# Bedienungsanleitung

# ADI-2/4 Pro EX

**Conversion done right - again**

**32 Bit / 768 kHz**
**Hi-Res Audio**

**SteadyClock EX**

**SyncCheck**

2 Channels Analog / Digital Converter
4 Channels Digital / Analog Converter
AES / ADAT / SPDIF Interface
32 Bit / 768 kHz Digital Audio
USB 2.0 Class Compliant
2 Extreme Power Headphone Outputs
Extended Analog Range
Digital Signal Processing
Advanced Feature Set
Extended Remote Control

## Allgemeines


**1 Einleitung** ..... 5
**2 Lieferumfang** ..... 5
**3 Systemvoraussetzungen** ..... 5
**4 Kurzbeschreibung und Eigenschaften** ..... 6
**5 Inbetriebnahme – Quick Start**
5.1 Anschlüsse und Bedienelemente ..... 7
5.2 Quick Start ..... 8
5.3 Bedienung am Gerät ..... 8
5.4 Übersicht Menüstruktur ..... 9
5.5 Bedienung über Software – ADI-2 Remote ..... 10
5.6 USB Wiedergabe ..... 11
5.7 Analoge Aufnahme ..... 11
5.8 Digitale Aufnahme ..... 11
**6 Netzteil** ..... 12
**7 Firmware Update** ..... 12
**8 Funktionen im Detail**
8.1 Extreme Power Kopfhörerausgänge ..... 13
8.2 Doppelter Kopfhörerausgang ..... 14
8.3 5-Band Parametric EQ ..... 14
8.4 Bass / Treble ..... 15
8.5 Loudness ..... 15
8.6 SRC (Sample Rate Conversion) ..... 16
8.7 Crossfeed ..... 16
8.8 RIAA Modus ..... 17
8.9 Grenzen des DSP ..... 18


## Bedienungs-Details für allgemeinen und Stand-Alone Betrieb


**9 RME Multi-Remote Control (MRC)**
9.1 Tasten und Funktionen ..... 20
9.2 Andere Fernbedienungen ..... 21
**10 Bedienelemente auf der Front**
10.1 Taster ..... 21
10.2 Encoder ..... 21
**11 VOL** ..... 22
**12 I/O**
12.1 Analog Input
12.1.1 Settings ..... 23
12.1.2 Parametric EQ ..... 24
12.2 Line Output 1/2
12.2.1 Settings ..... 24
12.2.2 Bass/Treble ..... 26
12.2.3 Loudness ..... 26
12.3 Phones Output 1/2 und 3/4 ..... 27
**13 EQ** ..... 27
**14 SETUP**
14.1 Options
14.1.1 SPDIF / Remap Keys ..... 29
14.1.2 Expert Settings ..... 30
14.1.3 Device Mode / DSD ..... 31
14.1.4 Clock ..... 31
14.1.5 Phones ..... 31
14.1.6 Display ..... 32
14.2 Load/Store all Settings ..... 33

**15 Top Screens**
15.1 Global Level Meter ..... 34
15.2 Analyzer ..... 34
15.3 State Overview ..... 35
15.4 Dark Volume ..... 36
**16 Warnhinweise** ..... 37
**17 Modi**
17.1 Auto ..... 39
17.2 Preamp ..... 40
17.3 AD/DA Converter ..... 41
17.4 USB ..... 42
17.4.1 CC-Mode Stereo ..... 42
17.4.2 CC-Mode Multi-channel ..... 43
17.4.3 Loopback Analog Out to USB Record ..... 44
17.5 Digital Through ..... 45
17.6 DAC ..... 46
**18 Balanced Phones Mode** ..... 47
**19 DSD**
19.1 Allgemeines ..... 48
19.2 DSD Wiedergabe ..... 48
19.3 DSD Aufnahme ..... 49
19.4 DSD Level Meter ..... 50
19.5 Unendliche Weiten… ..... 50

## Eingänge und Ausgänge

**20 Analoge Eingänge** ..... 52
**21 Analoge Ausgänge**
21.1 Allgemeines ..... 52
21.2 Line Out TRS 1/2 (3/4) ..... 53
21.3 Line Out XLR 1/2 ..... 53
21.4 PH Out 1/2 ..... 53
21.5 PH Out 3/4 ..... 54
**22 Digitale Anschlüsse**
22.1 AES ..... 54
22.2 SPDIF ..... 55
22.3 ADAT ..... 56

## Installation und Betrieb - Windows

**23 Treiber-Installation** ..... 58
**24 Konfiguration des ADI-2/4 Pro EX**
24.1 Settingsdialog ..... 59
24.2 Clock Modi - Synchronisation ..... 60
**25 Betrieb und Bedienung**
25.1 Wiedergabe ..... 60
25.2 DVD Playback (AC-3 / DTS) ..... 61
25.3 Multiclient-Betrieb ..... 61
25.4 Multiinterface-Betrieb ..... 61
25.5 ASIO ..... 62
**26 DIGICheck Windows** ..... 62

## Installation und Betrieb – Mac OS X

**27 Allgemeines** ..... 64
27.1 Konfiguration des ADI-2/4 Pro EX ..... 64
27.2 Clock Modi - Synchronisation ..... 65
27.3 Multiinterface-Betrieb ..... 65

**28 DIGICheck Mac** ..... 65

## Installation und Betrieb – iOS

**29 Allgemeines** ..... 68
**30 Systemvoraussetzungen** ..... 68
**31 Setup** ..... 68
**32 Unterstützte Eingänge und Ausgänge** ..... 68

## Technische Referenz

**33 Technische Daten**
33.1 Analoge Eingänge ..... 70
33.2 Analoge Ausgänge ..... 71
33.3 Digitale Eingänge ..... 72
33.4 Digitale Ausgänge ..... 73
33.5 Digitaler Teil ..... 73
33.6 Allgemeines ..... 73
33.7 Steckerbelegungen ..... 74
**34 Technischer Hintergrund**
34.1 Lock und SyncCheck ..... 75
34.2 Latenz und Monitoring ..... 76
34.3 USB Audio (Windows) ..... 77
34.4 M/S Processing ..... 78
34.5 Emphasis ..... 79
34.6 True Balanced Phones Mode ..... 80
34.7 Übersprechen am Kopfhörerausgang TRS ..... 82
34.8 SteadyClock, FS & EX ..... 84
34.9 ADI-2/4 Pro EX als Mess-Frontend ..... 85
34.10 Rauschabstand in den Hi-Speed Modi ..... 87
34.11 AD Impulsantworten ..... 88
34.12 DA Impulsantworten ..... 89
34.13 DA Extended Linear Analog Range (ELAR) ..... 91
34.14 DA Jitter Test ..... 92
34.15 DA Filterkurven @ 44,1 kHz ..... 92
34.16 Loudness ..... 93
34.17 Bass / Treble ..... 93
34.18 Messungen Klirrverhalten Analog I/O ..... 94
34.19 Übersprechen Phones Balanced / Unbalanced ..... 95
34.20 Extreme Power Leistungsdiagramm ..... 96
34.21 Vergleich des Klirrverhaltens Phones Out ..... 97
34.22 Messungen Klirrverhalten - Ausgangsleistung ..... 98
34.23 Impedanz-korrigierte Pegelanzeige PH 1-4 ..... 99
34.24 Digital Volume Control ..... 100
34.25 Bit Test ..... 102
34.26 Digital DC Protection ..... 103
34.27 Tipps zum Einsatz im Bereich Hi-Fi ..... 105
34.28 Nutzung eines Plattenspielers ..... 110
34.29 Blockschaltbild ..... 112

## Diverses

**35 Zubehör** ..... 114
**36 Garantie** ..... 114
**37 Anhang** ..... 115
**38 Konformitätserklärung** ..... 116

## 1. Einleitung

RMEs ADI-2 Pro erschien 2016 und war in mehrfacher Hinsicht ein Meilenstein. Trotz zahlloser AD/DA Konverter, USB DACs und dedizierter Kopfhörerverstärker auf dem Markt, fehlten nach Meinung der RME-Entwickler offensichtliche Funktionen und Merkmale, die sowohl für Spaß bei der Bedienung als auch für einen uneingeschränkten Musikgenuss unverzichtbar sind. Und während viele dieser Geräte sich damit brüsten, den allerneuesten State-of–the–Art Konverter-Chip zu nutzen, waren die überragenden technischen Daten, publiziert in Anzeigen und Datenblättern, an den Anschlüssen nur selten zu finden.

Der ADI-2 Pro überzeugte auf Anhieb mit einem beispiellosen Verhältnis von Größe zu Funktionsvielfalt, einem nie zuvor gesehenen Set an Ausstattungsmerkmalen, zahllosen nützlichen Funktionen (die unverständlicherweise niemand sonst bereitstellte), und zwei extrem leistungsfähigen Kopfhörerausgängen - der neuen Referenz in Genauigkeit und Dynamik.

Basierend auf Kunden-Feedback und eigenem Wunsch nach einem ADI-2 mit weiteren Funktionen entstand der **ADI-2/4 Pro S**pecial **E**dition - durch deutlich erhöhten Hardwareaufwand noch flexibler und leistungsfähiger. Der neue **ADI-2/4 Pro EX**(tended) wurde aktualisiert, und durch sorgfältige Feinabstimmung noch weiter verbessert. Auch er ist eine Vielzahl von Geräten komprimiert in einem Gehäuse, mit einfacher und meist automatisierter Bedienung:

- Ein High-End AD/DA Konverter in professioneller Studioqualität
- Ein doppelter Kopfhörerverstärker in echter High-End Qualität
- Ein USB DAC wie kein anderer - der flexibelste und leistungsfähigste überhaupt
- Ein High-End AD/DA Frontend und Kopfhörerverstärker für iPad und iPhone
- Ein AD/DA Frontend für Meß-Systeme mit bis zu 768 kHz Samplefrequenz
- Ein Multi-Formatkonverter (AES, SPDIF, ADAT) mit Monitoring
- Ein SPDIF/ADAT Wiedergabesystem
- Ein DSD Aufnahme- und Wiedergabesystem
- Eine Schallplatten-Digitalisierungslösung auf höchstem Niveau

Bleibt nur noch eins zu sagen: Viel Spaß!

## 2. Lieferumfang

- ADI-2/4 Pro EX
- Fernbedienung mit Batterie (MRC)
- Handbuch
- Externes Schaltnetzteil mit IEC-Buchse und verriegelbarem Stecker, DC 12 V 40 W
- Netzkabel
- AES/SPDIF Breakoutkabel (BOC968)
- USB-C Kabel, einseitig verriegelbar, 1,8 m
- Schnellanleitung

## 3. Systemvoraussetzungen

Generell:
- Netzteil 12 V DC, mindestens 2,5 A

Betrieb am Computer:
- Windows 7 oder höher, Intel Mac OS X (10.6.8 oder höher)
- 1 USB 2.0 Port oder USB 3 Port
- Computer mit mindestens Intel Core i5 CPU

Für Betrieb unter iOS:
- iPhone oder iPad mit iOS 7 oder höher
- Dock oder Lightning zu USB Adapter. Mit USB-C: USB-C zu USB-B Kabel.

## 4. Kurzbeschreibung und Eigenschaften

Der ADI-2/4 Pro EX ist ein 2-Kanal Analog zu Digital und 4-Kanal Digital zu Analog Wandler in einem Halb-19 Zoll Gehäuse (9.5") mit einer Höheneinheit. Neueste 32 Bit / 768 kHz Konverter realisieren bis zu 127 dBA Rauschabstand. Dieser Wert steht nicht einfach so im Handbuch - er entspricht dem, was das Gerät tatsächlich erreicht.

Durchgängige technische Daten der Referenz-Klasse wurden mit einem nie zuvor gesehenen Bündel an Merkmalen kombiniert. Ein leistungsfähiger DSP ergänzt diese mit nützlichem Audio-Processing, inklusive 5-Band Parametric EQ, schneller Bass/Treble Einstellung, Crossfeed, und einem neuen Konzept für Loudness.

3 Encoder mit Druckfunktion und 4 weitere Taster zum Aufruf spezieller Menüs sorgen für eine einfache und schnelle Bedienung. Das Gerät merkt sich alle Einstellungen, selbst die Menüposition. Zusätzlich lassen sich sowohl der gesamte Gerätezustand als auch die Einstellung des EQ unter individuellen Namen abspeichern.

Ein hochauflösendes IPS-Display für die grafische Bedienoberfläche erleichtert die Bedienung noch mehr, und zeigt weitere, vom DSP zur Verfügung gestellte Funktionen - wie Peak Level Meter, einen 30-Band Analyzer in DIGICheck Biquad Filtertechnik, und eine Zustands-Übersicht mit dem aktuellen Status von SPDIF, AES, USB und der Clock.

Die digitalen Eingänge SPDIF koaxial (oder optisch) und AES sind gleichzeitig nutzbar. Ein zusätzlicher Sample Rate Converter entkoppelt die SPDIF- oder AES-Clock für noch einfachere Setups, und unterstützt auch Up- und Down-Sampling des Eingangssignals. SPDIF optisch unterstützt auch 2 Kanäle des ADAT-Formats, bis hinauf zu 192 kHz.

Als USB-Audiointerface genutzt lässt sich der Class Compliant UAC2 Modus 2-kanalig (Stereo) oder mehrkanalig (6/8 Kanäle) konfigurieren. Der Modus Multi-channel verwandelt den ADI-2/4 Pro EX in ein 6-Kanal (Analog 1/2, AES, SPDIF) Aufnahme- und 8-Kanal (Analog 1/2/3/4, AES, SPDIF) Wiedergabe-Audiointerface, welches sogar als Frontend eines iPad mit bis zu 192 kHz Samplefrequenz arbeitet. Im Modus Stereo werden Samplefrequenzen bis 768 kHz unterstützt, für High-Resolution Aufnahmen, PCM, DXD und DSD Aufnahme/Wiedergabe.

Die servosymmetrischen analogen Eingänge und dedizierten symmetrischen und unsymmetrischen Ausgänge sind mit XLR und 6,3 mm TRS Klinkenbuchsen versehen. Das Gerät nutzt ein vollsymmetrisches und gleichspannungsgekoppeltes Schaltungsdesign, für höchste Phasengenauigkeit und niedrigste Grenzfrequenz. Die einzigen beiden Kondensatoren im gesamten Signalweg, unipolare MUSE Audio-Kondensatoren von Nichicon, befinden sich direkt an der Eingangsbuchse (als Schutz vor externer Gleichspannung).

Die beiden Extreme Power Kopfhörerausgänge liefern Referenz-Klang und -Pegelreserve. RMEs True Balanced Modus, ein weiterer Punkt der endlosen Funktionsliste, realisiert von den XLR-Ausgängen unabhängigen Balanced-Betrieb eines Kopfhörers.

Um den vollen Dynamikumfang mit jedem Betriebspegel (+1, +7, +13, +19, +24 dBu) zu erhalten, wurde eine 5-stufige, diskrete Referenzpegelumschaltung realisiert. Zusätzlich steht digitaler Gain von 0 bis +6 dB zum Feinabgleich der Empfindlichkeit bereit, in Schritten von 0,5 dB.

Der ADI-2/4 Pro EX unterstützt Samplefrequenzen zwischen 44,1 kHz und 768 kHz. Darüber hinaus garantiert RMEs SteadyClock FS überragendes Verhalten in allen Clock Modi. Aufgrund der effizienten Jitterunterdrückung arbeiten AD- und DA-Wandlung immer optimal und auf höchstem klanglichen Niveau, vollkommen unabhängig von der Qualität der Referenz-Clock.

Der ADI-2/4 Pro EX brilliert sowohl im Studio als auch zu Hause. Knackfreies Ein-/Ausschalten und ein komfortabler, beleuchteter Standby-Taster ergänzen das weiche, moderne Desktop-Design.

Mobile und galvanisch getrennte Anwendungen sind dank der 12 V Buchse mit Batteriebetrieb problemlos möglich.

# 5. Inbetriebnahme - Quickstart

## 5.1 Anschlüsse und Bedienelemente

**Die Front** des ADI-2/4 Pro EX weist 3 Präzisions-Drehgeber mit Druckfunktion, 4 Taster, einen Standby-Taster, ein hochauflösendes IPS-Display und 3 Kopfhörerausgänge per Stereo-Klinkenbuchsen und Pentaconn auf.

Die Ausgangskanäle 1/2 und 3/4 beliefern zwei Kopfhörerausgänge mittels zweier unabhängiger *Extreme Power* Treiberstufen, optimiert sowohl für hoch- als auch niederohmige Kopfhörer. Ihr unsymmetrisches Ausgangssignal ist von höchster Qualität. Mit einem Rauschabstand von 122 dBA gibt es weder hörbares Brummen noch Rauschen an diesen Ausgängen.

Durch die Nutzung der Pentaconn-Buchse wird der Balanced Phones Mode automatisch aktiviert.

Wenn ein Kopfhörerausgang als Line-Ausgang genutzt werden soll, ist ein Adapter TRS-Stecker auf Cinch-Stecker, oder TRS-Stecker auf zwei TS-Stecker erforderlich.

**Die Rückseite** des ADI-2/4 Pro EX weist 2 servosymmetrische analoge Eingänge per XLR/Klinke Kombibuchsen, 2 TRS-Buchsen als Impedanz-symmetrische Ausgänge, 2 XLR-Buchsen als symmetrische Ausgänge, TOSLINK optisch I/O, eine USB-Buchse, einen Trigger Out und eine verriegelbare Netzteilbuchse auf. Ein beiliegendes Breakout-Kabel für die Sub-D 9-pol Buchse stellt AES I/O über XLR und SPDIF koaxial I/O über Cinch bereit.

Beide analoge Line-Eingänge akzeptieren Pegel bis zu +24 dBu. Ihre elektronische Eingangsschaltung arbeitet servosymmetrisch. Sie kann sowohl symmetrische als auch unsymmetrische Eingangssignale bei unveränderter Pegelreferenz nutzen.

**!** *Bei Verwendung von unsymmetrischen Kabeln am **XLR**-Eingang sollte deren Pin 3 mit Masse verbunden sein, da es sonst zu Störgeräuschen durch den offenen negativen Eingang der symmetrischen Eingangsstufe kommen kann.*

Die analogen Eingänge 1/2 verfügen über bis zu 6 dB einstellbare digitale Vorverstärkung, sowie in diskreter Technik realisierte Referenzpegel von +1, +7 dBu, +13 dBu, +19 dBu und +24 dBu.

