weist für die beiden Kopfhörerausgänge noch eine Besonderheit auf. Wenn die Last am Ausgang unter 32 Ohm liegt, sinkt der maximale Ausgangspegel der Verstärker. In diesem Fall skaliert sich die Pegelanzeige automatisch um und setzt den roten Übersteuerungsbereich wieder an die richtige Position. Neben den beiden Instrumenten findet sich hier eine Spitzenpegelanzeige als gehaltener Zahlenwert. Es handelt sich hierbei um Sample-Peak-basierte Anzeigen, eine Interpolation etwaiger Inter-Sample-Peaks (True Peak) findet hier nicht statt. Bei Abtaststraten oberhalb von 48 kHz wird die Anzeige auf 40 kHz Audiobandbreite begrenzt. Über dem Pegelinstrument befindet sich ein Spectrumanalyzer mit einer Auflösung von 30 Bändern über den Frequenzbereich von 0 Hz bis 20 kHz. Dieser basiert auf der gleichen Technologie wie das hauseigene Metering-Tool Digicheck und arbeitet mit einer Filterbank, anstelle der heutzutage meistens genutzten FFT. Dies hat verschiedene Vorteile. Zum einen ergibt sich direkt eine gehörrichtige Energieverteilung über die Bänder, zum anderen kann bei vergleichsweise geringer Systemlast und Latenz eine hochauflösende Analyse angeboten werden. Die



noch größere Auflösung einer FFT könnte im kleinen Display ohnehin nicht abgebildet werden. Obwohl es keine Konfigurationsmöglichkeiten gibt, fühlt man sich als Anwender mit Digicheck-Erfahrung sofort gut informiert. Es steht je ein Analyzer für den Haupt- und Kopfhörerausgang, sowie den Analogeingang zur Verfügung. Darüber hinaus gibt es zwei weitere Seiten mit Signalinformationen. Auf einer globalen Pegelübersicht können die Pegel der beiden analogen und digitalen Ausgänge (AES und S/PDIF), sowie der analogen, des AES3- und S/PDIF-Eingangs überwacht werden. Die USB-Quelle fällt hier raus, kann also nur indirekt über den Ausgang betrachtet werden. Eine State Overview-Seite liefert Informationen über die anliegenden Signale, Abtaststraten, Statusdaten, den Abtaststratenwandler und die aktuelle Taktquelle.

## Präzisionswerkzeuge



Magnetostatische  
Mikrofone



Magnetostatische  
Kopfhörer



## DSD und DoP

Vor vielen Jahren als Basis für die Super Audio CD (SACD) von Sony eingeführt und dabei grandios gescheitert ist das Format DSD (Direct Stream Digital). Was auch immer man von der Technologie als solcher halten möchte, sie hat als digitales Endkundenformat ohne Datenträger in den letzten Jahren eine kleine Renaissance erlebt. Dementsprechend sind inzwischen viele hochklassige Wandler wieder mit DSD-Fähigkeit ausgestattet. So auch der ADI-2 Pro. DSD ist jedoch nicht gleich DSD, denn auch hier gibt es verschiedene Versionen. Die beiden am weitesten verbreiteten sind DSD64 mit rund 2,8 MHz Abtastrate (64x 44,1 kHz) und DSD128 mit rund 5,6 MHz. Darüber hinaus gibt es zum Beispiel noch DSD256 und die entsprechenden Vielfachen zu 48 kHz, jedoch nur selten anzutreffen. Die Zuführung des Signals erfolgt dabei nicht mehr wie früher über die seltene SDIF-2 Schnittstelle, sondern als sogenanntes DSD over PCM, kurz DoP. Die Daten werden nicht umgewandelt, wie etwa bei DXD, sondern lediglich zur Übertragung in Pakete gepackt. Dabei werden die einzelnen Bits des DSD-Bitstroms in jedem PCM-Sample abgelegt. Konkret werden hier die untersten 16 der zur Verfügung stehenden 24 Bits genutzt, während die oberen acht einen Header zur Identifikation enthalten. Bei 192 kHz Abtastrate ergeben sich also über 3 Millionen Bits pro Sekunde und Kanal, in die das DSD64-Signal mit seinen 2,8 Millionen Bits pro Sekunde und Kanal gut herein passt. Zur Übertragung von DSD128 nutzt DoP das 384 kHz PCM-Format, um die doppelte Datenkapazität bereit zu stellen. Die Übertragung kann prinzipiell über S/PDIF, AES3 oder USB erfolgen. Dabei muss das sendende Gerät natürlich DoP unterstützen und auch die Schnittstellen haben hier Einschränkungen bei der Abtastrate. Ist es ein Windows-Computer, so gibt es hier außerdem eine WDM-Treiberbeschränkung auf 384 kHz. Möchte man noch mehr, muss man sich mit ASIO helfen. RME sieht in DSD scheinbar Potential, denn es wurde uns bereits mitgeteilt, dass es ab dem Frühjahr 2017 native DSD-Unterstützung für ASIO geben wird, bei der DoP nicht mehr notwendig ist. Dabei hat DSD durchaus einige Nachteile. Einer liegt darin, dass es sich nicht von normalen Digitalsystemen bearbeiten lässt. Dies schließt einfachste Prozesse wie die Lautstärke ein. Da der ADI-2 Pro die Lautstärke jedoch auf der digitalen Ebene stellt, muss auch hier eine DSD zu PCM-Umwandlung vorgenommen werden. Den Hörer erreicht also kein ‚echtes‘ DSD. Allerdings bietet der Wandler einen DSD Direct-Modus, in dem das DSD-Signal ohne vorherige PCM-Konvertierung und daher auch ohne Lautstärkeanpassung gewandelt wird. Solch ein ‚PCM-Bypass‘ wird nur von sehr wenigen Wandlerchips angeboten, denn die meisten Chips bieten eine digitale Pegelanpassung und konvertieren daher ‚heimlich‘ und immer zunächst zu PCM. Im DSD Direct-Modus muss der Anwender zum Beispiel einen analogen Pegelsteller hinter den