**!** *Die elektronische Ausgangsschaltung der **XLR-Ausgänge** arbeitet nicht servosymmetrisch! Bei Anschluss unsymmetrischer Geräte ist daher darauf zu achten, dass der negative Pin (3) frei bleibt. Eine Verbindung mit Masse kann zu erhöhtem Klirrfaktor führen.*

**Optical I/O** (TOSLINK): Das Gerät erkennt automatisch, ob ein Signal im SPDIF- oder ADAT-Format anliegt. Der optische Ausgang kann nach Umschaltung unter *SETUP, Options, SPDIF / Remap Keys* im SPDIF- oder ADAT-Modus arbeiten. Bitte beachten Sie, dass im ADAT-Format nur die Kanäle 1/2 zugänglich sind. SMUX und SMUX4 (bis zu 192 kHz) wird jedoch unterstützt.

**USB 2.0**: Standard USB-Buchse zum Anschluss an den Computer. Der ADI-2/4 Pro EX arbeitet als Class Compliant Gerät, im Modus 2-Kanal oder 8-Kanal (zu konfigurieren im Setup). Er kann direkt unter Mac OS X und iOS (iPad, iPhone) genutzt werden. Unter Windows liefert der RME MADIface Series Treiber Unterstützung für WDM und ASIO.

**Buchse** für Stromversorgung. Diese Buchse unterstützt verriegelbare Stecker, wie den des mitgelieferten RME-Netzteils. Nach Einführung des Steckers ist dieser für eine Verriegelung vorsichtig um 90° zu drehen. Fällt das Gerät bei Bewegung aus steckt der Stecker NICHT richtig in der Buchse!

**Trigger Out** liefert per 3,5 mm Mono-Klinkenstecker ein 12 Volt Schaltsignal, mit dem sich z.B. Endstufen mit Trigger In zusammen mit dem ADI-2/4 Pro Ein- und Ausschalten lassen. Trigger Out gibt die aktuelle Spannung des Netzteils weiter, daher können auch mehr oder weniger als 12 V vorkommen. Es stehen maximal 150 mA für externe Schaltvorgänge zur Verfügung.

## 5.2 Quick Start

Gerät mit dem beiliegenden Netzteil verbinden. Zum Start den rot leuchtenden Standby-Tastknopf drücken. Der ADI-2/4 Pro EX befindet sich ab Werk im *Basic Mode Auto* (*SETUP – Options – Device Mode / DSD – Basic Mode*). Auch die Eingangswahl SPDIF (koaxial oder optisch), und die Quellenwahl von Phones Out 3/4 stehen auf Auto; der SRC ist für SPDIF In aktiviert. Auto schaltet das Gerät je nach angeschlossener Quelle in verschiedene Modi:

- **Preamp**: Analog In zu Analog Out (intern Digital Out zu In). Dieser Modus ist aktiv wenn weder ein digitales Eingangssignal noch USB erkannt wird.

- **AD/DA**: Konverter, Analog In zu allen digitalen Ausgängen, Digital In zu allen analogen Ausgängen. Dieser Modus wird aktiv sobald ein digitales Signal erkannt wird, welches dann auch die Signalquelle wird. Wird mehr als ein Signal erkannt ist die abzuhörende Quelle vom Anwender manuell auszuwählen. Der SRC ist per Default aktiv und SPDIF zugewiesen. Clock Mode ist Slave zu AES In, wechselt aber auf die jeweils erkannte Quelle (Auto).

- **USB**: oder Interface. Wird USB erkannt sind alle Ein- und Ausgänge mit USB verbunden. USB hat Priorität gegenüber dem Konverter-Modus. Im Setup lässt sich ein 2- oder 8-Kanal Modus auswählen.

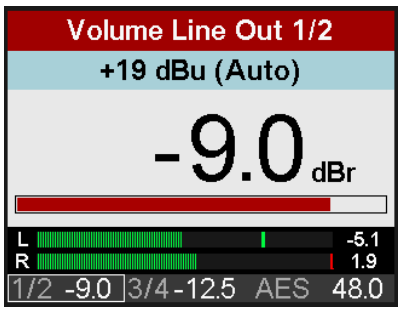
USB lässt sich durch manuelle Auswahl eines anderen Modus überschreiben. Dies ändert das I/O-Routing, deaktiviert USB selbst aber nicht. Alle Eingänge sind auf USB weiterhin verfügbar, und Ausgänge 3/4 können auch USB wiedergeben. In allen Modi außer Basic Mode **DAC** ist der Ausgang PH 3/4 frei konfigurierbar. Jede mögliche Quelle kann unabhängig von den Ausgängen 1/2 abgehört werden.

Das Gerät merkt sich alle Einstellungen, und lädt diese automatisch beim Einschalten. Zum Ausschalten den Standby-Taster circa 0,5 Sekunden gedrückt halten bis das Display erlischt.

## 5.3 Bedienung am Gerät

Nützliche Informationen für einen unkomplizierten Start:

Beim Drehen des großen VOLUME-Knopfs erscheint der Volume-Bildschirm des aktuell gewählten Ausgangs. Das Drücken des Volume-Knopfs wechselt die Einstellung zwischen Ausgang 1/2 und 3/4. Die Statuszeile unten im Display zeigt den aktuellen dB-Wert beider Volume-Einstellungen. Ein weißes Rechteck markiert den aktuell gewählten Ausgang, den der Volume-Knopf beeinflusst.




Die Titelzeile zeigt den aktuell gewählten Ausgang und Hardware Referenz-Pegel (Ref Lev, siehe Kapitel 12.2.1).

Der EQ wird entweder direkt innerhalb der I/O Menüstruktur konfiguriert (Taste I/O, Encoder 2 drehen wechselt zwischen Settings, Parametric EQ, Bass/Treble und Loudness), oder über den grafischen EQ-Bildschirm, der nach Druck der Taste EQ erscheint. In diesem Bildschirm hat der Cursor drei Positionen: Top*, die EQ Parameter-Zeile unterhalb der EQ-Grafik, und die Filterauswahl für Band 1 und 5 (Peak, Shelf, Low/High Cut). Der Cursor wird durch Drücken von Encoder 1 und 2 bewegt. Steht er in der Parameter-Zeile sind die Werte nicht mehr ausgegraut. In diesem Zustand steuert der große Encoder den Gain, Encoder 1 die Frequenz, und Encoder 2 die Güte. Dadurch ist der EQ extrem schnell und übersichtlich einzustellen.

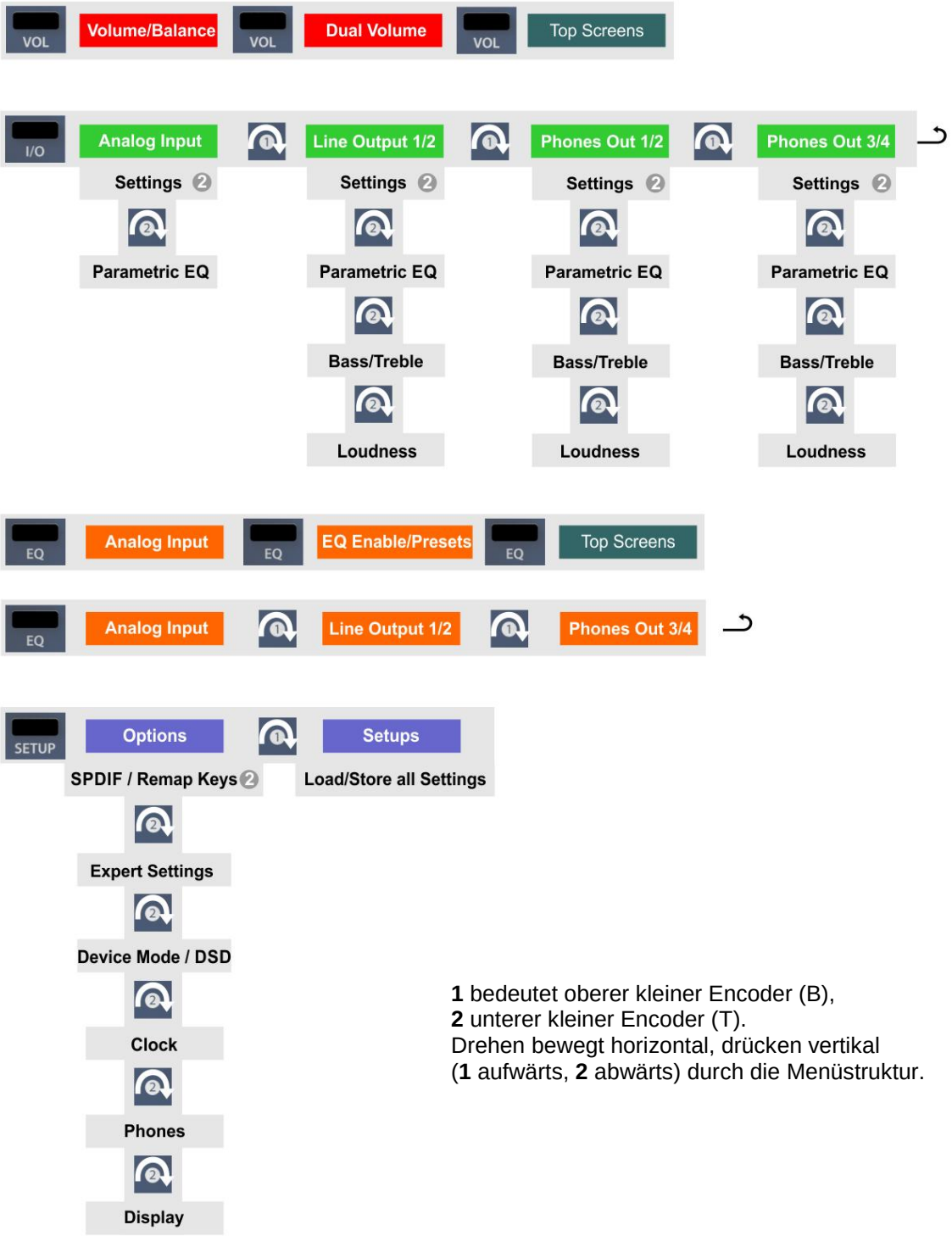
Die EQ-Grafik weist 5 Farben auf die den 5 konfigurierbaren Filtern entsprechen. Ist die Linie grau wurde der EQ deaktiviert (Bypass). Der EQ lässt sich im zweiten Bildschirm, der nach erneutem Druck der Taste EQ erscheint, aktivieren.

*(erkennbar an einer 1 neben dem aktuellen Kanal. Durch Drehen von Encoder 1 gelangt man zu anderen Kanälen)

Das Gerät besitzt auf der obersten Ebene mehrere informative Bildschirme. Dies sind **Global Level Meters, Analyzer Analog Input, Analyzer Line Output 1/2, Analyzer Phones Out 3/4, State Overview** und **Dark Volume**. Per Druck auf Encoder 1 oder 2 wechselt man zwischen diesen, wenn ein solcher gerade aktiv ist. Um diese schnell aufzurufen reicht es einen der vier Taster mehrmals zu drücken.

In all diesen Bildschirmen existiert ein Schnellzugriff auf die Einstellung von Bass und Treble durch Drehen der Encoder 1 und 2, mit ±12 dB maximaler Anhebung/Absenkung.

## 5.4 Übersicht Menüstruktur




**1** bedeutet oberer kleiner Encoder (B),
**2** unterer kleiner Encoder (T).
Drehen bewegt horizontal, drücken vertikal
(**1** aufwärts, **2** abwärts) durch die Menüstruktur.

## 5.5 Bedienung über Software – ADI-2 Remote

Die Software ADI-2 Remote, erhältlich für Windows, macOS und iOS, erlaubt eine bequeme und übersichtliche Konfiguration und Bedienung, sowie das Editieren von PEQs, Sichern und Laden einzelner und kompletter PEQ Presets, Setups und mehr. Die ausführliche Bedienungsanleitung erläutert auch die Systemvoraussetzungen der Software, und enthält alle Downloadlinks:

https://www.rme-audio.de/downloads/adi2remote_d.pdf

## 5.6 USB Wiedergabe

In der Audioanwendung ist der ADI-2/4 Pro EX als Ausgabegerät einzustellen. Übliche Bezeichnungen sind *Playback Device, Device, Audiogerät* etc., meist unter *Optionen, Vorgaben* oder *Preferences* zu finden. Die Wiedergabe erfolgt über das jeweils ausgewählte Device, und damit wahlweise analog oder digital.

Mehr oder größere Puffer ergeben eine höhere Störsicherheit, aber auch eine größere Verzögerung bis zur Ausgabe der Daten.

## 5.7 Analoge Aufnahme

Aufnahmen über die analogen Eingänge gelingen nach Anwahl eines entsprechenden Aufnahmegerätes in der Aufnahmesoftware.

Die Eingangskanäle 1/2 des ADI-2/4 Pro EX besitzen sowohl fünf Hardware-basierte Referenz-Pegel als auch digital kontrollierten Gain. Der Digital-Gain erweitert die Referenzpegel von +1 dBu bis hinunter zu -35 dBu in Schritten von 6 dB. Zusätzlich steht mit *Trim Gain* ein Feinabgleich der Eingangsempfindlichkeit in Schritten von 0,5 dB im Bereich 0 bis +6 dB bereit. Die fünf Hardware-basierten Referenzpegel dienen der Grobanpassung an die jeweilige Signalquelle. Der ADI-2/4 Pro EX besitzt sowohl globale als auch Kanal-basierte Pegelanzeigen. Die Einstellung des optimalen Referenzpegels zur Vermeidung von Über- und Untersteuerung ist daher sehr einfach durchzuführen.

Die XLR/TRS Kombibuchsen sind für Line-, Mikrofon- und Phono-Signale (Moving Magnet, MM) ausgelegt. Quellen welche eine höhere Abschlussimpedanz benötigen, wie Gitarren, erfordern einen zusätzlichen Impedanzwandler vor dem Eingang des ADI-2/4 Pro EX.

## 5.8 Digitale Aufnahme

Der einfachste Weg, digitale Aufnahmen mit dem ADI-2/4 Pro EX durchzuführen, ist es, den SRC auf den aktuell benutzten Eingang zu schalten (SPDIF oder AES), danach Clock auf INT(ernal) und die gewünschte Samplefrequenz auswählen – dann die Aufnahme starten.

Der SRC arbeitet als Clock-Entkoppler. Wird der SRC nicht genutzt, muss der ADI-2/4 Pro EX in vollständiger Synchronisation zum externen Digitalgerät sein, als entweder Master oder Slave. Um dies sicher beherrschbar zu machen, hat RME den ADI-2/4 Pro EX mit einer umfassenden I/O Statusanzeige versehen, welche Samplefrequenz, Lock und Sync Status im Bildschirm State Overview und der unteren Statuszeile anzeigt.

Die Anzeige der Samplefrequenz im Bildschirm State Overview bietet einen schnellen Überblick über die aktuelle Konfiguration des Gerätes und der extern angeschlossenen. Liegt keine erkennbare Frequenz an erscheint **- -** (No Lock).

Dies erleichtert eine Konfiguration der jeweiligen Software zur Durchführung einer digitalen Aufnahme enorm. Nach dem Anschluss zeigt der Bildschirm des ADI-2/4 Pro EX die aktuelle und externe Samplefrequenz. Diese ist dann im Eigenschaftendialog (oder ähnlichem) des jeweiligen Aufnahme-Programms einzustellen.

## 6. Netzteil

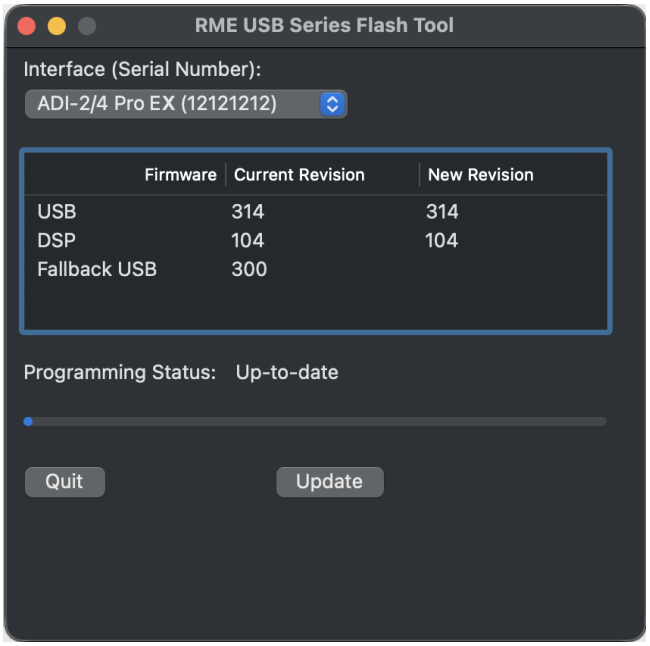
Um den Betrieb des ADI-2/4 Pro EX möglichst flexibel zu halten besitzt das Gerät eine universelle DC-Eingangsbuchse, die Spannungen zwischen 9,5 Volt und 15 Volt akzeptiert. Ein interner Schaltregler neuester Technologie mit hohem Wirkungsgrad (> 90%) vermeidet interne Brummgeräusche, da er oberhalb des hörbaren Audiobereichs arbeitet. Intern folgen dem Schaltregler normale Linearregler, und diesen dann Super Low Noise Linearregler. Daher erreicht der ADI-2/4 Pro EX seine technischen Daten selbst mit weniger optimalen Netzteilen. Oder in anderen Worten: die Wahl der Stromversorgung ist unkritisch.

Trotzdem wird das Gerät mit einem hochwertigen Schaltnetzteil geliefert, 12 V / 3,3 A, welches nicht nur jegliche Netzspannung zwischen 100 V und 240 V akzeptiert (weltweit nutzbar), sondern auch Spannungsschwankungen ausgleicht und Netzstörungen unterdrückt. Außerdem wiegt es nur 150 Gramm, trotz seiner hohen Leistungsabgabe von 40 Watt.

Der Gleichspannungseingang des ADI-2/4 Pro EX erlaubt eine Nutzung aufladbarer Blei- oder Lithium-Polymer Akkus, und damit mobilen und galvanisch getrennten Betrieb. Ein passendes Kabel (Netzteilstecker 5,5 x 2,1 mm zu 6,3 mm Steckschuhen) ist im Fachhandel erhältlich. Power Banks im Bereich von 10.000 mAh und mehr mit PD lassen sich mit Decoy-Kabeln (USB-C zu Hohlbohrungsstecker) in 12 V DC Spannungsquellen verwandeln. Sie bieten eine perfekte Lösung für Mobilität als auch Potentialtrennung, für vergleichsweise wenig Geld.

## 7. Firmware Update

Der ADI-2/4 Pro EX erhält eventuell erweiterte Funktionen oder Fehlerkorrekturen über ein Firmware Update. Dieses wäre auf der RME Webseite, Sektion Downloads, USB, erhältlich. Nach dem Herunterladen des passenden Tools (Mac oder Windows) ist das gezippte Archiv zu entpacken.




Das Flash Update Tool aktualisiert die Firmware des ADI-2/4 Pro EX auf die jeweils neueste Version. Unter Windows erfordert es einen installierten Treiber der MADIface Serie, der sich auf der gleichen Download-Seite befindet.

Nach dem Start des Flash Update Tool zeigt es zunächst die aktuelle Version der Firmware des ADI-2/4 Pro EX, und ob diese aktualisiert werden sollte. Wenn ja, dann einfach den Knopf 'Update' drücken. Ein Balken zeigt den Fortgang des Updates und das Ende des Flash-Vorganges an (Verify Ok).

Nach dem Update muss der ADI-2/4 Pro EX kurz in den Standby-Modus geschaltet werden.

Sollte das Flashen unerwartet fehlschlagen wird ab dem nächsten Neustart das Not-BIOS des Gerätes benutzt, es bleibt also funktionsfähig. Das Flashen kann dann erneut versucht werden.

Der Flash-Vorgang überschreibt keine Nutzerdaten, wie Wahl der Samplefrequenz, Einstellungen des EQ, Anwender-Setups oder EQ-Presets.

**Rückkehr zum Werkszustand**
Siehe Kapitel 14.2.

# 8. Funktionen im Detail

## 8.1 Extreme Power Kopfhörerausgänge

Während der Entwicklung des ADI-2 Pro erfolgte eine Recherche zur aktuellen Headphone Amp Technologie und zu Kopfhörern. Viele (viele!) Kopfhörer später wurde als Entwicklungsziel ein maximaler Ausgangspegel von +22 dBu (10 Volt) festgesetzt, da dieser selbst unempfindliche Kopfhörer ausreichend versorgt, wobei ein maximaler Ausgangsstrom von circa 320 mA pro Kanal reichlich Leistung für niederohmige Kopfhörer liefert (2,1 Watt @ 32 Ohm).

Die Begrenzung des Stroms ist sehr sinnvoll. Sie hilft das interne Netzteil nicht zu überlasten, schwächere Kopfhörer nicht hoffnungslos zu überfahren (zu zerstören), und verhindert Fehlfunktionen bei Kurzschluss. Die Extreme Power Ausgangsstufe verhält sich wie ein kleiner Verstärker, und erhielt daher ähnliche Funktionen: ein Relais unterbricht die Verbindung zum Kopfhörer und schaltet stumm, eine Gleichspannungserkennung verhindert selbige am Ausgang (DC zerstört Ihre kostbaren Kopfhörer schon bevor deren Leistungsangabe auch nur annähernd erreicht wird), und eine Überlast-Schutzschaltung erkennt zu hohen Strombedarf durch Kurzschlüsse, die damit eine Zerstörung der Ausgangsstufe verhindert. Angesichts der brutalen Misshandlung dieser Ausgangsstufe während der Entwicklung sei erwähnt, dass sie durch Kurzschluss oder Überhitzung nach bisheriger Erfahrung nicht zerstörbar ist. Aber ein bisschen mehr Sicherheit kann nicht schaden, und deshalb ist die Schutzschaltung nun auch im Gerät.

Ein Ziel der Entwicklung war ein Kopfhörerverstärker mit sehr geringem Klirr, nicht nur unbelastet (typischer Messvorgang), sondern *sehr* geringem Klirr auch mit realer Last von 32 oder 16 Ohm. Dies wurde mit der *Extreme Power* Treiberstufe erreicht. Im ADI-2/4 Pro EX arbeitet eine 4-fach verteilte Leistungstechnik, verbesserte Wärmeableitung, sowie ein spezielles Super Low Distortion Treiberdesign. Damit erreicht sie THD unter -110 dB bei 32 Ohm Last, selbst nah am maximalen Ausgangspegel (Clipping), den gleichen Rauschabstand wie der DAC (122 dBA), eine Ausgangsimpedanz von nur 0,1 Ohm, vollkommen stabilen Betrieb, und einen Frequenzgang von 0 Hz bis 80 kHz mit nur 0,5 dB Abfall. Das Resultat: kein hörbares Brummen, Rauschen oder Verzerrung, voll transparenter und kristallklarer Klang bei jeder Lautstärkeeinstellung.

Und das ist nicht alles. Die Kopfhörerbuchsen des ADI-2/4 Pro EX besitzen Sensorkontakte. Das Gerät weiß wann ein Kopfhörer eingesteckt oder entfernt wurde. Der DSP nutzt diese Information für mehrere außergewöhnliche, teils nie zuvor gesehene Funktionen. So aktiviert der ADI-2/4 Pro EX das Mute Relais eine halbe Sekunde nachdem der Hörer eingesteckt wurde. Danach regelt der DSP langsam die Lautstärke von leise bis zum zuletzt genutzten Wert hoch. Komfortabel? Luxuriös? Ja, aber der Hauptgrund für diese Funktion ist dem Anwender eine Chance zu geben zu reagieren. Extreme Power Kopfhörerausgänge auf hohe Lautstärke gestellt, Musik spielt schon auf Vollpegel, die Kopfhörer werden eingesteckt, und wenn das Relais anzieht wird der Arzt gerufen - Diagnose Hörsturz. Dies sollte und kann mit dem ADI-2/4 Pro EX nicht passieren. Während die Lautstärke hochfährt hat man Gelegenheit entweder die Kopfhörer abzusetzen, den Stecker abzuziehen, oder mit dem Volume-Knopf die Lautstärke schnell zu reduzieren.

Um sicherzustellen dass der Volume-Knopf in diesem Augenblick auch die richtigen Ausgänge kontrolliert, setzt der DSP die Lautstärkeeinstellung immer auf den Ausgang in den zuletzt Kopfhörer eingesteckt wurden. Und setzt die Einstellung sogar zurück wenn sie entfernt werden. Dies ist nur *ein* Beispiel, wie intelligent und umfassend die Kontroll-Logik des ADI-2/4 Pro EX implementiert wurde. Es gibt viele solcher Funktionen und Merkmale, die teils sogar unbemerkt bleiben werden, aber das Gerät sowohl sicher als auch einfach in der Bedienung machen.

Aber sind bis zu +21,5 dBu, im Menü Hi-Power genannt, nicht viel zu laut für aktuelle Kopfhörer? Jein. Es gibt immer noch Hörer die hohe Pegel benötigen. Musik kann leise sein, aber relativ viel Leistung benötigen, gerade im Sub-Bass. Und viel Headroom zu haben ist immer gut. Mit Hi-Power off, entsprechend +7 dBu maximalem Ausgangspegel, moderner Musik und aktuellen Hörern, wird Hi-Power sicher nicht benötigt. Aber Sie werden feststellen, dass selbst mit Hi-Power aktiv, welches eine 12 dB niedrigere Lautstärkeeinstellung erfordert, der Klang unverändert ist. Selbst mit Volume auf -40 dB liefert der ADI-2/4 Pro EX perfekte Klangqualität, und ist damit vollkommen unkritisch bei der täglichen Nutzung und Einstellung.

## 8.2 Doppelter Kopfhörerausgang

Viele Merkmale und Entscheidungen zum Design des ADI-2/4 Pro EX stammen aus persönlicher Nutzung und Erfahrung. Zum Beispiel stellt sich das Vergleichen von Kopfhörern mit nur einem Ausgang als sehr schwierig dar. Der Wechsel des Kopfhörers auf dem Kopf ist bereits ein unterbrechender Prozess, aber durch fehlende Pegelanpassung, und der Notwendigkeit einen Kopfhörer aus- und den anderen einzustecken, lassen sich nur grobe Unterschiede einfach erkennen. Bei RME sind wir es gewohnt Kopfhörer an einem Fireface UFX oder 802 zu vergleichen. Diese außergewöhnlichen Audiointerfaces besitzen zwei unabhängige Kopfhörerausgänge. Das begleitende TotalMix FX, ein DSP-basierter Mischer, erlaubt es das gleiche Audiosignal an beide Ausgänge zu senden, mit individuellen Lautstärkeinstellungen. Ist also ein Hörer leiser wird die Lautstärke für ihn einfach angehoben, oder beim anderen abgesenkt, bis beide eine identische Lautstärke aufweisen - was den Vergleich deutlich einfacher macht.

Der ADI-2/4 Pro EX besitzt zwei Stereo DA-Wandler, um gleichsam zwei unabhängige Kopfhörerausgänge bereitzustellen. Ein dritter DAC für die Line-Ausgänge hätte Kosten, Platzbedarf und Aufwand erheblich erhöht. Da eine solche Anwendung, das Hören oder Vergleichen mit zwei Kopfhörern, nicht so häufig vorkommt, teilt sich der Ausgang PH 1/2 das Signal mit dem hinteren Ausgang 1/2. Obwohl PH 1/2 die gleichen technischen Daten wie PH 3/4 aufweist, und über die exakt gleiche Extreme Power Ausgangsstufe verfügt, ist er vom Konzept her doch ein Zweit-Ausgang, eben für Kopfhörervergleiche, die Nutzung zweier Kopfhörer, den Betrieb im Balanced Phones Modus – oder einfach als weiterer unsymmetrischer Line-Ausgang. Der Haupt-Kopfhörerausgang ist PH 3/4, unabhängig von den hinteren Ausgängen 1/2. Für die meisten Anwender wird er der einzige jemals benutzte Ausgang sein. Und deshalb wurde er für eine bessere Bedienung bewusst weiter entfernt vom Volume-Knopf platziert, was zu einer ungewohnten Anordnung mit PH 3/4 links und PH 1/2 rechts führt.

Ein Hauptgrund nicht nur zwei, sondern zwei unabhängige Kopfhörerausgänge zu haben, ist die bessere Vergleichsmöglichkeit. Aber das ist noch nicht alles, siehe nächstes Kapitel.

## 8.3 5-Band Parametric EQ (PEQ), 7-Band mit Bass / Treble

Der Kopfhörervergleich mittels Fireface UFX und 802 hat einen weiteren, großen Vorteil: TotalMix FX kontrolliert einen 3-Band Parametric Equalizer (PEQ), wiederum unabhängig für beide Ausgänge. Hat also einer der Kopfhörer zu viel oder zu wenig Bass, ist es sehr einfach diesen anzupassen, so dass beide Kopfhörer ähnlicher klingen. Das macht es sehr viel einfacher die grundsätzlichen, feineren Klangunterschiede in der Signatur der Hörer zu erkennen.

Seit langem an eine solche luxuriöse Doppel-Ausgangslösung gewohnt, führte beim ADI-2/4 Pro EX kein Weg an zwei vollständig unabhängigen, identischen ‘Extreme Power’ Kopfhörerausgängen, und unabhängigen Equalizern für beide Ausgänge vorbei. Er stellt damit definitiv die Premium-Methode bereit, Kopfhörer seriös und effizient zu vergleichen.

Der Verzicht auf Klangregelung und rein lineares Hören waren viele Jahre ein Mantra der High-End Szene. Doch die Forschung sagt: Ohren sind unterschiedlich, und besonders im Nahfeldbereich (mit Kopfhörern) machen allein biologische Differenzen schon eine individuelle Klangkorrektur erforderlich. Keine zwei Ohren hören identisch. Zusätzlich gibt es individuelle Vorlieben beim Grundklang, welcher auf verschiedenen Kopfhörern mit einem guten EQ einfach angeglichen (equalized) und kopiert werden kann. Die Vorteile der Nutzung eines EQ überwiegen alle angeblichen Nachteile - die sich bei genauer Betrachtung oft als unwahr herausstellen.

Die Erfahrungen bei der Nutzung des PEQ zur Linearisierung und individuellen Anpassung einer Reihe von Kopfhörern ergaben 5 Bänder parametrischen EQs als beste Balance zwischen effizienter Klangbearbeitung und DSP-Last. Einige Kopfhörer brauchen für eine lineare Wiedergabe deutlich mehr als 5 Bänder. Allerdings realisiert man schnell, dass schmalere Spitzen und Senken keinen hörbaren Unterschied nach der Korrektur ergeben. Bei schmalen Bereichen ist die akustische Energie zu klein um hörbar zu werden. Beschränkt man sich also auf die Korrektur von Abweichungen welche eine Güte von 3 oder kleiner erfordern, wird der 5-Band Parametric EQ zu einem sehr effizienten Tool, selbst für problematische Kopfhörer.

Dies ist eines der vielen Merkmale die sich auf keinem anderen ähnlichen Gerät finden: ein hochqualitativer 5-Band Parametric EQ, nutzbar selbst bei 768 kHz Samplefrequenz, leicht zu bedienen und einzustellen, mit einem grafischen Display welches die Gesamtkurve zeigt, und 20 Speicherplätzen samt individueller Benamung. Egal welche EQ-Einstellung gerade benötigt wird, sie ist schnell geladen und modifiziert. Und es gibt nicht nur einen, sondern drei solcher EQs, getrennt für die analogen Eingänge und beide Stereo-Ausgänge. Bass und Treble, siehe unten, werden optional ein Teil des PEQ (BB, BT), was diesen effektiv in einen 7-Band PEQ verwandelt.

In diesem Zusammenhang: Viele Menschen leiden an Hörverlust in unterschiedlicher Ausprägung. Egal ob es biologisch bedingt ist, durch Missbrauch oder einen Unfall entstand - Hörprobleme sind eine Seuche moderner Zeiten. Wenig überraschend sind im Normalfall nicht beide Ohren gleich betroffen. Die Zahl an Menschen mit einseitiger Hörbeeinträchtigung ist enorm, aber sie haben gelernt mit einer sie komplett ignorierenden Industrie zu leben. Obwohl die Lösung sehr einfach ist - der EQ muss für links und rechts individuell einstellbar sein. Grundsätzlich werden EQs so gerechnet, gemeinsame Regler sind nur eine Vereinfachung der Benutzeroberfläche. Der ADI-2/4 Pro EX enthält die Option *Dual EQ* – ein himmlisches Geschenk für viele.

Natürlich ist der 5-Band Parametric EQ auch zur Lautsprecher- und Raumkorrektur geeignet, wobei ebenfalls unabhängige Setups L/R notwendig sind. Die Nutzung des ADI-2/4 Pro EX als DAC für die Hauptmonitore gewinnt von diesem und anderen, an den analogen I/Os verfügbaren typischen RME-Features: Phase und Mono in diversen Optionen, Width und M/S Processing.

## 8.4 Bass / Treble

Die einfachste Form des EQ waren schon immer die Bass- und Treble-Einsteller, wie sie an jedem HiFi Stereo Verstärker zu finden sind. Sie erlauben es, schnell und einfach den Klang an persönliche Vorlieben anzupassen (mehr oder weniger Bass und Höhen). Eine noch nützlichere Anwendung ist die interaktive, schnelle Änderung des Bass/Treble-Anteils, so dass Musikzusammenstellungen nicht bei einem Song die Membranen herausfliegen lassen, während der nächste so klingt als wäre dies tatsächlich passiert. Produzenten und Tonmeister haben nicht nur ihren eigenen Geschmack, sie versagen manchmal auch dabei einen Song auf ein ähnliches Klangniveau wie das der meisten anderen zu heben. Eine schnelle Drehung an den zwei kleinen Encodern des ADI-2/4 Pro EX führt dann zu einer deutlich besser klingenden Wiedergabe.

Bass und Treble waren ursprünglich auf ± 6 dB begrenzt, sind aber nun optional Teil des PEQ, mit maximal ± 12 dB. Einsatzfrequenz und Güte von Bass und Treble sind im Menü des Displays einstellbar. Passen Sie diese Ihren Lautsprechern/Kopfhörern an, oder Ihrem persönlichen Geschmack – es wird Ihre Freude am Musikhören deutlich erhöhen.

## 8.5 Loudness

Noch ein Standard-Merkmal von HiFi-Verstärkern: nicht ein einziger verzichtete auf *Loudness*. Diese versucht den unterschiedlichen Klangeindruck bei leiser und lauter Wiedergabe auszugleichen (Frequenz-abhängige Hörempfindlichkeit). Hört man laute Musik, reduziert dann den Pegel um 20 dB, verliert der Klang an Druck und Glanz. HiFi-Verstärker versuchten diesen Effekt durch eine Anhebung von Bässen und Höhen bei geringeren Lautstärkeeinstellungen zu bekämpfen. Leider hat das nie wirklich gut funktioniert, und Loudness verkam zu einem simplen Bass/Treble Booster. Grund: der Hersteller des HiFi-Verstärkers konnte nicht wissen, welcher Lautstärke beim Anwender welche Position des Lautstärkereglers entsprach. Raumgröße, Dämpfung, Effizienz der verwendeten Lautsprecher - alles unbekannte Größen.

Aber der Effekt des Klangverlusts existiert (siehe Fletcher-Munson Kurven), und kann leicht selbst nachvollzogen werden, indem man normale Lautstärke und DIM (typisch -20 dB) vergleicht. Der ADI-2/4 Pro EX bietet Loudness für beide analogen Stereoausgänge, und vermutlich funktioniert es hier zum ersten Mal wie gedacht. Der Anwender kann nämlich nicht nur die maximale Anhebung von Bässen und Höhen selbst bestimmen, sondern setzt mit der Low Vol Reference auch den genauen Lautstärkepunkt an dem die Regelung maximal arbeiten soll. Tests ergaben einen Loudnessbereich von typisch 20 dB, dieser ist fest im Gerät eingestellt.

Hier ein Beispiel wie es funktioniert: die leiseste Einstellung des Anwenders beim Musikhören ist -35 dB. Dieser Wert wird nun vom Anwender als Low Vol Ref im Menü Loudness eingestellt. Außerdem werden Bass und Treble Gain nach persönlichem Empfinden auf 0 bis +10 dB gesetzt. Default ist +7 dB für beide. Das Erhöhen der Lautstärke durch Drehen des Volume-Knopfs führt nun zu einer stufenlosen Verringerung der Bass- und Höhenanhebung über einen Bereich von 20 dB. Wurde Volume also auf -15 dB gestellt ist die Musik nicht nur recht laut, sondern Bass und Treble der Loudness sind dann effektiv auf 0 dB. Siehe Kapitel 34.15 mit Diagrammen zum Frequenzgang über Volume.

Es spielt keine Rolle wie empfindlich die verwendeten Lautsprecher oder Kopfhörer sind, oder wie viel Anhebung bei Bass und Treble gewünscht ist – mit dem ADI-2/4 Pro EX kann dies jeder seinem eigenen Empfinden und Hören anpassen. Loudness funktioniert endlich so wie es von Beginn an hätte sein sollen - ein weiteres einmaliges Merkmal der ADI-2 Serie.