ADI-2 Pro schalten. Der Kopfhörerausgang 3/4 bleibt auch bei DSD Direct nutzbar, denn hier liegt immer das zu PCM gewandelte Signal an, welches ja vom DSP kontrolliert werden kann. Wir haben ADI-2 Pro mit einigem Aufwand dazu gebracht, ein DSD-Signal vom Foobar2000 Mediaplayer zu empfangen und wiederzugeben. Die Qualität lag im schnellen Test auf demselben Niveau wie die PCM-Wiedergabe.

## Bedienung

Der Treiber des ADI-2 Pro basiert auf dem des MADIFace, bietet jedoch nicht die zusätzlichen Möglichkeiten der TotalMix-Software, denn sie steht hier schlicht und einfach nicht zur Verfügung. Eine Ausnahme davon ist die Metering-Software Digicheck, die auch mit dem ADI-2 Pro hervorragend arbeitet. Sämtliche über die Abtastrate und Puffergröße des Treibers hinausgehenden Einstellungen werden über das Menü auf der Gerätefront vorgenommen. Hier ist die Bedienung zumindest im ersten Moment etwas kryptisch, allerdings gewöhnt man sich schnell daran. Der große Drehgeber stellt die Lautstärke für die beiden Stereoausgänge, zwischen denen durch einen Druck auf den Drehgeber gewechselt werden kann. Die vier beschrifteten Menütasten wählen durch mehrfachen Druck Unterebenen an, in denen mit Hilfe des oberen der beiden kleinen Drehgeber 1 und 2 navigiert werden kann. Der untere stellt dabei den jeweils gewählten Wert. Das Handbuch hält eine Illustration der Menüstruktur bereit, mit der man sich vertraut machen sollte, wenn man das Gerät nicht nur als ‚einfachen‘ Wandler nutzen möchte. Auch das Menü selbst hilft bei der Navigation, indem am Rand immer wieder eine 1 oder 2 angezeigt wird, wenn der entsprechende Drehgeber eine Funktion übernimmt.

## Messtechnik

Wer den Abschnitt Messtechnik verfolgt, dem wird aufgefallen sein, dass wir eine Angabe aus dem Testbericht des RME UFX+ in der letzten Ausgabe revidieren mussten. Vorausgegangen war eine angemessene Kritik von RMEs Mastermind Matthias Carstens, aus der sich eine sehr spannende Diskussion über Messungen und Ergebnisse entwickelte. Sie hat unter anderem dazu geführt, dass wir beschlossen haben, den Aufwand bei der Messung von Kopfhörerausgängen in Zukunft zu erhöhen und noch aussagekräftigere Ergebnisse zu liefern. Dies allerdings unter der Einschränkung, dass der Kopfhöreranschluss beim jeweiligen Testgerät auch ein zentrales Merkmal darstellt und nicht nur ‚Beiwerk‘ ist. Beim ADI-2 Pro ist dies definitiv übererfüllt und Matthias Carstens berichtete uns vom Entwicklungsaufwand, der hier in das Gerät geflossen ist. Doch dazu später mehr, denn die Messtechnik soll zunächst mit dem D/A-Wandler beginnen. Unser Audio Precision APx555

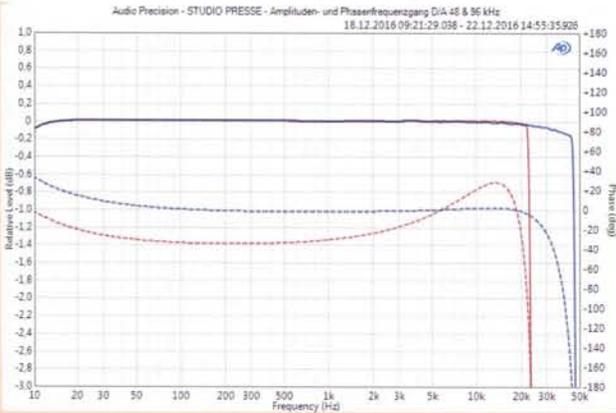


Diagramm 1: Amplituden- (solide) und Phasenfrequenzgang (gestrichelt) des D/A-Wandlers bei 48 kHz (rot) und 96 kHz (blau) Abtastrate