## 8.6 SRC (Sample Rate Conversion)

Der ADI-2/4 Pro EX verfügt über einen asynchronen Stereo Samplerate Konverter (SRC). Ein SRC erlaubt eine Wandlung der Samplefrequenz in Echtzeit. Der im ADI-2/4 Pro EX verwendete Konverter arbeitet praktisch verlustfrei, es entstehen bei der Umwandlung keinerlei hörbare Artefakte oder Störgeräusche. Er verarbeitet auf Wunsch auch Signale mit Intersample Peaks bis +3 dBFS störfrei. Die SRC arbeitet so überzeugend, dass wir guten Gewissens empfehlen können sie einfach eingeschaltet zu lassen – und damit alle Clock-Probleme von vornherein zu erschlagen. Was im *Basic Mode Auto* für den SPDIF-Eingang auch der Fall ist.

Der SRC bietet ein maximales Wandlungsverhältnis von 1:7 bzw. 7:1. 192 kHz kann in jede Samplefrequenz bis herunter zu 44,1 kHz gewandelt werden, 32 kHz in jede Samplefrequenz bis herauf zu 192 kHz. Höhere Samplefrequenzen als 192 kHz werden nicht unterstützt.

Ein SRC dient nicht nur der Wandlung der Samplefrequenz, sondern auch der Clock-Entkopplung. Mittels SRC lässt sich jedes nicht synchronisierbare Gerät (CD-Player, DAT etc.) im Verbund nutzen, so als wäre es synchronisierbar. Der SRC entkoppelt dabei Eingangs- und Ausgangsclock, setzt seine Ausgangsclock auf eine gemeinsame Referenz, und erlaubt so das Zusammenführen verschiedenster Clock-Quellen ohne jegliche Knackser oder Aussetzer.

Bei Nutzung der internen Clock arbeitet jeder SRC auch als Jitter-Killer. Der ADI-2/4 Pro EX ist jedoch mit SteadyClock FS ausgestattet, so dass er mit beliebiger Clock-Referenz als perfekter Jitter-Killer arbeitet. Da ein verjittertes Eingangssignal aber die Qualität der SRC beeinträchtigen kann, enthält der ADI-2/4 Pro EX eine *zweite SteadyClock* exklusiv für das SRC-Eingangssignal, um die Konvertierung so zuverlässig und transparent wie möglich auszuführen.

Ein SRC kann auch die Samplefrequenz erhöhen. 44.1 kHz Material kann in Echtzeit in 192 kHz gewandelt, und so mit dem DAC auf 192 kHz gestellt abgespielt werden. Der Nutzen dieser Wandlung ist aber zweifelhaft. Es wird keinerlei Inhalt hinzugefügt, also die exakt gleiche Information wiedergegeben. Lediglich das Oversampling-Filter des DACs ist nun weit außerhalb des Hörbereichs. Aber selbst die 44.1 kHz Filter des ADI-2/4 Pro EX liegen unhörbar hoch, und der Prozess der Samplefrequenzkonvertierung nutzt ähnliche Filter während der Wandlung.

## 8.7 Crossfeed

Kopfhörer öffnen den Raum - alles ist einfacher zu lokalisieren und zu unterscheiden, weil sie anders als Stereo-Lautsprecher das Klangfeld extrem links/rechts platzieren. Das aber gefällt nicht jedem, und so wünschen sich manche Anwender einen ähnlichen Höreindruck wie über einen normalen Lautsprecheraufbau. Diesen Wunsch erfüllt der ADI-2/4 Pro EX mit Crossfeed. Es reduziert den künstlichen Raumeindruck, den einige Produktionen aufweisen um auf Lautsprechern besser zu klingen, der aber auf Kopfhörern unnatürlich übertrieben wirkt. Zum Einsatz kommt die Bauer Binaural Methode in fünf verschiedenen Stärken der Verengung des oberen Frequenzbereichs. Dieses exzellente Verfahren, welches auch eine kleine Verzögerung und Korrektur des Frequenzgangs beinhaltet, funktioniert verblüffend gut, und ist eine weitere nützliche Ergänzung, als auch ein einmaliges Merkmal des ADI-2/4 Pro EX.

**Details zu den fünf Einstellungen**
Der Crossfeed-Effekt wird im wesentlichen über die Grenzfrequenz und den Pegel des auf den anderen Kanal übertragenen Signals definiert, hier als Dämpfungsfaktor angegeben:

1: 650 Hz, -13,5 dB (Nur ein Hauch)
2: 650 Hz, -9.5 dB (Jan Meier Emulation)
3: 700 Hz, -6 dB (Chu Moy Emulation)
4: 700 Hz, -4.5 dB (30° 3 Meter Emulation)
5: 700 Hz, -3 dB (Beispiel wie ein noch stärkerer Effekt klingt)

## 8.8 Abt. Nostalgia – der RIAA Modus

Schon kurz nach Erscheinen des originalen ADI-2 Pro erreichten uns Anfragen zum Digitalisieren von Schallplatten. Wenn man schon seine alten Schätze auf eine Festplatte archiviert dann doch mit einem der besten AD-Wandler – volle Zustimmung! Allerdings kann ein Plattenspieler nicht direkt an den ADI angeschlossen werden, denn die meist verwendeten MM-Systeme (Moving Magnet) sind für einen Eingangswiderstand von 47 kOhm und 100 pF Kapazität ausgelegt. Außerdem liefern sie einen viel zu niedrigen Pegel, und das Signal der Schallplatte ist mit einer sogenannten RIAA-Vorentzerrung versehen, hat dadurch kaum Bässe, aber jede Menge Höhen. Das gilt es zu *entzerren*. All dies kann der ADI-2 Pro nicht, wohl aber externe RIAA Vorverstärker, die vor den ADI-2 Pro geschaltet dann das Digitalisieren von Schallplatten erlauben.

Beim ADI-2/4 Pro EX ist dank MM-Kompatibilität kein externer Vorverstärker mehr erforderlich. Er besitzt passende Eingangsimpedanz, die RIAA Entzerrung, sowie die notwendige Vorverstärkung. Im Menü *I/O, Analog Input, Settings, RIAA Mode,* lässt sich dieser aktivieren, und zwischen verschiedenen Verstärkungen auswählen. Die horizontalen Level Meter im Analyzer zeigen ob die gewählte Verstärkung ausreicht, oder der Eingang zur Übersteuerung neigt.

Der RIAA-Modus des ADI-2/4 Pro EX ist insofern ungewöhnlich als Verstärkung und RIAA Entzerrung auf digitaler Ebene erfolgen. Das hätten wir so gar nicht eingebaut, wenn dieses Konzept in Theorie wie Praxis nicht tatsächlich einige interessante Vorteile aufweisen würde. Nämlich:

- sehr geringe Kanalabweichung über die Verstärkungsstufen
- sehr genaue RIAA Kompensation
- perfekter Frequenzgang
- extrem geringer Klirrfaktor
- wählbare Aussteuerungsreserve für hohe Übersteuerungsfestigkeit

Dazu kommen die bekannten Vorteile des DSP im ADI: So lässt sich der typischerweise per Kapazitätsänderung beeinflusste Frequenzgang der Tonabnehmer im Hochtonbereich viel flexibler und effektiver mit dem Band 5 des *Analog Input PEQ* korrigieren. Der PEQ kappt auch auf Wunsch alle tieffrequenten Schwingungen unterhalb 20 Hz. Und mit dem *RIAA Mono Bass Mode* werden höchst effizient akustische Rückkopplungen sowie Rumpel- und Rillengeräusche unterdrückt. Dazu werden nur die Bassanteile unterhalb 150 Hz Mono geschaltet. Diese Frequenzen sind auf Vinyl sowieso Mono (eine Vorgabe des Schneidesystems). Aufgrund der Abtastarchitektur ist das akustische Rückkopplungssignal aber auf linkem und rechtem Kanal phasenverschoben. Per Monosummierung löscht sich dieser Signalanteil aus.

Weitere Hinweise und Informationen enthält Kapitel 34.28.

## 8.9 Grenzen des DSP

*Es gibt nie genug DSP Rechenleistung – egal wie viel man bereitstellt (frustrierter Entwickler).*

Das gilt selbst für den ADI-2/4 Pro EX. Obwohl er über einen recht leistungsfähigen 2,17 Giga FLOPS DSP Chip verfügt, und ihm das FPGA diverse Berechnungen abnimmt (RMEs virtueller DSP für Mixing/Routing, Level Meter, Filter, Crossfeed), fordern 768 kHz ihren Preis. Die Rechenleistung von 48 kHz wird dann auf ein Sechzehntel (!) reduziert. Selbst bei 384 kHz ist es schon ein Achtel von der bei 48 kHz. Der DSP im ADI- 2 Pro realisiert:

*Bass/Treble und Loudness für 6 Kanäle*
*5-Band Parametric EQ für 6 Kanäle*
*Standard Phase-Funktionen für 6 Kanäle*
*Crossfeed für 4 Kanäle*
*30-Band Bi-quad Bandpass Filter Spectrum-Analyzer*
*Peak Level Meter für alle Kanäle*
*Displayinhalt und Ausgabe*
*Volume Control auf 4 Kanälen*
*Diverse Steuerfunktionen, wie Volume Ramp-up, Mute, Routing etc.*
*Konfiguration des ASP (Audio Signal Processor) im ADC*
*DSD zu PCM Umwandlung (für Level Meter)*

Bei 48 kHz keine große Sache, bei 192 kHz allerdings braucht es schon effiziente Programmierung und einen besseren DSP-Chip. 768 kHz allerdings benötigt dann einen DSP mit der vierfachen Leistung des 'Besseren'. Daher führt an der Abschaltung einiger Funktionen bei höherer Samplefrequenz kein Weg vorbei. Glücklicherweise haben diese Einschränkungen in der Praxis nur geringe Auswirkungen:

- Bei Samplefrequenzen von 352,8 kHz oder höher werden Bass, Treble und Loudness deaktiviert.

- Bei Samplefrequenzen von 705,6 kHz und 768 kHz reduziert sich die Zahl verfügbarer EQ-Kanäle auf 2 (1 x Stereo). Der EQ kann weiter mit Analog Input, Line Output 1/2 oder Phones Out 3/4 genutzt werden, aber eben nur einem von diesen.

Die im ADI-2/4 Pro EX verfügbaren hohen Samplefrequenzen übersteigen auch die Fähigkeiten der digitalen I/Os. AES und SPDIF sind beide auf 192 kHz beschränkt. Daher sind alle höheren Samplefrequenzen nur analog und im Modus USB nutzbar sowie im iOS-Betrieb mit iPad/iPhone unter Nutzung einer App die solche Samplefrequenzen unterstützt (Neutron, Onkyo HF-Player etc.).

**DSD** kann nicht digital prozessiert werden. Daher sind DSP-Funktionen wie Bass, Treble, Loudness, EQ etc. bei DSD deaktiviert. Die Volume-Einstellung wird nicht mehr vom DSP, sondern dem DAC vorgenommen. Davon merken Sie aber nichts, die Bedienung am ADI-2/4 Pro EX erfolgt in beiden Modi identisch und übergangslos. Der DSP führt eine zusätzliche DSD zu PCM Umwandlung durch, um die Pegeldaten des DSD-Signals auf den Level Metern und dem Analyzer anzeigen zu können – ein weiteres einmaliges Merkmal der ADI-2 Serie.

# Bedienungsanleitung

# ADI-2/4 Pro EX

**Bedienungs-Details für allgemeinen und Stand-Alone Betrieb**

## 9. RME Multi-Remote Control (MRC)

Die mitgelieferte, speziell für RME hergestellte Infrarot-Fernbedienung ermöglicht auf übersichtliche Weise eine fast vollständige Fernbedienung. Sie steuert ab Werk den **ADI-2 DAC**. Das Drücken einer Taste lässt die SEL(ect) LED daher **grün** aufleuchten. Zur Steuerung des **ADI-2/4 Pro EX** muss die Code-Tabelle 3 aktiviert werden, so dass die SEL LED **rot** leuchtet. Leuchtet die LED grün, orange oder blau ist eine andere Code-Tabelle aktiv, die mit dem ADI-2/4 Pro EX nicht kompatibel ist. Die Umstellung der Code-Tabelle geschieht wie folgt:

- SEL gedrückt halten bis die LED durchgängig leuchtet
- Taste 3 drücken. Die LED wird rot und erlischt. Die Fernbedienung funktioniert nun mit dem ADI-2/4 Pro EX.

Hinweis: *SETUP, Options, SPDIF/Remap Keys - Remap Keys* muss auf *On* oder *Remote* stehen.

### 9.1 Tasten und Funktionen

**SEL.** Wahl zwischen 4 verschiedenen Codetabellen. Der ADI-2/4 Pro EX nutzt Tabelle 3, die LED leuchtet rot.

**Power On/Off.** Zum Ausschalten Taste eine Sekunde gedrückt halten.

**B/T.** Bass/Treble aktiv oder aus (linear).

**EQ.** PEQ aktiv oder aus (linear).

**LD.** Loudness aktiv oder ausgeschaltet.

**B+ / - .** Bässe anheben oder absenken, wie Encoder 1.

**+ (VOL) - .** Lautstärke anheben oder absenken.

**VOL.** Entspricht dem Drücken des VOLUME-Knopfes am Gerät. Kurzer Druck wechselt zwischen 1/2 und 3/4, langer Druck bewirkt einen Ausgangswechsel, wenn per *SETUP - Options - Phones - Toggle Ph/Line* konfiguriert.

**T+ / - .** Höhen anheben oder absenken, wie Encoder 2.

**L / R.** Balance zwischen Links und Rechts verändern.

**1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.** Remap Function Keys. Im Menü *SETUP, Options, SPDIF/Remap Keys* stehen diesen sieben programmierbaren Tasten 61 verschiedene Befehle/Aktionen zur Verfügung (siehe Kapitel 14.1.1). Funktionen wie Polarität, Crossfeed und DAC Filter können so live vom Hörplatz aus kontrolliert werden. Voreingestellt sind 1 Source Analog, 2 Source AES, 3 AutoDark, 4 DIM, 5 Source SPDIF coaxial, 6 Source Optical, 7 Source USB. Alle Source-Taster sind nur im Basic Mode DAC nutzbar.

**Mute.** Stummschaltung des Audioausgangs.

Da der ADI-2/4 Pro EX zwei unabhängige Stereo-Ausgänge besitzt beeinflussen die meisten Tasten jeweils nur den gerade selektierten bzw. aktiven Ausgang (siehe Marker in Statusleiste).

Die Fernbedienung benötigt eine handelsübliche *Lithium-Batterie CR 2032* (im Lieferumfang enthalten). Zur Inbetriebnahme den transparenten Plastikisolator ganz herausziehen.

*Hinweis: Nur entleerte Batterien entsorgen. Bei der Entsorgung auf Kurzschlußgefahr achten und Kontakte isolieren. Nicht im Hausmüll entsorgen, siehe Seite 116.*

## 9.2 Andere Fernbedienungen

Der ADI-2/4 Pro EX kann auch über Fernbedienungen von Drittherstellern und kundenspezifische IR-Sender fernbedient werden. Logitech hatte den ADI-2 Pro in seine Fernbedienungs-Datenbank aufgenommen. Andere können die hier dokumentierten Codes verwenden:

http://www.rme-audio.de/downloads/adi24pro_ir_commands.zip

Verfügbar sind die Originaltasten der MRC sowie 52 Remap-Befehle mit direktem Zugriff (ohne Remapping).

# 10. Bedienelemente auf der Front

Allgemeines zu Betrieb und Bedienung des ADI-2/4 Pro EX enthalten Kapitel 5.2, Quick Start, und Kapitel 5.3, Bedienung am Gerät.

Der ADI-2/4 Pro EX kommt ab Werk mit *Basic Mode Auto* aktiviert. In diesem Modus konfiguriert sich das Gerät je nach angeschlossenen Quellen automatisch, und bietet so schnellen, einfachen und intuitiven Betrieb:

- Kein digitales Eingangssignal, kein USB => Preamp mode
- Digitales Eingangssignal vorhanden => AD/DA converter mode
- USB angeschlossen => USB mode (USB Interface Betrieb)

Diese Modi werden detailliert in Kapitel 17 erläutert. Der aktuelle Modus wird bei jedem Wechsel für 2 Sekunden im Bildschirm gezeigt (Info Message), und ein Mal nach dem Einschalten.

Der Bildschirm *State Overview* ist besonders nützlich, um den Status der digitalen Eingangssignale und die aktuellen Einstellungen mit USB zu überprüfen. Er zeigt auch einige Warnhinweise, die Erklärungen zu fehlendem Audio geben können. Siehe Kapitel 15.3.

Die folgenden Kapitel erklären alle Bedienelemente und Menüeinträge im Detail.

## 10.1 Taster

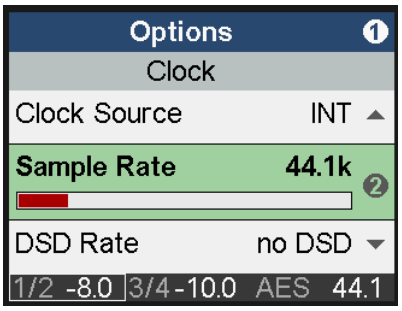
Die vier beleuchteten Taster bieten einen Schnellzugriff auf wichtige Parameter in der Menüstruktur. Durch Druck auf einen der vier Taster wird das entsprechende Menü im Display angezeigt. Das Gerät merkt sich die letzte Auswahl pro Taste, eine Rückkehr zu einem gerade veränderten Parameter ist also einfach. Zum Verlassen des Menüs einfach die Taste erneut drücken, oder jede andere zweimal. Das Display kehrt zu dem Meter Screen zurück, der vor dem Eintritt ins Menü aktiv war.

## 10.2 Encoder (Drehgeber)

Die Encoder lassen sich sowohl endlos drehen als auch drücken, haben also auch eine Taster-Funktion. Was sie jeweils bewirken wird klar im Display angezeigt. Der große Volume-Knopf kontrolliert normalerweise die Lautstärke der Ausgänge 1/2 und 3/4. Seine aktuelle Zuweisung ist in der Statuszeile des Displays als Marker um die Volume-Werte herum ersichtlich.

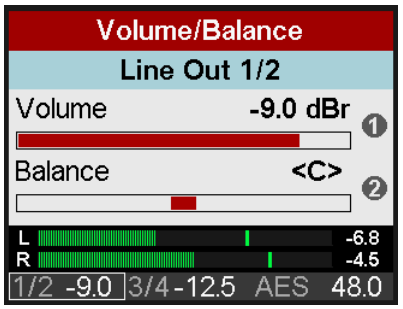
Das Drehen der kleinen Encoder 1 und 2 verändert entweder den aktuellen Parameter, oder bewegt die Auswahlmaske (den Cursor) horizontal zu anderen Seiten. Über das Drücken der Encoder bewegt sich die Auswahlmaske vertikal, mit 1 nach oben und 2 nach unten, siehe die dreieckigen Pfeil-Symbole rechts im Display.