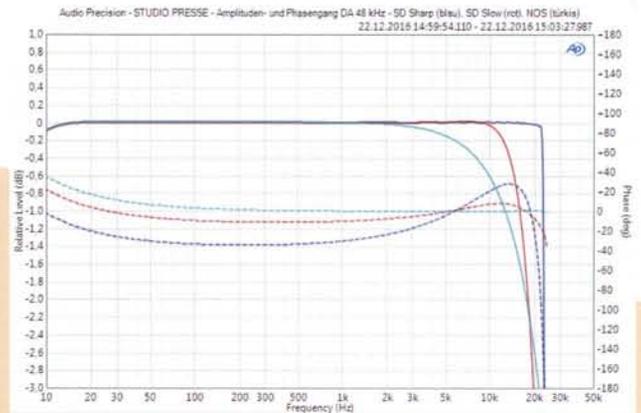


Diagramm 2: Die Rekonstruktionsfilter SD Sharp (blau), SD Slow (rot) und NOS (türkis)

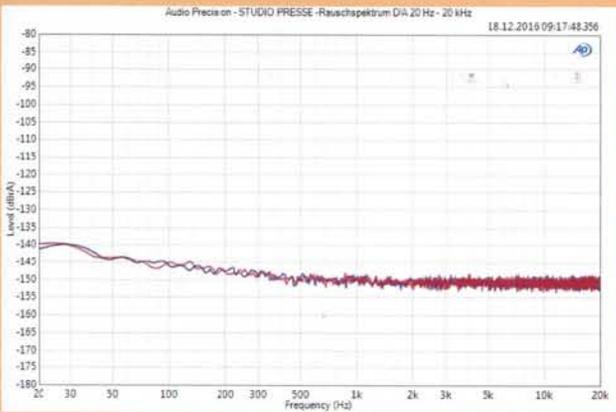


Diagramm 3: Einwandfreies Rauschspektrum des D/A-Wandlers am Line-Ausgang

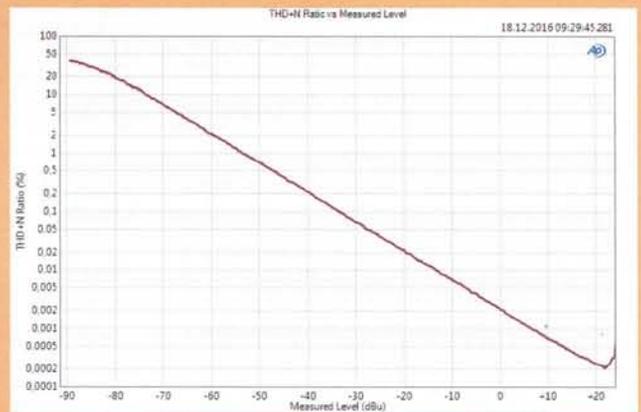


Diagramm 4: THD+N Ratio über den Ausgangspegel des D/A-Wandlers

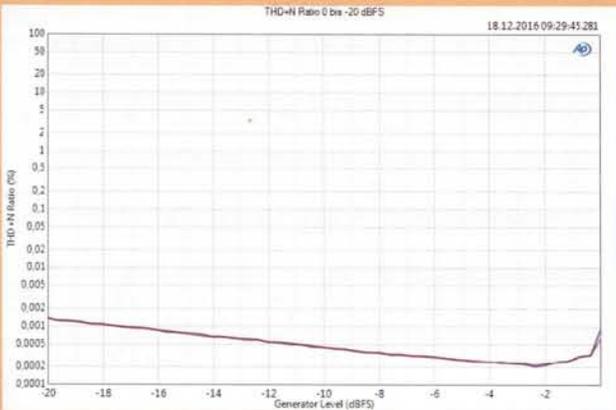


Diagramm 5: THD+N Ratio über die obersten 20 dB Aussteuerung des D/A-Wandlers

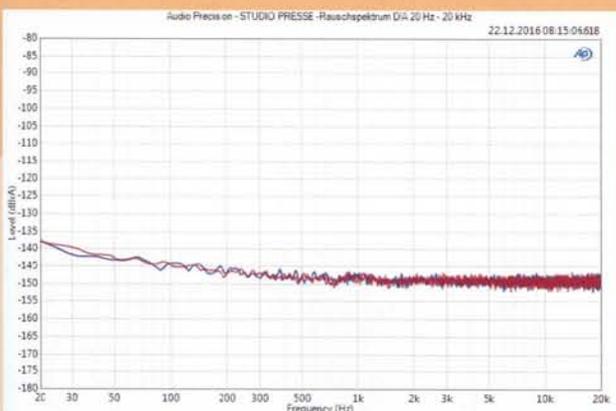


Diagramm 6: Einwandfreies Rauschspektrum des Kopfhörerverstärkers im Low Power-Modus

**artnovion**

# Raumakustik meets Design

Hochwertige Akustikpanels –  
innovativ, vielseitig einsetzbar,  
in excellentem Design!

**HÖRZONE**

Hörzone GmbH · Balanstr. 34 · 81669 München · [www.hoerzone.de](http://www.hoerzone.de)

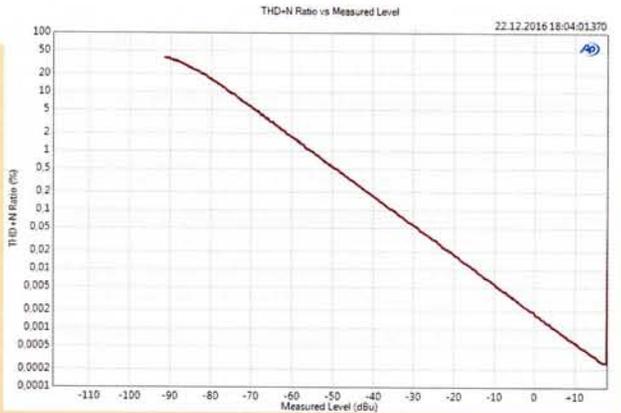


Diagramm 7: THD+N Ratio über den Ausgangspegel des Kopfhörerverstärkers im High Power-Modus

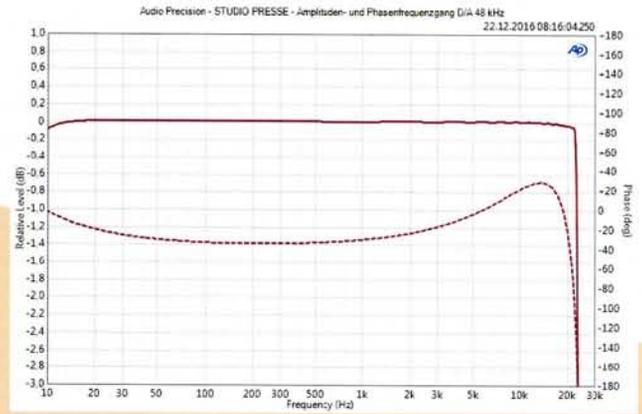


Diagramm 8: Amplituden- (solide) und Phasenfrequenzgang (gestrichelt) des Kopfhörerverstärkers im Low Power-Modus bei +4 dBu

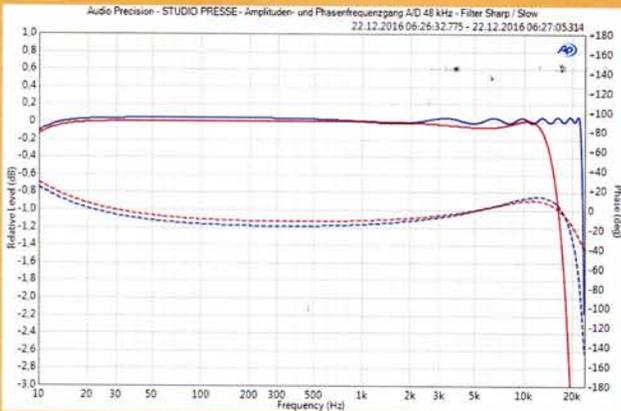


Diagramm 9: Amplituden- (solide) und Phasenfrequenzgang (gestrichelt) der Anti-Aliasing-Filter des A/D-Wandlers bei 48 kHz, Slow (rot) und Sharp (blau)



Diagramm 10: Amplituden- (solide) und Phasenfrequenzgang (gestrichelt) des Anti-Aliasing-Filter Slow bei 48 kHz (blau) und 96 kHz (rot) Abtastrate