Beispiel: Taste SETUP drücken. Es erscheint die Seite *Setups*. Die **1** im Kreis rechts daneben zeigt an, dass durch Drehen weitere Seiten verfügbar sind. Durch Linksdrehen von Encoder **1** erscheinen die *Options*. Mit Drehen von Encoder **2** geht es horizontal durch alle Unterseiten der Options: SPDIF / Remap Keys, Device Mode / DSD, Clock, Phones, Display. Durch Drücken des Encoders **2** bewegt sich der Cursor nach unten, durch Drücken von **1** wieder nach oben. Auf dem jeweils ausgewählten Feld signalisiert die **2** rechts, dass Drehen mit dem Encoder **2** den dortigen Parameter bearbeitet. Ändern Sie die Clock Source, um zu erfahren wie einfach es ist Einstellungen zu ändern.




## 11. VOL

Die Taste VOL gibt Zugriff auf die erweiterte Volume-Seite mit Balance-Einstellung. Durch Drücken des großen Volume-Knopfs wechselt die Einstellung zwischen den Ausgängen 1/2 und 3/4, die dann über den großen Volume-Knopf oder Encoder 1 verändert werden können. Encoder 2 stellt die Balance ein. Ein Druck auf Encoder 2 (T) setzt die Balance auf Mitte (<C> wie Center).

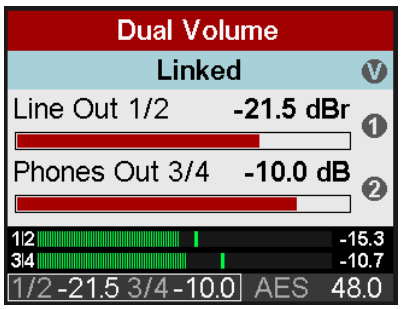



Die Einstellung von Volume und Balance ist auch im Menü *I/O - Settings* möglich, am unteren Ende der Liste.

Die Statuszeile unten im Display zeigt den aktuellen dB-Wert beider Volume-Einstellungen. Ein weißes Rechteck markiert den aktuell für Volume gewählten Ausgang.

Durch Druck auf Encoder 1 (B) wird der aktuelle Ausgang stumm geschaltet. Im blauen Feld erscheint *Line Out 1/2 - muted*. Ein nochmaliger Druck auf B hebt die Stummschaltung auf.

Durch nochmaliges Drücken der Taste VOL erscheint die Seite *Dual Volume*, die beide Volumes gleichzeitig anzeigt. Encoder 1 kontrolliert Volume 1/2, Encoder 2 Volume 3/4, und der große Volume-Knopf beide gleichzeitig. Damit lassen sich die Ausgänge auf individuelle Pegel einstellen, aber auch gleichzeitig verstellen. Die Linked-Verstellung arbeitet relativ. Individuelle Lautstärken bleiben bei Erhöhung und Absenkung im Verhältnis erhalten, selbst bei Einstellung auf Maximum oder Minimum.




Die beiden Ausgänge lassen sich im Dual Volume Screen jeweils durch Druck auf Encoder 1 (B) und Encoder 2 (T) stumm schalten.

Erneutes Drücken des Tasters VOL wechselt zurück zum vorherigen Top-Screen.

Wird der Dual Volume Screen über Timeout (30 s) oder eine andere Taste als VOL verlassen, bleibt der Dual Volume Modus aktiv, zu erkennen am Marker über beide Volume-Anzeigen in der Statuszeile. Um dann den Dual Volume Modus zu verlassen den großen VOLUME Knopf kurz drücken.

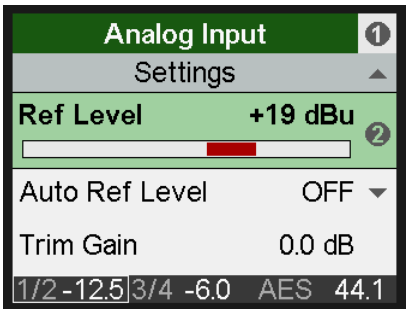
Hinweis: Line Out 1/2 hat ab Werk *Auto Ref Level* aktiviert, die aktuelle Lautstärke erscheint als *dBr* (dB relativ).

# 12. I/O

Das I/O Menü enthält alle Einstellungen der analogen Stereo-I/Os *Analog Input*, *Line Output 1/2, Phones Output 1/2* und *Phones Out 3/4*. Die Unterseite *Parametric EQ* spiegelt die im grafischen EQ-Bildschirm vorgenommenen Einstellungen. Die Unterseiten *Bass/Treble* und *Loudness* sowie einige Phasenoptionen existieren nur für die beiden analogen Stereo-Ausgänge.

## 12.1 Analog Input

### 12.1.1 Settings




Die Unterseite *Settings* hat folgende Einträge:

**Ref Level**
Setzt den Referenz-Pegel der beiden analogen Eingänge 1/2, bezogen auf digitalen Vollpegel (0 dBFS). Verfügbar sind +24 / +13 / +7 / +1 dBu in diskreter Schaltungstechnik, sowie -5 / -11 / -17 / -23 / -29 und -35 dBu (dig.) über zusätzliche digitale Verstärkung.

**Auto Ref Level**
ON, OFF. Default: OFF. Im Fall einer Übersteuerung setzt Auto Ref Level den nächst höheren Ref Level. Dieser Prozess wird wiederholt bis +24 dBu erreicht ist. Falls Trim Gain aktiv ist wird es zuerst auf 0 dB gesetzt. Nicht verfügbar im RIAA Modus.

**Trim Gain Left, Trim Gain Right**
Digitale Verstärkung des Eingangssignals von 0 bis +6 dB, in Schritten von 0,5 dB. Haupt-Anwendung ist die Feineinstellung der Eingangsempfindlichkeit und Balance.

**Phase Invert**
Verfügbare Einstellungen sind OFF (Default), Both, Left and Right. Invertiert die Polarität des entsprechenden Kanals (auch als Phase 180° bekannt).

**M/S-Proc**
Aktiviert M/S-Processing. Monoanteile erscheinen auf dem linken Kanal, Stereoanteile rechts.

**AD Filter**
SD Sharp, SD Slow, Sharp, Slow. Für die Analog zu Digital Wandlung stehen vier Filter bereit. Default ist *Sharp*, welches den weitesten und linearsten Frequenzgang bei geringster Phasenabweichung ermöglicht. *Slow* ist ein weniger steiles Filter, mit leichtem Abfall im obersten Frequenzbereich. *SD Sharp* und *SD Slow* sind ähnliche Filter mit kürzerer Latenz, aber nicht phasenlinear. Weitere Details siehe Kapitel 34.11 / 34.14. Hinweis: Bei den Samplefrequenzen 705,6 kHz und 768 kHz ist die Filterauswahl deaktiviert. Der ADC nutzt dann ein Minimum Phase Slow-Filter.

**Dual EQ**
OFF, ON. Default: OFF. Wenn aktiviert sind unterschiedliche Einstellungen des 5-Band Parametric Equalizers auf linkem und rechtem Kanal möglich.

**AD Conversion**
PCM, DSD. Default: PCM. DSD ist ab 176,4 kHz Samplefrequenz verfügbar. Die DSD Rate ändert sich mit der gewählten Samplefrequenz (*SETUP - Options - Clock*).

**DC Filter**
ADC, RME (Default), None. *RME* ist ein < 0,1 Hz Filter im FPGA mit minimalem Phasenfehler. Im RIAA Modus ist dieser immer aktiv. Bei DSD Aufnahme ist statt *RME* der Filter *ADC* aktiv.

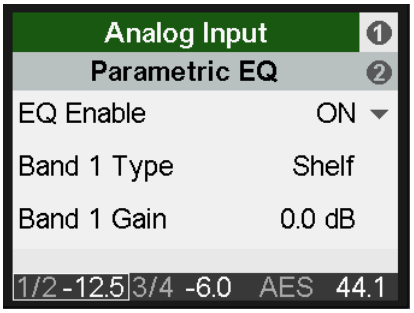
**RIAA Mode**
OFF, 0 dB, +14 / +20 / +26 dB / +32/ +38 dB. Default: Off. Aktiviert einen RIAA Vorverstärker und Entzerrer mit wählbarer Verstärkung für Plattenspieler mit Moving Magnet Tonabnehmer (MM).

**RIAA Mono Bass**
OFF (Default), Mono. Summiert Bassanteile unterhalb von 150 Hz (auch ohne RIAA nutzbar).

**Bal. Impedance**
94 k (Default), 47 k. Aktiviert im Balanced-Mode die MM Standard Eingangsimpedanz 47 kOhm.

### 12.1.2 Parametric EQ

Die Unterseite *Parametric EQ* enthält folgende Einträge:




**EQ Enable**
ON, Off. Default: OFF. Schaltet den EQ aus oder ein.

**Band 1 Type**
Verfügbare Einstellungen: Peak, Shelf, High Cut und High Pass (Low Cut). Alle Filter sind von 20 Hz bis 20,0 kHz einstellbar, bei einer Güte von 0,5 bis 9,9. Cut/Pass hat eine feste Flankensteilheit von 12 dB/oct.

**Band 2-4 Type**
Nicht verfügbar, Voreinstellung Peak.

**Band 5 Type**
Verfügbare Einstellungen: Peak, Shelf und High Cut. Der High Cut ist einstellbar von 200 Hz bis 20,0 kHz, bei einer Güte von 0,5 bis 5,0, mit festen 12 dB/oct.

**Band 1-5 Gain**
Verfügbare Einstellungen: -12 bis +12 dB, in Schritten von 0,5 dB.

**Band 1-5 Frequency**
Einstellbar von 20 Hz (200 Hz Band 4/5) bis 20,0 kHz in Schritten zwischen 1 Hz und 100 Hz.

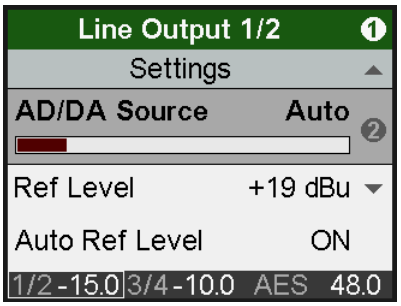
**Band 1-5 Q**
Die Güte (Quality factor) ist in Band 1 bis 3 einstellbar von 0,5 bis 9,9, in Band 4 und 5 bis 5,0, jeweils in Schritten von 0,1. Dies entspricht einer Bandbreite (bandwidth) von 2,54 (0,5), 0,29 (5,0) und 0,146 (9,9).

**Die Unterseite *Parametric EQ R* wird nur mit aktivierter Option Dual EQ On angezeigt.**

## 12.2 Line Output 1/2

### 12.2.1 Settings

Die Unterseite *Settings* enthält die gleichen Einträge wie bei Analog Input beschrieben, plus:




**AD/DA Source**
Die Quelle des Line Output 1/2 wird, basierend auf dem aktuellen Modus, automatisch gewählt:

Preamp mode: analoge Eingänge 1/2
USB: Wiedergabekanäle 1/2
Dig Thru mode: aktuelles digitales Eingangssignal
AD/DA Converter: aktuelles digitales Eingangssignal
DAC: aktuelles digitales Eingangssignal und Clock

Daher ist der Eintrag AD/DA Source meist ausgegraut. Nur in den Modi AD/DA und DAC lässt sich das Eingangssignal aus Auto, SPDIF, AES und Analog manuell wählen. Dies erlaubt eine Festlegung der Konvertierung zu Ausgang 1/2 mit einem der aktuellen digitalen Eingangssignale.

**Ref Level**
Setzt den Referenz-Pegel der analogen Ausgänge 1/2. Verfügbar sind +1 dBu, +7 dBu, +13 dBu, +19 dBu, +24 dBu, bezogen auf digitalen Vollpegel (0 dBFS). Die RefLevel der Phones sind unabhängig schaltbar, auf IEM (+1 dBu), Low Power (+7 dBu) und High Power (+19 dBu).

**Auto Ref Level**
ON, OFF. Default: ON. Siehe Kapitel 21.3.

**Mono**
OFF, ON, to Left. Default: OFF. Die Option *to Left* sendet die Summe aus links und rechts nur zum linken Ausgang. Wenn aktiv erscheint **Mono** im Volume-Feld der Statusbar des Displays.

**Width**
Stereo-Basisbreite. 1.00 entspricht vollem Stereo, 0.00 Mono, -1.00 vertauschten Kanälen.

**M/S-Proc**
Aktiviert M/S-Processing. Monoanteile erscheinen auf dem linken Kanal, Stereoanteile rechts.

**Crossfeed**
OFF, 1, 2, 3, 4, 5. Der Bauer Stereo zu Binaural Crossfeed Effekt emuliert Lautsprecherwiedergabe durch eine Reduzierung der Basisbreite im Höhenbereich. Einstellbar in fünf Stufen.

**DA Filter**
Short Delay Sharp, Short Delay Slow, Sharp, Slow, SD LD (Short Delay Low Dispersion), Brickwall, NOS. Für die Digital/Analog-Wandlung stehen verschiedene Oversampling-Filter zur Auswahl. Default ist *Sharp*, mit dem weitesten und linearsten Frequenzgang sowie geringster Phasenabweichung. *Slow* besitzt einen leichten Abfall im höheren Frequenzbereich, arbeitet aber mit einem weniger aggressiven Filter. *SD Sharp* und *SD Slow* sind ähnlich, aber mit geringerer Latenz und nicht phasenlinear. *NOS* ist das flachste, und daher am meisten die Höhen beeinflussende Filter, bietet aber eine sehr gute Impulsantwort. In der Technischen Referenz finden sich Messungen, die das Ergebnis in Frequenzgang und Impulsantwort illustrieren.

**De-Emphasis**
Auto, OFF, ON. Default: Auto. Manuelle De-/Aktivierung des DAC De-Emphasis Filters. Siehe Kapitel 34.5.

**Volume**
Spiegelt die direkte Volume-Einstellung über den Volume-Knopf und Encoder 1/2. Volume ist zwischen -96 dB und +6 dB, meist in Schritten von 0,5 dB, einstellbar. Schnelles Drehen erhöht die Größe der Schritte. Bei mittlerer Drehgeschwindigkeit folgt die Änderung in dB dem erwarteten Wechsel. Die feinsten Schritte werden nur bei sehr langsamem Drehen durchlaufen.

**Lock Volume**
Deaktiviert die Lautstärkeeinstellung über den großen VOLUME-Knopf. Volume im Menü ist weiter aktiv, und dient zur Einstellung des gewünschten Ausgangspegels. Aktiviertes Lock wird im VOL- und Volume-Screen sowie der Statusbar angezeigt.

**Balance**
Spiegelt die Einstellung Balance im Bildschirm Volume. Einstellbar von L 100 (left) über <C> (center) bis R100 (right). Eine schnelle Drehung springt von L oder R zu <C>, und umgekehrt.

**Mute**
Schaltet den Kanal stumm. Auch über den VOL Screen und *Remap Function Keys* schaltbar.

**Dim**
Senkt den Volume des aktuellen Ausgangs um 20 dB ab. Auch über die *Remap Function Keys* schaltbar. Eine Erhöhung des Volume deaktiviert Dim sofort, eine Verringerung übernimmt den Dim-Wert als neuen Volume-Wert.

**Loopback**
OFF, Pre FX to 1/2 – 5/6, Post FX to 1/2 – 5/6, Post 1/2 – 5/6 -6 dB. Schaltet das aktuelle Ausgangssignal auf den ausgewählten USB Aufnahmekanal. Details in Kapitel 17.4.3.

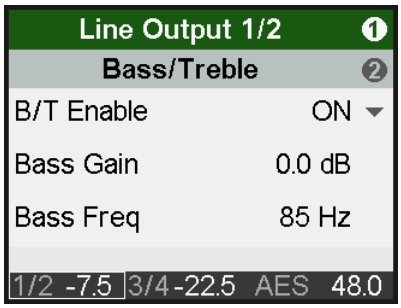
**Digital DC Protection**
ON, OFF, Filter. Default: Filter. ON erkennt DC im Quellsignal, mutet den entsprechenden analogen Ausgang wenn der DC-Anteil zu hoch wird. OFF bleibt die DC-Erkennung aktiv und zeigt eine angepasste Warnung. Die Option Filter beseitigt DC und Infraschall. Siehe Kapitel 34.26.

### 12.2.2 Bass/Treble

Die Unterseite *Bass/Treble* enthält die folgenden Einträge:

**B/T Enable**
OFF, ON. Default: ON

**Bass Gain**
Aktuelle Bass-Verstärkung des aktuellen Kanals, wie über Encoder 1 (B) eingestellt. Einstellbar zwischen -12 dB und +12 dB in Schritten von 0,5 dB.




**Bass Freq**
Grenzfrequenz des Shelf Bass-Filters. Einstellbar von 20 Hz bis 150 Hz in Schritten von 1 Hz. Default: 85 Hz.

**Bass Q**
Die Güte (Quality factor) des Filters ist von 0,5 bis 1,5 einstellbar. Default 0,9.

**Treble Gain**
Aktuelle Treble-Verstärkung des aktuellen Kanals, wie über Encoder 2 (T) eingestellt. Einstellbar zwischen -12 dB und +12 dB in Schritten von 0,5 dB.

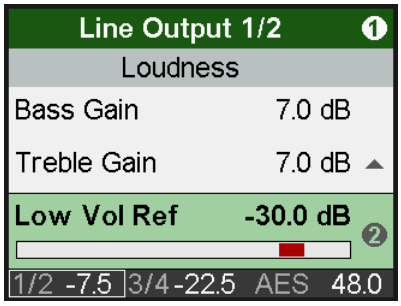
**Treble Freq**
Grenzfrequenz des Shelf Treble-Filters. Einstellbar von 3 kHz bis 10 kHz in Schritten von 100 Hz. Default: 6,5 kHz.

**Treble Q**
Die Güte (Quality factor) des Filters ist von 0,5 bis 1,5 einstellbar. Default 0,7.

### 12.2.3 Loudness

Die Unterseite *Loudness* enthält die folgenden Einträge:

**Enable**
ON, OFF. Default: OFF.




**Bass Gain**
Maximum der Bassanhebung. Einstellbar zwischen +1 dB und +10 dB in Schritten von 0,5 dB. Default: +7 dB

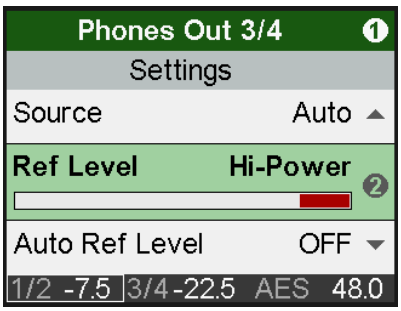
**Treble Gain**
Maximum der Höhenanhebung. Einstellbar zwischen +1 dB und +10 dB in Schritten von 0,5 dB. Default: +7 dB

**Low Vol Ref**
Referenzpegel für höchste Bass/Treble Anhebung, referenziert zur Volume-Einstellung in dB. Verfügbarer Bereich: -90 dB bis -20 dB. Default: -30 dB. Eine Volume-Einstellung unterhalb dieses Wertes wird die maximale Bass/Treble Anhebung haben, alle darüber eine niedrigere. 20 dB oberhalb der Low Vol Ref ist die Bass/Treble Anhebung dann gleich Null.