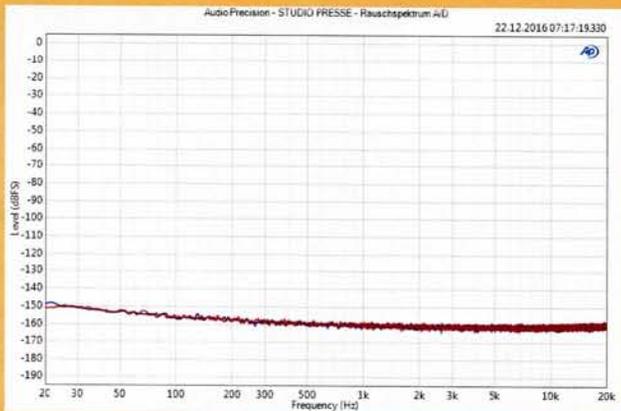


Diagramm 11: Rauschspektrum des A/D-Wandlers

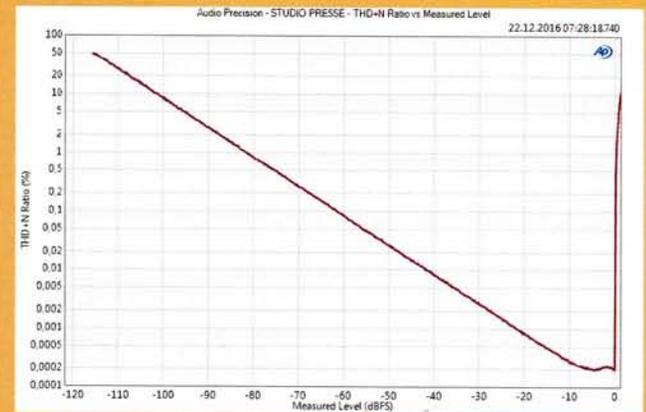


Diagramm 12: THD+N Ratio über den Eingangspegel des A/D-Wandlers

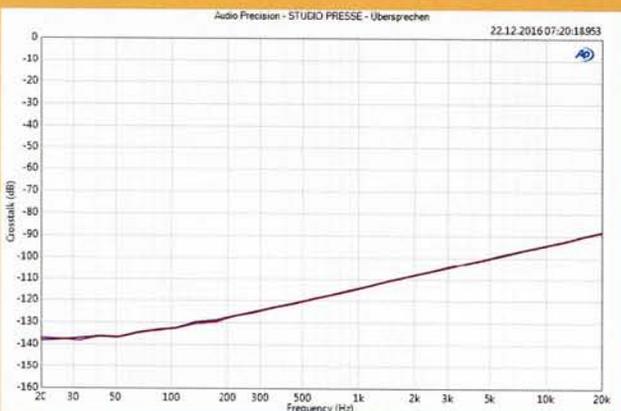


Diagramm 13: Übersprechen zwischen den beiden Kanälen des Stereoeingangs

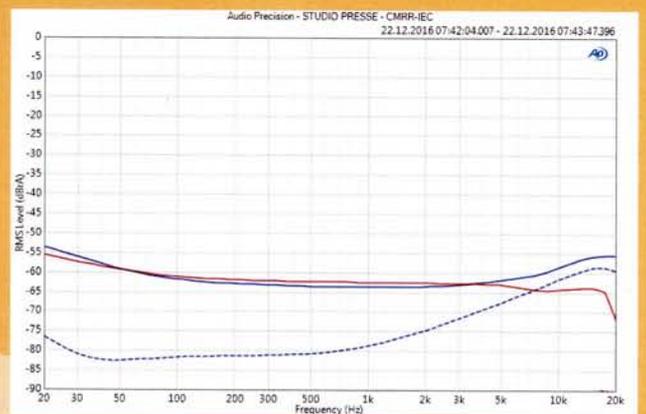


Diagramm 14: Gleichtaktunterdrückung des Analogeingangs

Analyzer war dabei symmetrisch analog, sowie über die optischen Anschlüsse per S/PDIF mit dem ADI-2 Pro verbunden. Dies hat den Vorteil der galvanischen Trennung auf der Digitalseite. Als D/A-Wandlerchips kommen AK4490 aus AKMs Premium-Serie Verita zum Einsatz. Als Bezugspegel war +24 dBu gewählt, der gemessene Pegel lag bei 24,02 dBu. Diagramm 1 zeigt den Amplituden- und Phasenfrequenzgang des D/A-Wandlers bei 48 kHz und 96 kHz Abtastrate. Bei diesen Messungen stand das Rekonstruktionsfilter auf SD Sharp, der Standardeinstellung. Diagramm 2 zeigt die zur Auswahl stehenden Filter SD Sharp (blau), SD Slow (rot) und NOS (türkis). Die beiden Varianten Sharp und Slow sind nicht abgebildet, gleichen im Amplitudenfrequenzgang aber den jeweiligen SD-Varianten (Short Delay). Nur der Phasenfrequenzgang verläuft bei den nicht gezeigten Varianten gerade bis zum Ende, da es sich hier um phasenstarre Filter handelt. Das Rauschen des D/A-Wandlers liegt bei -93,3 dB RMS ungewichtet

(20 Hz bis 20 kHz). Die Quasi-Peak-Vergleichswerte bleiben mit -82,5 dBu in entsprechendem Abstand und der Blick auf das Rauschspektrum in Diagramm 3 bestätigt die Störungsfreiheit. Damit ergibt sich am Ausgang eine Gesamtdynamik von sehr guten 117,2 dB. Das Klirrvverhalten des D/A-Wandlers ist ebenso einwandfrei. Der gemessene THD+N bei -1 dBFS Aussteuerung liegt bei hervorragenden 0,0003 % und sinkt über die darunter liegenden dB noch weiter ab. Diagramm 4 zeigt den Verlauf des THD+N über den Pegel und Diagramm 5 erlaubt einen Detailblick auf die obersten 20 dB Aussteuerung. Weiter geht es mit dem Kopfhörerverstärker, den wir traditionell mit einer Last von 30 Ohm untersucht haben. Der maximale Ausgangspegel im Low Power-Modus beträgt +6,94 dBu, womit sich hier eine Leistung von 100 mWatt ergibt. Im High Power-Modus haben wir ganze +18 dBu herauskitzeln können. Damit ergibt sich hier eine stattliche Ausgangsleistung von 1,26 Watt. Es wäre wohl noch ein kleines biss-