## 12.3 Phones Output 1/2 und 3/4

Die Unterseite *Settings* enthält die bei Line Output 1/2 beschriebenen Einträge, plus:

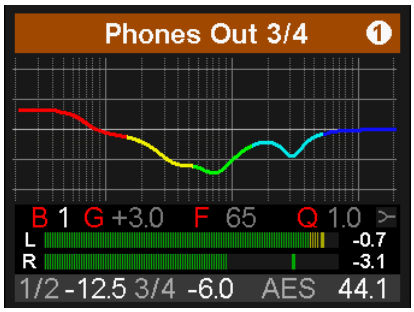
**Source**
Default: Auto. Die Quelle des Ausgangs Phones Out 3/4 ist manuell wählbar. Verfügbare Optionen: Auto, AES, SPDIF, Analog, USB 1/2, USB 3/4, ADAT 3/4. Auto bedeutet nicht nur das aktuelle Eingangssignal, sondern auch die Kanäle 1/2.



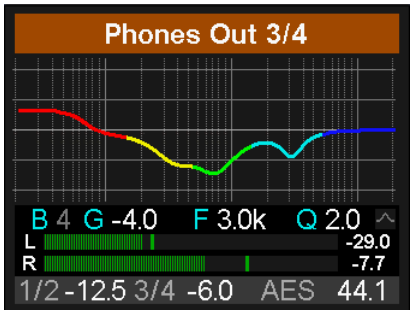

**Rear TRS Source (nur Phones Out 3/4)**
Line 1/2, Phones 3/4. Default: Line 1/2. Die hinteren TRS-Ausgänge lassen sich von Line Out 1/2 auf Phones 3/4 als Quelle umschalten. Siehe Blockschaltbild Kapitel 34.29. Die Einstellungen der Settings von Phones Out 3/4 sind dann auch bei TRS aktiv, inklusive der Ref Level. Der Line Ref Level +13 dBu ist daher nicht verfügbar.

# 13. EQ

Die Taste EQ öffnet eine grafische EQ-Darstellung (Bode Plot) zur schnellen und übersichtlichen Einstellung des EQ. Sie ist für alle analogen I/Os verfügbar. Die Menü Unterseite *I/O - Settings - Parametric EQ* spiegelt die hier vorgenommenen Einstellungen.




In der Titelzeile lässt sich mit Encoder 1 zwischen *Analog Input*, *Line Output 1/2* und *Phones Out 3/4* wechseln. Eine Drehung von Encoder 2 springt durch alle 5 Bänder, wie in der Parameterzeile zu sehen. Dies erlaubt eine schnelle Betrachtung/Check/Verifizierung aller Parameter aller Bänder, ohne Gefahr zu laufen diese zu verändern.



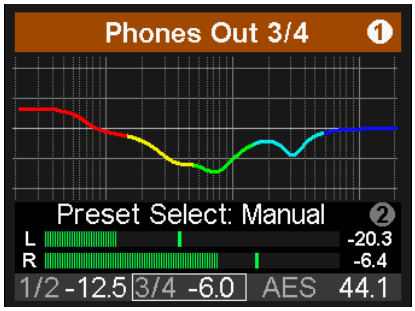

Mit Druck auf Encoder 2 springt der Cursor in die Parameterzeile, alle Werte nun in weißer Farbe. Jetzt ist es möglich alle Parameter durch Drehen der drei Encoder einzustellen. Der Volume-Knopf verändert den Gain, Encoder 1 die Frequenz, Encoder 2 die Güte (Q). Alle Änderungen werden in Echtzeit als Frequenzgang dargestellt, was es sehr einfach macht die gewünschten Resultate zu erzielen.

Ein Druck auf Volume wechselt zum nächsten Band.

Die fünf Bänder zeigen das aktuell gewählte dank unterschiedlicher Farben klar an: Band 1 Rot, Band 2 Gelb, Band 3 Grün, Band 4 Hellblau, Band 5 Dunkelblau.

Band 1 und 5 lassen sich in den Modus Peak oder Shelf schalten, sowie Hi Pass/Hi Cut. Dazu wird der Encoder 2 erneut gedrückt, so dass der Cursor auf das kleine Filtersymbol unten rechts springt. Es ist dann nicht mehr ausgegraut. Das Drehen des Encoders 2 schaltet nun durch alle verfügbaren Optionen, wobei sich das Symbol passend ändert.

Ein weiterer Druck auf Encoder 2 wechselt zur grafischen EQ Preset Auswahl. Das Drehen von Encoder 2 blättert durch alle vorhandenen Presets, wobei die jeweilige Frequenz-Kurve angezeigt wird, und in der Parameterzeile der Name des Presets erscheint. In diesem Bildschirm sind Volume, die Volume-Auswahl und die Kanalselektion (Encoder 1) ebenfalls verfügbar.



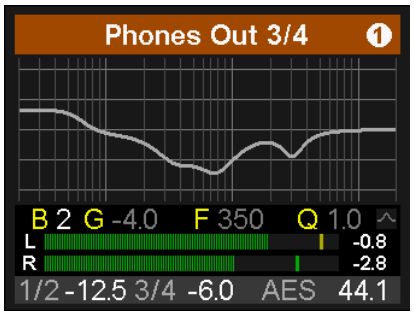
**Hinweise**
Die Frequenzganggrafik zeigt übersichtlich und präzise die Auswirkungen der Filter. Wenn sich Filter überlappen beeinflussen sie sich gegenseitig. Dies lässt sich ausnutzen um mehr als 12 dB Beeinflussung zu erreichen, oder schwierige Frequenzgangkorrekturen zu erzeugen.

Der ADI-2/4 Pro EX besitzt einen internen Headroom von 24 dB. Extreme Anhebungen mit mehrfacher Überlappung können zu interner Übersteuerung führen. Diese würde aber von den Level Metern unterhalb des EQs oder des Kanals angezeigt. Das Reduzieren des Ausgangs-Volumes verhindert Clipping, solange der Headroom von 24 dB nicht überschritten wurde. In der Praxis ist dies immer der Fall, der ADI-2/4 Pro EX wird intern nicht übersteuern.

Der EQ kann an den digitalen Ausgängen Verzerrungen verursachen, wenn er im *Analog Input* zum Einsatz kommt. Die Level Meter zeigen auch diesen Fehlerfall klar an. Abhilfe schafft die Wahl eines höheren Referenzpegels, so dass der Eingang unempfindlicher wird.

Wird die Frequenzgangkurve als graue Linie dargestellt ist der EQ deaktiviert. Es gibt zwei Wege ihn zu aktivieren:

- Taste EQ erneut drücken um zur Seite EQ Enable / Presets zu wechseln, siehe unten.
- Taste I/O drücken, aktuellen Kanal wählen, Unterseite Parametric EQ, EQ Enable ON oder OFF



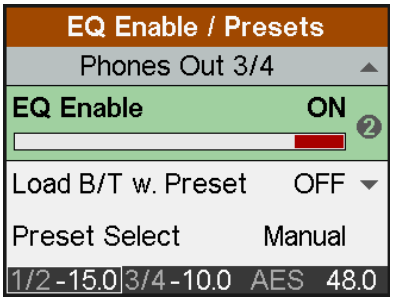

Beim zweiten Druck auf die Taste EQ erscheint **EQ Enable / Presets**. Auf dieser Seite werden der EQ komfortabel ein- und ausgeschaltet, sowie EQ-Presets gespeichert und geladen.

Mit Encoder 1 wechselt man zwischen den Unterseiten *Analog Input, Line Output 1/2* und *Phones Out 3/4*. Diese Unterseiten haben die folgenden Einträge:

**EQ Enable**
Default: OFF. Optionen sind ON, OFF, L, R (L und R nur wenn Dual EQ aktiv ist).

**Load B/T with Preset**
Die aktuelle Einstellung B/T wird immer mit dem EQ Preset gespeichert, aber nur geladen (und aktiviert) wenn diese Option auf ON steht. Der Bode Plot zeigt dann auch den Effekt der B/T-Einstellungen. Außerdem sind Bass und Treble als Bänder BB und BT im grafischen EQ Bildschirm direkt einstellbar. Der 5-Band PEQ wird so zu einem 7-Band PEQ.

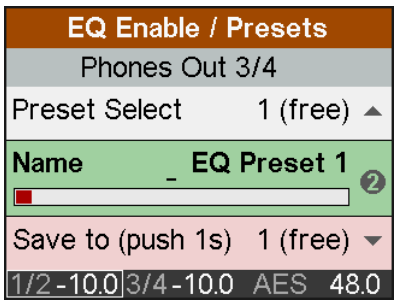
**Preset Select**
Ermöglicht 22 verschiedene EQs zu speichern und zu laden. Der erste Eintrag, Manual, enthält aktuelle, ungespeicherte EQ-Einstellungen. Der zweite Eintrag, Temp, enthält die Einstellungen eines geladenen und dann modifizierten Presets. Es lassen sich daher drei verschiedene EQ-Einstellungen schnell ändern und vergleichen: der manuelle, die gespeicherten und der modifizierte Preset, ohne die Änderungen beim Anhören anderer EQ-Presets zu verlieren.




Der letzte Eintrag (21, Clear) entspricht dem Factory Default mit allen Bändern auf 0 dB. Er ist nicht als Speicherplatz verfügbar, sondern dient dem Reset durch Überschreiben. Ein derart zurückgesetzter, also leerer Speicherplatz wird mit **(lin)** gekennzeichnet.

Die Presets sind unabhängig von den Setups und werden nicht mit gespeichert (siehe Kapitel 14.2). EQ-Presets sind daher immer verfügbar, egal welches Setup geladen wurde. Das Setup enthält allerdings die aktuellen EQ-Einstellungen, welche beim Laden in *Manual* landen.

**Name**
Ermöglicht das Editieren des Namens des aktuellen Presets, und das Eingeben während des Speicherns. Durch Drehen von Encoder 2 wird ein Zeichen ausgewählt, durch Druck auf Encoder 2 bewegt sich der Cursor nach rechts zur nächsten Eingabe. Nach der letzten Eingabe springt der Cursor auf das Feld *Store to*. Der Name kann 14 Zeichen lang sein. Durch Drehen von Encoder 1 erhält man Zugriff auf alle vorhandenen Namen, was die Eingabe deutlich beschleunigt.

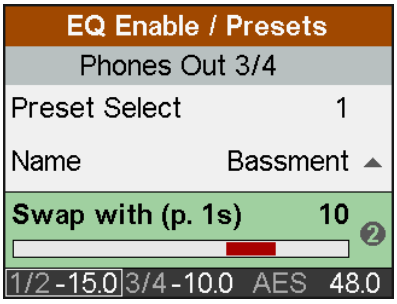



Gespeicherte Presets lassen sich ohne weiteren Speichervorgang jederzeit umbenennen.

Beim Verlassen des Namensfeldes wird der Name automatisch rechts ausgerichtet. Es lassen sich nachträglich vorne und hinten Zeichen hinzufügen. Ein schneller Dreh nach links springt zum Leerzeichen, welches auch zum Löschen von Zeichen dient. Verfügbare Symbole und Buchstaben sind:

Leerzeichen, Aa bis Zz, + - / ( ) * ; : . , ! # $ & < > = ' I @, 0 - 9

**Save to (push 1s)**
Mit Encoder 2 wählt man den gewünschten Speicherplatz für das zu speichernde Preset. Zum Speichern ist Encoder 2 eine Sekunde lang zu drücken. Durch fortdauernde Rechtsdrehung gelangt man zur Funktion *Swap with (push 1s).*




**Swap with (push 1s)**
Mit Encoder 2 den Preset auswählen, der mit dem zuvor selektierten getauscht werden soll (Preset Select). Swap arbeitet nicht mit Temp und Manual als Quelle.

## 14. SETUP

Der Taster SETUP gibt Zugriff auf zwei Hauptseiten: *Options* und *Load/Store all Settings*. Options enthält die Unterseiten *SPDIF / Remap Keys, Expert Settings, Device Mode / DSD, Clock, Phones* und *Display*.

### 14.1 Options

#### 14.1.1 SPDIF / Remap Keys

*SPDIF / Remap Keys* enthält die folgenden Einträge:

**SPDIF In**
Einstellungen: Auto, Coax, Optical. Default: Auto.

**SRC (Sample Rate Converter)**
Verfügbare Einstellungen: OFF, AES In, SPDIF In. Default: SPDIF In. Hinweis: Bei Anliegen eines DoP-Signals (DSD) wird der SRC automatisch temporär deaktiviert.

**SRC Gain dig.**
Verfügbare Einstellungen: 0 dB, -3 dB. Default: 0 dB. Der SRC arbeitet generell mit einem digitalen Headroom, um Intersample Peaks bis +3 dBFS störfrei verarbeiten zu können. Mit der Einstellung -3 dB lässt sich ein SRC-Signal mit bis zu +3 dBFS auch per USB unverzerrt aufnehmen, oder im Modus Dig Thru am AES/SPDIF Ausgang weitergeben. Ein normales SRC-Eingangssignal mit 0 dBFS weist dann für diese beiden Pfade einen Pegel von -3 dBFS auf.

**Optical Out**
Verfügbare Einstellungen: SPDIF, ADAT. Während sich der Eingang automatisch auf das empfangene Signal einstellt, ist beim Ausgang eine manuelle Konfiguration notwendig. Im Modus Dig Thru wird der Ausgang bei ADAT am Eingang automatisch auf ADAT geschaltet, und alle acht Eingangskanäle unverändert weitergereicht.

**Remap Keys**
OFF, ON, Remote. Default: Remote. Ermöglicht eine Zuweisung 64 verschiedener Funktionen/Aktionen zu den vier Funktionstasten am Gerät und den 7 Tasten auf der Fernbedienung, konfigurierbar in den folgenden sieben Einträgen:

**VOL Key, I/O Key, EQ Key, SETUP Key, IR Key 5-7**.
Verfügbare Funktionen/Aktionen:
Setup 1 bis 9, Mono 1/2, Mono 3/4, Mono 1/2 to L, Mono 3/4 to L, Mute 1/2, Mute 3/4, Mute all, Loudness 1/2, Loudness 3/4, EQ In 1/2, EQ Out 1/2, EQ Out 3/4, B/T Out 1/2, B/T Out 3/4, EQ+B/T+Ld 1/2, EQ+B/T+Ld 3/4, Toggle Ph/Line, EQ+B/T+Ld 1-4, Polarity, Crossfeed 1-5, DA SD Sharp, DA SD Slow, DA Sharp, DA Slow, DA SD LD, DA Brickwall, DA NOS, Toggle View, DIM, Mono all, Mono all to L, Loudness all, EQ Out all, BT all, AutoDark, EQ Preset 1-9, RIAA Mode +, RIAA Mode -, RIAA Mono B.

Zusätzlich stehen Source AES, Source SPDIF c, Source Optical, Source Analog, Source USB 1/2 zur Verfügung. Im Basic Mode DAC (und nur dort) realisieren diese eine Umschaltung des abzuhörenden Eingangs am Gerät und über die Fernbedienung (siehe Kapitel 34.27).

Die ursprüngliche Funktion der Taste, der Aufruf des Menüs, ist über ein längeres Drücken der Taste (0,5 s) weiterhin möglich.

**Diagnose-Daten, Test Results**
Bitte ignorieren. Keine Anwender-bezogenen Daten.

**SW Version**
Zeigt die aktuelle Versionsnummer und Datum der DSP Firmware.

### 14.1.2 Expert Settings

Dieses Menü bietet Zugriff auf die THD Kompensationsparameter der AD- und DA-Wandlung, und einen Abgleich der internen Clock. Es ist hauptsächlich für Messtechniker gedacht. Alle Einstellungen werden im Gerät automatisch gespeichert und bei Aktivierung automatisch geladen.

**Enable Settings**
OFF, ON. Default: OFF. Wenn aktiviert werden die weiteren Einstelloptionen eingeblendet. OFF aktiviert die Werkseinstellungen.

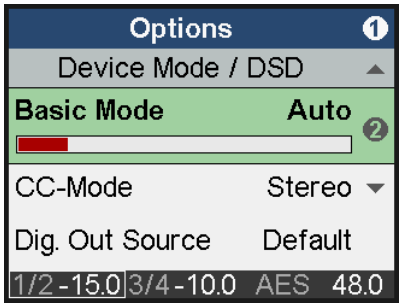
**THD Comp k2 IN, k3 IN**
Erlaubt die Einstellung eines Korrekturfaktors für den AD-Wandler zur Verringerung der zweiten und dritten Harmonischen, also einer Reduzierung des Klirranteils. Die *THD Compensation* ist in weiten Bereichen einstellbar, wobei 0 der RME Werkseinstellung entspricht.

**THD Comp K2 1, 2, 3, 4 (K3 1, 2, 3, 4)**
Der DA-Wandler im ADI-2/4 Pro EX besitzt - anders als der ADC - eine Kanal-getrennte Einstellung der Kompensation. Hinweis: Sehr hohe Werte (10.0k) verursachen um die -60 dB Klirr (0,1%). Es ist daher auch möglich K2 und K3 getrennt und absichtlich so hoch einzustellen und als Effekt zu nutzen. Das kann durchaus lehrreich sein – wenn man feststellt, dass kein Unterschied zwischen 0,1% und 0,0001% Klirr hörbar ist.

**SR Trim**
Feinanpassung der internen Masterclock im Bereich ± 50 ppm, in Schritten von 0,1 ppm. Siehe auch Kapitel 34.8.

### 14.1.3 Device Mode / DSD

**Basic Mode**
Verfügbar sind: Auto, AD/DA, USB, Preamp, Dig Thru und DAC. Siehe Kapitel 17.



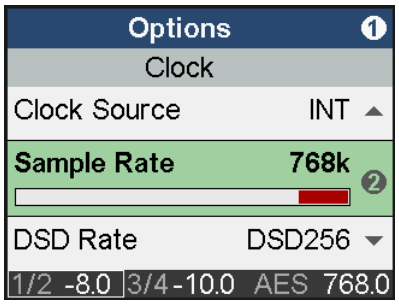

**CC-Mode**
Verfügbare Optionen sind Stereo und Multi-channel. Der ADI-2/4 Pro EX unterstützt zwei Class Compliant Modi: 2-Kanal I/O, welches Samplefrequenzen bis 768 kHz selbst auf iOS-Geräten erlaubt, und 6/8-Kanal für vollen Zugriff auf alle I/Os gleichzeitig. Im Modus Multi-channel sind maximal 192 kHz möglich. Zur Änderung des Modus darf USB nicht angeschlossen sein.