chen mehr gegangen, allerdings bewegt man sich dann so nah an der Stromabschaltung, dass wir etwas Sicherheitsabstand wahren mussten. Laut Hersteller sind 1,5 Watt an 30 Ohm möglich, also noch ein knappes Dezibel mehr Ausgangspegel. Laut genug ist das alles allemal. Unter den erwähnten +18 dBu im High Power-Modus rauscht der Kopfhörerverstärker bei -95,2 dBu RMS ungewichtet (20 Hz bis 20 kHz), womit sich ein hervorragender Dynamikumfang von 113,2 dB ergibt. Bei Low Power liegt das Rauschniveau bei -108,9 dBu RMS ungewichtet, womit sich eine Dynamik von 115,9 dB ergibt. Diagramm 6 verrät, dass auch hier das Rauschspektrum absolut sauber ist. Das Klirrvverhalten unter Vollaussteuerung ist nahezu ideal. Bei 30 Ohm Last und +7 dBu liegt THD+N bei 0,00034 % und auch bei +18 dBu erreicht THD+N nur 0,00029 %! Diagramm 7 zeigt den Verlauf des THD+N über den Pegel im High Power-Modus. Das sind alles herausragende Werte, mit denen sich nur wenige messen können.

## DIE MID-FIELD REFERENZ KSD-A200

// ... digitale Präzision, die im Hörergebnis einfach nur als selbstverständlich, natürlich und echt wahrgenommen wird.

Studio Magazin Fritz Fey 06/16

// ... man kommt mit diesen Lautsprechern definitiv zu belastbaren Ergebnissen, die überall funktionieren. Daumen hoch!

RacMag Igl Schönwitz 05/16



1", 2", 8" Chassis [100W/250W/250W] // 32Hz → 22KHz // Delay // 5 Aufstellungs-Filter // remotable

ADM22mk2



A200



A300



### Die Features der A200:

- ▶ echter Fullrangespeaker 32Hz bis über 22KHz
- ▶ FIRTEC™-Filterung für phasenlineare Wiedergabe, zeitrichtig am Regieplatz
- ▶ analoger und digitaler Input (AES3 bis 196KHz)
- ▶ DDD-Technologie: für eine wandertlose Kette bis zum Chassis



Abbildung 4: Die Grundeinstellungen der Kopfhörerausgänge erlauben auch die Umschaltung zwischen Low und High Power-Betrieb

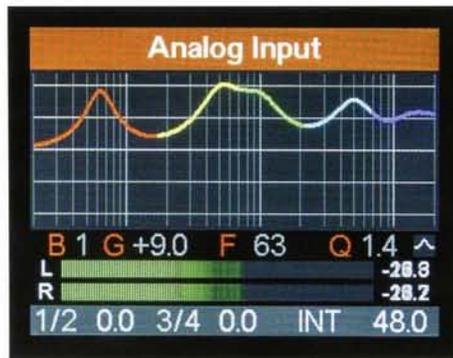


Abbildung 5: Die Kurvenansicht des Fünfband-Equalizers

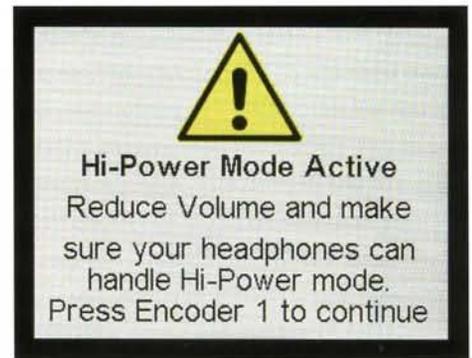


Abbildung 6: Störungen oder gefährlichen Zustandsänderungen reagiert das Gerät mit solchen Warnmeldungen

Aber vor Begeisterung hätten wir beinahe den Blick auf die Frequenzgänge vergessen. Diagramm 8 zeigt die Amplituden- und Phasenfrequenzgänge im Low Power-Modus bei +4 dBu. Den Abschluss macht der A/D-Wandler, beginnend mit den Amplituden- und Phasenfrequenzgängen bei 48 kHz Abtastrate in Diagramm 9. Dargestellt sind die beiden Anti-Aliasing-Filter Sharp (blau) und Slow (rot). Während Sharp eine relativ ausgeprägte Welligkeit im Durchlassbereich aufweist, beginnt der Höhenverlust von Slow bereits im Audioband. Schaltet man auf 96 kHz, abgebildet in Diagramm 10, so rückt die Filterung auch bei Slow aus dem Hörbereich heraus. Die Filterkurven sind Bestandteil des AKM AK5547 Wandlerchips. Matthias Carstens verriet uns, dass auch sie sich an dem deutlichen Ripple stören, aber damit leben, da der Wandler dennoch so gut ist. Alle weiteren Messungen wurden bei 48 kHz und mit dem Sharp-Filter ausgeführt. Der maximale Eingangsspegel wurde auf +24 dBu gesetzt und bei +24,01 dBu bestimmt. Das Rauschniveau liegt bei -121,5 dB RMS ungewichtet (20 Hz bis 20 kHz) und reißt damit alle bisher von uns gemessenen Wandler im Handstreich vom Thron. Es liegt ganze 3 dB unterhalb dem des Merging Hapi. Das Rauschspektrum ist völlig einwandfrei und kann in Diagramm 11 betrachtet werden. Einen Anteil am niedrigen Rauschen hat die Verschaltung des Vierkanal-Chips zu einem Stereopaar. Es