**Dig. Out Source**
Default, Main Out. Kopiert das Signal des Signalpfads 1/2 (mit EQ und Volume) auf die digitalen Ausgänge AES und SPDIF/ADAT. Nützlich beim Anschluss aktiver Monitore mit Digitaleingang.

**Auto Standby**
Off, 30min, 1h, 2h, 4h. Überwacht alle Ausgänge und die analogen Eingänge. Nach der gewählten Zeit ohne Audio (kleiner -70 dBFS) und Nutzerinteraktion geht das Gerät in den Standby.

**DSD Detection**
Default: ON. Manuelle Abschaltung der automatischen DSD-Erkennung für SPDIF, AES, USB.

### 14.1.4 Clock




**Clock Source**
Verfügbar sind: Auto, INT (Internal, Master), AES, SPDIF.

**Sample Rate**
Verfügbar sind 44.1, 48, 88.2, 96, 176.4, 192, 352.8, 384, 705.6 und 768 kHz.

### 14.1.5 Phones

**Dual Phones**
OFF, ON. Default: OFF. Dual Phones ON aktiviert den Kopfhörerausgang PH 1/2. Default ist OFF, da PH 3/4 der Haupt-Kopfhörerausgang ist, und exklusiv genutzt werden sollte, außer es sind zwei Kopfhörer anzuschließen.

Mit Dual Phones On und zwei Kopfhörern eingesteckt wechselt ein Druck auf VOLUME zwischen 1/2, 3/4 und gemeinsamer Lautstärkeeinstellung (mit dem Marker über beiden). Wird VOLUME gedreht erscheint sofort der Dual Volume Bildschirm.

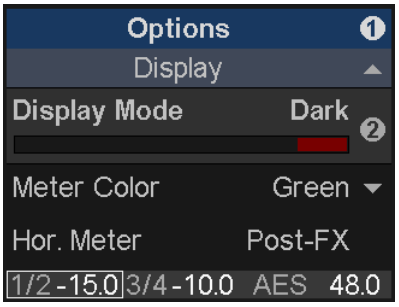
**Bal TRS Phones Mode**
OFF, ON, Auto. Default: OFF. Im Modus Balanced Phones liefert der Ausgang PH 3/4 den linken Kanal, Ausgang PH 1/2 den rechten Kanal. Kapitel 18 enthält weitere Details. Auto aktiviert den Balanced Phones Mode automatisch, sobald beide TRS-Ausgänge einen eingesteckten Stecker detektieren. Diese Einstellungen gelten nicht für die Pentaconn-Buchse, welche bei Benutzung den Balanced Mode grundsätzlich einschaltet.

**Toggle Ph/Line**
OFF, 1/2, 3/4, 1/2+3/4, All Plugged, Line/Digital. Default: OFF. Aktiviert wechselseitiges Mute zwischen Phones, hinterem Line Out und den digitalen Ausgängen. Durch Drücken des VOLUME-Knopfes für eine halbe Sekunde wird so zwischen hinten (Lautsprecher) und vorne (Kopfhörer) umgeschaltet. Diese Funktion ist per *Remap Function Keys* auch von einer der vier Funktionstasten oder dem VOL-Knopf auf der Fernbedienung steuerbar. *All Plugged* berücksichtigt die tatsächlich gesteckten Kopfhörer. *Line/Digital* wechselt zwischen Line Out und digitalen Ausgängen, mit Mute vs Ph aktiviert auch zwischen Phones und digitalen Ausgängen.

**Mute v. Ph 1/2**
ON, OFF. Default: ON, aber ausgegraut. Schaltet die hinteren Ausgänge ab sobald ein Stecker in PH 1/2 detektiert wird. Hinweis: Diese Funktion erfordert den Modus Dual Phones auf ON. Bei Mute v. Ph 1/2 ON weisen Phones 1/2 und Line Out 1/2 getrennte Parametersätze auf. Obwohl beide Ausgänge wechselweise das gleiche Signal wiedergeben, sind alle Einstellungen (Settings, EQ, BT) unterschiedlich, und werden im Hintergrund auch so gespeichert.

**Mute v. Ph 3/4**
ON, OFF. Default: ON. Auf ON schaltet ein Stecker in PH 3/4 die hinteren Ausgänge 1/2 ab.

### 14.1.6 Display




**Display Mode**
Verfügbare Einstellungen: Default, Dark. Das dunkle Schema invertiert den weißen Hintergrund zu schwarz und schwarze Nummern/Text zu hellgrau.

**Meter Color**
Green, Cyan, Amber, Monochrome, Orange, Red. Default: Cyan. Farbe der Level Meter im PCM und DSD-Modus.

**Hor. Meter**
Das horizontale Level Meter des Analyzers kann den Spitzenpegel vor dem DSP Processing (**Pre**, entspricht aktuellem Eingangspegel des SPDIF IN und dem USB Wiedergabesignal)), nach dem Processing mitsamt Volume (**Post**), oder beide gleichzeitig anzeigen (**Dual**, Default). Die dünnere äußere Linie zeigt den Pre-Pegel. Bei Dual zeigen die Zahlen rechts den Post-Pegel. **Post FX dBu** zeigt den numerischen Ausgangspegel als dBu.

**AutoDark Mode**
OFF, ON. Default: OFF. Bewirkt eine automatische Abschaltung aller LEDs und des Displays (Ausnahme: Standby-Taster) nach 10 Sekunden, wenn keine Bedienung durch den Benutzer mehr erfolgt. Ein Tastendruck und die Drehung eines Encoders schalten die LEDs und das Display temporär wieder ein. Eine Info- oder Warnmeldung erscheint für 3 Sekunden.

**Show Vol. Screen**
ON, OFF. Default: ON. Beim Drehen des VOLUME-Knopfs erscheint der Volume-Screen.

**LCD Brightness**
Einstellbar von 20% bis 100%. Default ist 80%.

**LCD Tint Control**
Einstellbar von -8 (gelblich) bis 8 (bläulich). Dient zum Ausgleich von Farbabweichungen des Displays und zum Abstimmen auf den persönlichen Geschmack.

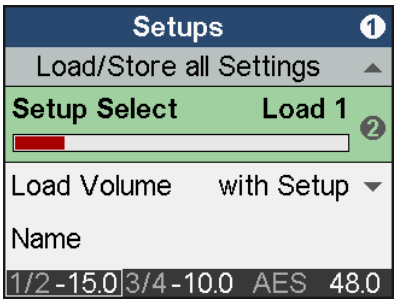
**Lock UI**
OFF, Remote, Keys, Keys+Remote. Sperrt die Tasten am Gerät, auf der Fernbedienung oder beides. Das Display zeigt *Keys Locked!*. Nur VOLUME bleibt weiter bedienbar. Zum Entsperren Encoder 1 länger Drücken.

**Encoder Filter**
Default 1, 1 bis 5. Springende oder rückwärts laufende Encoder sind mit der Einstellung 3 in den meisten Fällen wieder normal benutzbar.

## 14.2 Load/Store all Settings

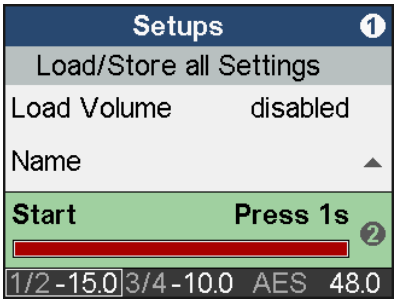
Diese Option erlaubt das Abspeichern des kompletten Gerätezustands als *Setup* in neun Speicherplätzen. Die EQ-Presets sind dabei nicht enthalten, sie werden separat gespeichert und sind mit jedem Setup aufrufbar. Die aktuellen Einstellungen des EQ werden jedoch gespeichert, und während des Ladens eines Setups in den EQ-Speicherplatz *Manual* geschrieben.

Die Seite *Setups, Load/Store all Settings,* enthält die folgenden Einträge:




**Setup Select**
Einstellbar sind Load 1-9, Factory (Reset All) und Store 1-9.

**Load Volume**
with Setup, disabled. Im Gerät gespeicherte Setups lassen sich laden ohne und mit Übernahme der im Setup gespeicherten Volume-Einstellung.




**Name**
Namenseingabe für das aktuelle Setup während des Speicherns. Ändern eines vorhandenen Namens: Setup laden und mit neuem Namen auf dem gleichen Speicherplatz speichern. Details zur Eingabe siehe *EQ – Name*.

**Start**
Press 1s. Das Drücken des Drehgebers 2 für mindestens 1 Sekunde löst die ausgewählte Funktion aus (Load/Store).

**Rückkehr zum Werkszustand**
Encoder 1 und den Taster VOL während des Einschaltens gedrückt halten. Der Bildschirm zeigt dann *Reset Done*. Alle gespeicherten Einstellungen werden auf den Werkszustand zurückgesetzt. Vom Anwender gespeicherte Setups und EQ-Presets sind davon nicht betroffen. Das gleiche passiert bei Auswahl von *Load Factory über Setup Select.*.

Hinweis: Der Reset ist unvollständig, wenn das Gerät während des Resets an USB angeschlossen ist.

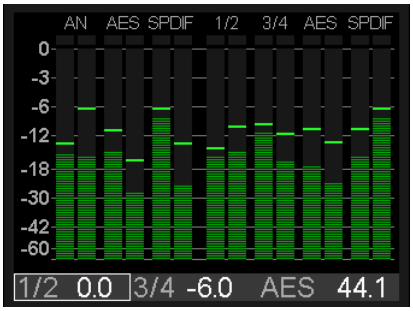
Werden Encoder 1, 2 und der Taster VOL während des Einschaltens gedrückt gehalten, erfolgt auch ein Reset der Namen der Setups und EQ-Presets.

## 15. Top Screens

Der ADI-2/4 Pro EX verfügt über vier verschiedene Meter Screens: globales Level Meter, welches alle Pegel aller I/Os gleichzeitig zeigt, Analyzer für den Audioinhalt der analogen Ein- und Ausgänge 1/2 und 3/4, State Overview mit dem digitalen Status von AES, SPDIF und USB, und einen dunklen Volume-Bildschirm mit umfassenden Informationen.

Per Druck auf Encoder 1 oder 2 wechselt man zwischen diesen, wenn ein solcher gerade aktiv ist. Um sie schnell aufzurufen reicht es, einen der vier Taster mehrmals zu drücken.

### 15.1 Global Level Meter



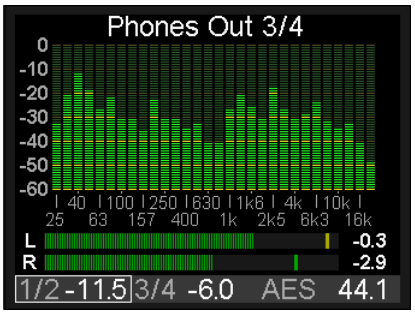

Zeigt das Signal aller Eingänge und Ausgänge (außer USB). Die Beschriftung oben bezieht sich auf die Eingänge Analog 1/2, AES und SPDIF, dann Ausgänge Analog 1/2, Analog 3/4, AES und SPDIF.

Bei Samplefrequenzen höher als 192 kHz werden AES und SPDIF ausgegraut, da nicht mehr funktional.

Alle Level Meter (vertikal und horizontal) des ADI-2/4 Pro sind Peak Level Meter mit Peak-Hold Funktion. Die horizontalen Post FX Meter sind bei höheren Samplefrequenzen bei 45 kHz bandbegrenzt. OVR (Over) werden am oberen Ende rot angezeigt. Bei den digitalen I/Os erscheint Over wenn das Signal den maximal möglichen Pegel aufweist. Wie in Digital Audio üblich wird damit Over auch schon angezeigt wenn noch gar keine echte Übersteuerung vorliegt.

OVR erscheint bei allen analogen Ausgängen bei +2,5 dBFS, der ADI-2/4 Pro besitzt diesen digitalen Headroom. In den horizontalen Metern des EQ und Analyzers wird rechts der aktuelle Peak-Hold-Wert numerisch angezeigt. Pegel unterhalb -119 dB erscheinen als UFL (Underflow).

### 15.2 Analyzer




Der Analyzer basiert auf RMEs berühmtem Spectral Analyzer in DIGICheck. Er nutzt 29 Bi-quad Bandpassfilter zur effektiven Trennung der Bänder, liefert so eine außergewöhnliche musikalische Visualisierung. Durch Nutzung sorgfältig gewählter Anstiegs- und Abfallzeiten ist die Anzeige lebendig, aber trotzdem gut abzulesen. Darüber hinaus nutzt sie RMEs eigene *Max LR* Technik zur Vermeidung der 6 dB höheren Anzeige von monauralen Signalen, und keiner Anzeige bei gegenphasigen Signalen.

Dank des hochauflösenden IPS-Panels sind auch kleinste Details klar zu erkennen. Eine Analyse des Musikinhalts ist selbst aus einigem Abstand möglich.

Der Analyzer arbeitet bei jeglicher Samplefrequenz, und selbst mit DSD. Es gibt keine einzustellenden Parameter. Der angezeigte Frequenzbereich ist immer der vom Menschen hörbare, 20 Hz bis zu 20 kHz.

Um auch DC-Anteile anzuzeigen benutzt das unterste Band keinen Bandpass, sondern einen Tiefpass, und erfasst den gesamten Bereich von 0 Hz bis 30 Hz an. Mit ungewöhnlichen Signalen kann es daher zu einer etwas höheren Pegeldarstellung als erwartet kommen.

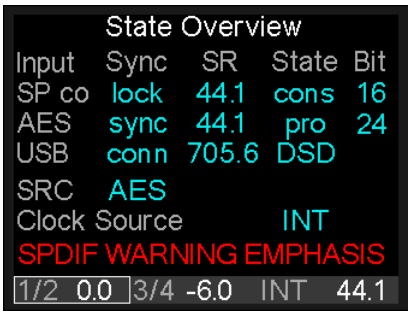
Anders als in den meisten anderen Lösungen wird keine FFT (Fast Fourier Transform) benutzt. RMEs Spectral Analyzer führt eine echte Bandpass-Filterberechnung durch, wie in professioneller Hardware. Der Frequenzabstand zwischen den Filtern entspricht dem menschlichen Hören. Hochoptimierter Code ermöglicht einen 30 Band Analyzer mit 60 dB Anzeigebereich, steilen Filtern und 1 dB Schritten pro Band auf dem DSP des ADI-2/4 Pro EX, selbst bei 768 kHz.

Der wichtigste Einsatz eines Spectral Analyzers ist die Darstellung der in Musik und Sprache enthaltenen Pegel und Frequenzanteile. Der Analyzer zeigt Pegel- und Frequenzen selbst an den Grenzen des Gehörs - oder denen der verwendeten Lautsprecher und Kopfhörer. Die visuelle Darstellung schult das Gehör, zeigt grobe Fehler auf, und zeigt was manchmal unbemerkt bleibt. Beispielsweise können viele Lautsprecher keine Frequenzen unterhalb 30 Hz wiedergeben. Ein Blick auf den Analyzer schafft Klarheit über das Geschehen im Untergrund.

## 15.3 State Overview

Der Bildschirm State Overview ist ein typisches RME-Merkmal. Seit 20 Jahren gibt RME seinen Kunden mehr Informationen an die Hand als 'geht, geht nicht'. Die Settingsdialoge unserer Audiointerfaces beinhalten eine detaillierte Input Status Analyse, um Aufbau und Fehlersuche zu vereinfachen und zu beschleunigen. Zusätzlich liefert RME zu jedem Audiointerface DIGICheck, eine Windows/Mac Software, welche Pegel, Channel Status, Inhalt des Datenstroms, die wahre Samplefrequenz und vieles mehr analysiert.

Wenn der ADI-2/4 Pro EX angeschlossen, aber kein Ton zu hören ist, dann hilft der *State Overview.* Er dient zum Aufspüren von Problemen in einfach zu verstehender Weise. Obwohl er (absichtlich) schlicht aussieht, übertrifft seine detaillierte Analyse jedes andere, ähnliche Gerät.




Zu sehen sind der Status der digitalen Eingänge SPDIF optisch und koaxial, AES, der Status der USB Verbindung samt übertragenem Audio, und die aktuelle Einstellung des SRC. Die derzeitige Clock-Quelle ist in voller Länge angegeben, obwohl sich diese Info auch abgekürzt in der Statuszeile findet.

Die untere Statuszeile zeigt immer die aktuelle Lautstärkeeinstellung der Ausgänge 1/2 und 3/4, den aktuell für Lautstärkeeinstellung selektierten Ausgang (über ein Rechteck um den Namen), die aktuelle Clock-Quelle, und die momentane Samplefrequenz. Bei Sync-Problemen blinkt die Samplefrequenz und/oder färbt sich rot. Diese Informationen sind in fast allen Bildschirmen sichtbar, und geben so einen schnellen Überblick über den derzeitigen Zustand. Der Bildschirm State Overview ergänzt dies nun mit vielen Details.

Der gewählte SPDIF-Eingang, manuell oder automatisch, wird als **SP op** oder **SP co** (optisch oder koaxial) angezeigt. Die Spalte SYNC zeigt No Lock, also kein Signal am Eingang, als **- -**. Und **lock** sowie **sync**, je nach aktuellem Clock Status des jeweiligen Eingangs. Bei aktivem SRC zeigt der entsprechende Eingang immer lock, nicht sync, weil die Phasenbeziehung der externen und internen Clock keine Rolle mehr spielt.

Bei USB erscheint **conn** (connected) sobald eine gültige USB-Verbindung aufgebaut ist.

Die Spalte SR zeigt die von der Hardware gemessene Samplefrequenz der Eingänge SPDIF und AES. Sie zeigt sogar Werte an, die am ADI-2/4 Pro EX selbst nicht einstellbar sind, wie 32, 64 und 128 kHz. Bei USB wird die Samplefrequenz nicht gemessen, sondern vom externen Computer oder iOS-Gerät bestimmt, und hier zwecks Verifizierung dargestellt (bis zu **768 kHz**).

Die Spalte State zeigt den Channel Status, Consumer (**cons**) oder Professional (**pro**), der eingehenden Signale SPDIF und AES. Wird ein DoP (DSD over PCM) Header detektiert erscheint **DSD**. Bei USB zeigt die Spalte State den aktuellen Kanalmodus, **2/2** oder **6/8**, oder **DSD** wenn ein DoP Header vorhanden ist.