werden also jeweils zwei Eingänge am Chip pro Audioeingang genutzt, dadurch steigt der Dynamikumfang prinzipiell um 3 dB. Doch es ist noch nicht an der Zeit die Superlative einzupacken, denn das Klirrverhalten ist ebenso spektakulär. THD+N liegt unter Vollaussteuerung bei 0,00022 % und unterbietet damit die eben erst vor einigen Monaten als bestgetesteten A/D-Wandler des Crookwood M4. Diagramm 12 zeigt seinen ebenso einwandfreien Verlauf über den Pegel. Das Übersprechen zwischen den beiden Eingängen unterschreitet die -110 dB Marke oberhalb von 1 kHz und ist in Diagramm 13 dokumentiert. Den Abschluss übernimmt die Messung der Gleichtaktunterdrückung CMRR in Diagramm 14. Auch hier gibt sich das Gerät keinerlei Blöße. Alles in allem können und möchten wir den technischen Daten des ADI-2 Pro ein herausragendes Zeugnis ausstellen. An vielen wichtigen Stellen übernimmt der Wandler die Referenzposition, vorne weg bei der Rauscharmut des A/D-Wandlers. Allein aus Sicht der Messtechnik handelt es sich hier um ein herausragendes Objekt der Ingenieurskunst.

## Hören und Praxis

Ich hatte das Glück, dass der ADI-2 Pro einige Zeit bei mir verbringen konnte und so hatte ich ausführliche Gelegenheit mich mit ihm zu vertraut zu machen. Dabei kam das Gerät sowohl im ‚Studiobetrieb‘, als auch als reiner Hör-

wandler zum Einsatz, zum Beispiel beim Schreiben für das Studio Magazin, denn ich sitze dafür meistens an meinem Masteringarbeitsplatz. Die D/A-Wandlung konnte dabei direkt mit einem Antelope Zodiac Gold verglichen werden, der diese Aufgabe sonst übernimmt und auch als analoger Pegelsteller für den DAW-Abhörweg (also die Masteringstrecke) mit Mergings Hapi dient. Im direkten Vergleich kann sich ADI-2 Pro vor allem in der plastischen Abbildung des Signals behaupten. Während beide Wandler spektral aufgeräumt und sauber wirken, ohne eine Betonung aufzuweisen, löst sich das Signal des RME ADI-2 Pro noch etwas mehr von den Boxen, wirkt plastischer im Raum, mit feiner Zeichnung der einzelnen Instrumente. Die Unterschiede sind nicht riesig, wir sprechen hier von zwei sehr hochwertigen Produkten, aber deutlich. Nach langem Einhören war ich auch der Meinung einen Unterschied zwischen den verschiedenen Rekonstruktionsfiltern wahrzunehmen. Unschön ist hier, dass das letzte Filter, welches mit geringer Überabtastung (ähnlich Non-Over-Sampling-Filter NOS) arbeitet, beim Zuschalten einen lauten Knackser verursacht. Da sich die Qualität eines A/D-Wandlers nicht ohne eine D/A-Wandlung überprüfen lässt, habe ich mich entschieden, eine direkte Strecke vom Hapi mit einem kompletten Wandlungsdurchgang über ADI-2 Pro zu vergleichen. Das Ergebnis erstaunt, denn die Unterschiede sind wirklich nur noch sehr gering. Es erga-

ben sich eine minimale Veränderung der Stereobreite, auch in Abhängigkeit der gewählten Filter, jedoch keinerlei Verluste in der Auflösung und keine Färbungen. Je nach musikalischem Inhalt konnte ich die beiden Signalstrecken nicht voneinander unterscheiden. Dabei lief der ADI-2 Pro bei 48 kHz. Natürlich wäre es noch besser gewesen, hier eine analoge Originalquelle zu haben, leider ist meine Telefunken Bandmaschine derzeit in der Wartung. Insgesamt lässt sich den Wandlern eine hervorragende Neutralität bei den im Studio üblichen Betriebsarten PCM bei 44,1 kHz bis 96 kHz attestieren. Höhere Abtastraten und DSD wurden nicht intensiv genug getestet um ein Urteil darüber abgeben zu können. Dieser Umstand ist der Tatsache geschuldet, dass ich, wann immer es geht, versuche, Testgeräte in realen Arbeitssituationen einzubinden. Höhere Abtastraten spielen jedoch bei mir keine praktische Rolle. So richtig begeistert hat mich der Kopfhörerverstärker. Mit meinem Testkopfhörer LCD-2 von Audeze war hier eine Auflösung zu erreichen, die an manchen Stellen nur noch als akustische Lupe bezeichnet werden kann. Man muss wirklich wissen wollen, was in der Musik los ist, um diesen Detailgrad mögen zu können. Für mich ist das zum Glück ein Teil meiner Berufskrankheit als Masteringingenieur. Die Abbildungsschärfe zeigt sich vor allem, wenn sich zwei detailreiche Signale überlagern. Ein gutes Beispiel ist ‚In My Life‘ von Johnny Cash, bei dem Cashs Stimme sehr konturiert in der Mitte steht und die dahinter liegende Gitarre konkurrieren muss. Der ADI-2 Pro schafft es, die beiden Signale trotz dieses Kampfes sauber abzubilden, so dass man den Details noch folgen kann. Er schaffte es aber auch, bisher unentdeckte Schnittfehler in der Gesangsspur meines Idols zu enttarnen. Diese Detaildarstellung ist übrigens nur zum Teil dem Wandler geschuldet, denn wir haben zum Vergleich einen hochwertigen Analogkopfhörerverstärker an den Line-Ausgang angeschlossen. Der Konkur-

rent liefert eine ähnlich hohe Klangqualität, weist jedoch ein gewisses Maß an Wärme auf, die sich sehr schön anhört, nach meiner Hörerfahrung jedoch nicht im Originalsignal enthalten ist. ADI-2 Pro ist mit einem Mastering-Kopfhörerverstärker im allerbesten Sinne ausgestattet. Nutzt man den Wandler zum Musikgenuss, dann ist die Loudness-Funktion eine echte Bereicherung für die späteren Abendstunden, wenn man runter kommen und dennoch angemessen hören möchte. Die Einrichtung geht schnell vonstatten. Erst den minimalen Lautstärkewert einstellen, als Referenzpunkt festlegen und die maximale Anhebung bestimmen. Nach meinem Geschmack ist hier ein Wert von 4 oder 5 dB angemessen, aber das ist natürlich sehr individuell und von der Lautstärkewahrnehmung abhängig. Man gewöhnt sich sehr schnell an die Veränderung und vermisst die Anpassung, wenn man wieder normal hört. Theoretisch ist ADI-2 Pro mit den meisten notwendigen Abhörfunktionen ausgestattet. Tatsächlich ist die Bedienung hier jedoch im hektischen Alltag etwas zu sehr auf die Menüs ausgelegt. Um einen hochwertigen Abhörcontroller mit Direktzugriffstasten kommt man nicht herum. Toll ist die ‚Intelligenz des Systems‘, denn die meisten Grundfunktionen, wie zum Beispiel die Quell- und Taktwahl, laufen im automatischen Modus und liefern so fast immer sofort das gewünschte Ergebnis. Anstecken und los ist hier also tatsächlich in Software gegossen. Manuelle Eingriffe sind nur bei aufwändigeren Setups nötig und lassen sich im Menü anpassen. Die einzige Kritik am Gerät bezieht sich auf die Bedienphilosophie des Menüs in Kombination mit dem Drehgeber. Selbst die Umschaltung des Lautstärkedrehgebers zwischen Kopfhörer und Hauptausgang kann manchmal einen Augenblick kosten. Die Menüstruktur, auch wenn man sie gelernt hat und nach einigen Tagen gut darin navigieren kann, bremst das Arbeitstempo hier und da aus. Aber ganz ehrlich, das ist Jammern auf höchstem Niveau.

## Fazit

Aber ändert das etwas am Fazit? Auf gar keinen Fall, denn die gebotene Qualität ist herausragend und allein die Verwendung als A/D- und D/A-Wandler mit exzellentem Kopfhörerverstärker rechtfertigt den Preis, den der deutsche Vertrieb Synthax mit 1.599 Euro, bereits inklusive der gesetzlichen Umsatzsteuer, angibt. Schon allein die technische Qualität des Gerätes ist über jeden Zweifel erhaben - wer würde hier anfangen Kritik am Preis zu üben! Ich glaube so viel haben wir schon lange nicht über ein so kleines Gerät mit vermeintlich einfacher Funktionalität geschrieben, aber Aufwand wem Aufwand gebührt und dabei haben wir noch immer nicht alle Funktionen abschließend betrachten können. Abtastatenwandler, Kopfhörer-Crossfeed-Funktion, Basisbreitenanpassung... es steckt noch einiges mehr drin in dem kleinen Kasten! Mit dem ADI-2 Pro bringt sich RME wieder in eine Liga, in der die Firma wahrscheinlich in der Vergangenheit unterschätzt wurde. Es wird sicher nicht einfach, sich in der Hi-Fi-Szene zwischen den oftmals drastisch teureren Geräten mit spektakulären Frontplatten und zehnfachem Gewicht zu etablieren. Aber auch Studiomenchen sind zugänglich für ein bisschen ‚Bling-Bling‘ und damit kann RMEs ‚Kleiner‘ nicht dienen. Er überzeugt durch, ich muss es nochmal schreiben, herausragende technische Qualität und exzellenten Klang, die sich mit den ganz großen Wandlerreferenzen messen dürfen und sich in vielen Punkten scheinbar leichtfüßig an die Spitze schieben. Er überzeugt mit einem Kopfhörerverstärker, der manchem Kopfhörer Dinge entlockt, die man nie im Signal vermutet hatte. Wer nach diesen Kriterien an die Wahl seiner Werkzeuge herangeht, hat ab sofort einen neuen, heißen Kandidaten, der spätestens an der Kasse den Großteil seiner Konkurrenten endgültig abhängt. Fantastische Arbeit!