Die Spalte Bit zeigt die Anzahl der im Audiosignal von AES und SPDIF gefundenen Bits. Zu beachten ist, dass ein als 16 Bit angezeigtes 24 Bit-Signal tatsächlich nur 16 Bit besitzt. Ein als 24 Bit erkanntes Signal kann aber auch aus 16 Bit Audio plus 8 Bit Rauschen bestehen…

SPDIF und AES können aber auch AC-3 und DTS enkodiertes Surround-Audio transportieren. Dieses Signal klingt wie zerhacktes Rauschen bei Vollpegel. Daher prüft die Empfangsschaltung im ADI-2/4 Pro EX auf eine Non-Audio Kennung im Channel Status. Wenn vorhanden wird das Signal bereits am Eingang stumm geschaltet. Die Warnmeldung SPDIF NON-AUDIO in rot erklärt, warum kein Audio an den analogen Ausgängen erscheint.

Auch Emphasis, eine spezielle Höhenanhebung aus den frühen Tagen der digitalen Audiotechnik, wird erkannt, und als SPDIF WARNING EMPHASIS in rot angezeigt. Siehe Kapitel 34.5.

Ist Loopback aktiv erscheint LOOPBACK in roter Schrift im Analyser-Bildschirm des Analog Input, und hier. Siehe Kapitel 17.4.3.

Die Einbeziehung des SRC Status hilft Fehler zu finden, die sich durch die vielen, quer über die Menüstruktur verteilten Optionen, nicht ausschließen lassen. Beispielsweise kann der SRC aktiv sein, aber das SPDIF-Signal zeigt kein Audio. Ein kurzer Blick auf die State Overview ergibt, dass der **SRC** auf dem falschen Eingang **AES** aktiv ist…

## 15.4 Dark Volume

Dieser Bildschirm wurde als Alternative zu den anderen Top Screens hinzugefügt, welche selbst bei Auswahl des dunklen Anzeigeschemas in bestimmten Situationen störend sein können. *Dark Volume* zeigt die aktuellen Volume-Werte beider analoger Ausgänge, den Referenz-Pegel, den aktuellen Bass/Treble Gain, sowie den Modus Balanced Phones. Er ist zurückhaltend in der Helligkeit, trotzdem auch in heller Umgebung ablesbar, und hat keine flackernden oder flimmernden Elemente (Level Meter). Volume- und Bass/Treble-Einstellungen sind direkt möglich, was ihn nicht nur visuell sehr angenehm macht.

Um trotz fehlender Pegelanzeige eine Übersteuerung durch Volume, PEQ oder B/T erkennen zu können, sind die beiden großen Volume-Zahlen mit der Over-Erkennung der analogen Ausgänge gekoppelt. Sie wechseln ihre Farbe bei Übersteuerung (+2,5 dBFS) zu rot.

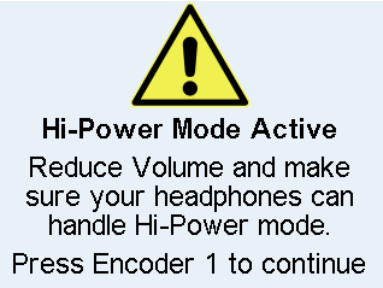
Wie bei den anderen Top Screens gilt: sobald gewählt wird er zum Default-Bildschirm, der automatisch nach dem Einschalten, oder der Rückkehr aus einem Menü erscheint.

## 16. Warnhinweise

Der ADI-2/4 Pro EX zeigt verschiedene Warnhinweise und gibt in bestimmten Situationen Hinweise.

**Hi-Power Mode Active**

Wenn der Hi-Power Modus aktiv ist, das Volume auf -12 dB oder höher gestellt ist, und ein Kopfhörer eingesteckt wird, erinnert dieser Warnhinweis den Anwender daran die aktuelle Lautstärkeeinstellung zu prüfen, und sicherzustellen, dass die angeschlossenen Hörer der hohen Ausgangsleistung gewachsen sind ohne zerstört zu werden. Das Audiosignal bleibt leise bis Volume auf -12 dB oder tiefer gestellt wurde. Der Volume-Knopf ist automatisch auf dem aktuellen Kopfhörerausgang aktiv. Sobald -12 dB erreicht sind wird die Lautstärke langsam auf den vorherigen Wert angehoben.




Das Drücken von Encoder 1 entfernt diesen Hinweis sofort, die Lautstärke wird innerhalb von 2 Sekunden auf den vorherigen Wert angehoben.

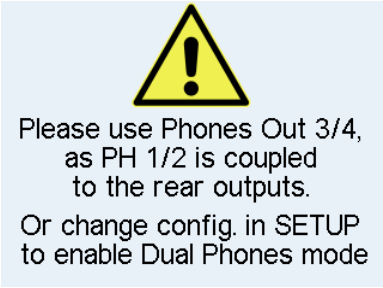
Dieser Hinweis verschwindet auch, wenn der Stecker wieder aus der Buchse entfernt wird.

Dieser Hinweis erscheint nicht, wenn Volume auf einem Wert niedriger als -12 dB steht, oder das Gerät mit eingestecktem Kopfhörer eingeschaltet wurde.

**Dual Phones Mode required**

Ausgang PH 1/2 ist ein zusätzlicher Ausgang für zwei besondere Anwendungsfälle: die Nutzung zweier Kopfhörer und den Modus Balanced TRS Phones. Daher erscheint beim Einstecken in den Ausgang PH 1/2 ein Warnhinweis, dass dieser Ausgang an die hinteren Ausgänge 1/2 gekoppelt ist, und nur benutzt werden sollte wenn er wirklich benötigt wird.

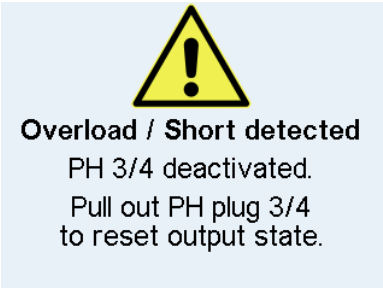
PH 1/2 bleibt deaktiviert bis der Dual Phones Modus im SETUP aktiviert wurde.




**Overload / Short detected**

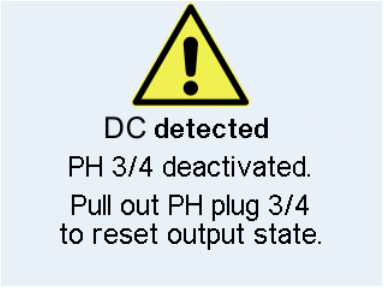
Eine interne Überlastung kann durch zu hohe Ausgangspegel und zu niedrige Lastimpedanzen entstehen. Auch ein Kurzschluss im Stecker oder Kabel aktiviert die Überlast-Erkennung. Dann trennt ein Relais den Hörer von der Extreme Power Ausgangsstufe. Wird der Kopfhörerstecker entfernt, und nach frühestens einer Sekunde wieder eingesteckt, ist der Ausgang wieder aktiv.

Dieser Ablauf soll den Anwender zur Prüfung von Kabel und Stecker anregen. Z.B. kann eine nicht vollständig eingesteckte Stereoklinke einen Kurzschluss verursachen.

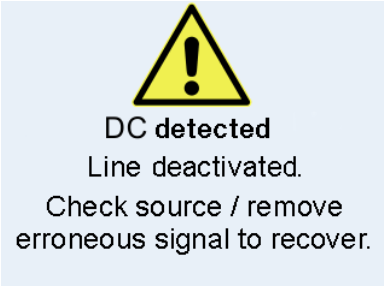



**DC detected (Hardware)**

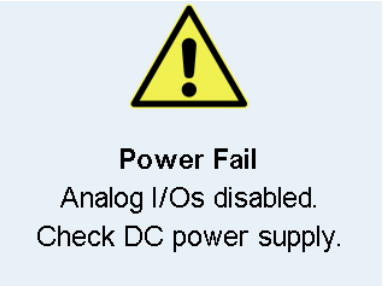
Die Erkennung von Gleichspannung ist wichtig, um eine Zerstörung der empfindlichen Hörer durch unhörbaren Stromfluss zu vermeiden. Da der ADI-2/4 Pro EX vollständig DC-gekoppelt ist, vom DA-Wandler bis zum Ausgang, führt digitaler Vollpegel mit 0 Hz zu einer Spannung von ± 15 V, die jeden angeschlossenen Kopfhörer sofort zerstört. Falls die Ausgangsstufe selbst ausfällt könnte dies auch passieren. Daher schalten beide Kopfhörerausgänge bei ±1,2 V DC ab.



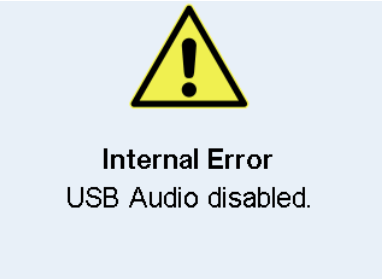
**DC detected (Digital)**
Diese Warnmeldung erscheint, wenn das digitale Quellsignal einen zu hohen DC-Anteil aufweist, und die aktuelle VOLUME-Einstellung einen bestimmten Wert überschreitet. Die digitale DC-Erkennung schützt alle analogen Ausgänge vor fehlerhaften Digitalsignalen. Sie werden so lange getrennt (Relais) bis der DC im Quellsignal verringert oder beseitigt wurde. Alternativ wird bei sehr niedriger VOLUME-Einstellung der Ausgang ebenfalls wieder freigegeben. Siehe Kapitel 34.26.




**Power Fail**
Sinkt die Versorgungsspannung unter 9,0 V wird das interne Netzteil der analogen I/Os abgeschaltet (Überstromschutz). Der digitale Teil läuft jedoch sogar mit 5 Volt. Bei Anschluss eines falschen Netzteiles kann das Gerät scheinbar vollständig funktionieren – nur Audio geht weder rein noch raus. Dieser Bildschirm weist auf das Problem der Unterspannung hin.




**Internal Error**
Beim Einschalten führt das Gerät einen Selbsttest aus. Schlägt dieser fehl wird USB deaktiviert, so dass weder Aufnahme noch Wiedergabe funktionieren. Bitte wenden Sie sich in einem solchen Fall an den jeweiligen RME-Vertrieb.




Der ADI-2/4 Pro EX zeigt während des normalen Betriebs zusätzlich diverse **Info Messages**, um den aktuellen Status anzuzeigen, und auf potentielle Probleme hinzuweisen.

Im Modus AD/DA und DAC führt ein Non-Audio Channel Status zum Mute der DA-Sektion. Die Info *Non-Audio signal at SPDIF input* gibt einen Hinweis auf fehlendes Audio am analogen Ausgang.

Im Modus USB erscheint beim Channel Status Emphasis die Info *Emphasis detected at SPDIF input*. Dies erinnert den Anwender daran, dass die Emphasis-Kennung bei Aufnahme auf einen Computer verloren geht.

Beim Wechsel des Basic Operation Modus erscheint der neue Modus für 2 Sekunden im Display (Preamp mode active, AD/DA mode active, USB mode active, Dig Through mode active).

Wenn zwei Stecker in die Buchsen der Front eingesteckt werden, und der Modus Balanced TRS Phones Auto aktiv ist, wird kurz *Balanced Phones mode active* angezeigt.

Erkennt die Digital DC Protection einen zu hohen DC-Anteil im Quellsignal, ist aber ausgeschaltet, erscheint kurzzeitig *DC detected on <Kanalname>*.

# 17. Modi

## 17.1 Auto

Der ADI-2/4 Pro EX ist ein AD/DA Konverter, USB Audiointerface, USB DAC, analoger Kopfhörerverstärker, Formatwandler und digitaler Monitor, mit erweiterter Flexibilität und Vielseitigkeit, ausgestattet mit 5 Eingangsquellen und 8 Ausgangswegen. Normalerweise bedeutet dies eine überladene Menüstruktur und endlose Suchen im Menü, um das Gerät selbst in einfachen Anwendungen zum Laufen zu bekommen.

Um solche frustrierenden Situationen zu vermeiden enthält der ADI-2/4 Pro EX einen Auto Setup Modus (und wird damit aktiv ausgeliefert). Wenn *SETUP – Options – Device Mode / DSD – Basic Mode* auf *Auto* steht, konfiguriert sich das Gerät je nach angeschlossenen Kabeln selbst:

- Preamp: Analog In zu Analog Out (intern Digital Out zu In). Dieser Modus ist aktiv wenn weder ein digitales Eingangssignal noch USB erkannt wird.

- AD/DA: Konverter, Analog In zu allen digitalen Ausgängen, Digital In zu allen analogen Ausgängen. Dieser Modus wird aktiv sobald das Gerät ein digitales Signal erkennt, welches dann auch die Signalquelle wird. Erkennt es mehr als ein Signal ist die abzuhörende Quelle vom Anwender manuell auszuwählen. Der SRC ist per Default aktiv und SPDIF zugewiesen. Clock Mode ist Slave zu AES In, wechselt aber auf die jeweils erkannte Quelle (Auto).

- USB: oder Interface. Wird USB erkannt sind alle Ein- und Ausgänge mit USB verbunden. USB hat Priorität gegenüber dem Konverter-Modus. Im Setup lässt sich ein 2- oder 8-Kanal Modus auswählen. In den meisten Fällen ist 2-Kanal die bessere Wahl.

Es sind noch zwei weitere Modi verfügbar, allerdings nur durch manuelle Aktivierung. Der *Digital Through Monitor* (automatische Clock- und Quellenwahl des digitalen Eingangs plus internes D zu D Routing) erlaubt ein Einschleifen in und Abhören von AES, SPDIF und ADAT. Bei ADAT stehen nur die Kanäle 1/2 zum Abhören bereit, aber alle acht Kanäle werden durchgeschleift. Der Modus *DAC* kombiniert Clock- und Quellenwahl für eine besonders einfache Nutzung im Heimbereich.

In allen Modi (außer DAC) ist Phones Out 3/4 frei konfigurierbar. Jede mögliche Quelle kann unabhängig von den Ausgängen 1/2 abgehört werden. Dies gilt auch für USB: bei manueller Auswahl einer der obigen Modi sind alle Eingänge weiterhin auf USB verfügbar, und Ausgänge 3/4 geben nach manueller Auswahl der Quelle USB wieder.

Das Gerät merkt sich alle Einstellungen, und lädt diese automatisch beim Einschalten.

Die folgenden Seiten enthalten Blockdiagramme und weitere Details zu allen Modi.

Für eine vereinfachte und übersichtlichere Darstellung wurde die Sonderfunktion *Rear TRS Source Phones 3/4* nicht eingezeichnet. Sie ist in allen Modi verfügbar. Zur Funktion siehe Blockschaltbild Kapitel 34.29.

## 17.2 Preamp

Preamp: Analog In zu Analog Out (intern Digital Out zu In).

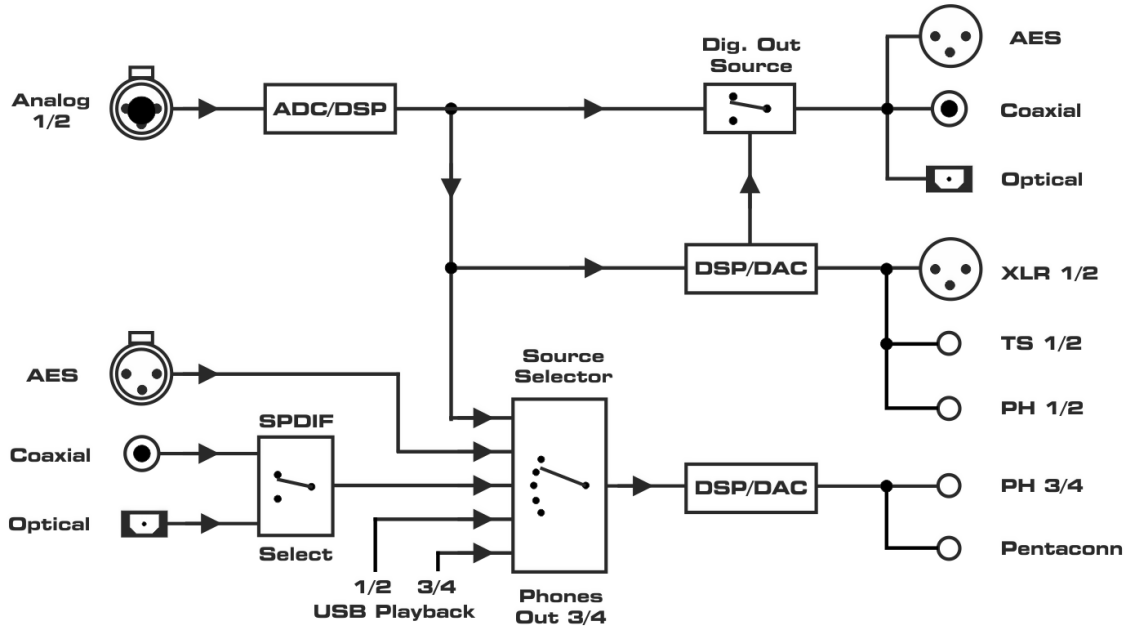
Dieser Modus lässt sich manuell durch Auswahl von *Basic Mode – Preamp* aktivieren. Das Gerät schaltet automatisch in den Modus Preamp wenn *Basic Mode* auf *Auto* steht, und weder ein digitales Eingangssignal noch USB erkannt wird.

Analoge Eingangssignale werden automatisch an die analogen Ausgänge gesendet. Eine analoge Quelle lässt sich über die hinteren analogen Ausgänge oder die Kopfhörerausgänge abhören - verstärkt, EQ'd, prozessiert, mit anderem Pegel, und Impedanz- oder symmetrisch/unsymmetrisch konvertiert.

Die Default Samplefrequenz dieses Modus ist 192 kHz, das Optimum aus vollständig verfügbarer DSP Rechenleistung und überragender klanglicher Transparenz. Eine manuelle Änderung der Samplefrequenz ist möglich, und wird vom Gerät gespeichert.

Das untere Diagramm zeigt wie der analoge Eingang an alle digitalen Ausgänge gleichzeitig gesendet wird. Jegliche DSP-Einstellung (EQ, Phase etc.) des analogen Eingangs findet sich auf allen Ausgängen wieder. Außerdem wird das prozessierte Eingangssignal unabhängig an den analogen Ausgängen erneut mit den entsprechenden Ausgangs-Settings prozessiert.

ADI-2/4 Pro Preamp Mode




Hinweis: Zur Vereinfachung des Diagramms und für eine bessere Übersicht ist USB Aufnahme nicht dargestellt. In allen Modi werden alle Eingangssignale per USB zum Host gesendet. Im Modus Multi-channel drei separate Stereopaare, im Stereo-Modus nur der analoge Stereo-Eingang.

USB Wiedergabekanäle 3/4 können nur im Modus Multi-channel abgehört werden. Im Stereo-Modus wird bei Auswahl von USB 3/4 das Signal der Kanäle 1/2 wiedergegeben.

Die Option *Digital Out Source - Main Out* (SETUP – Options – Device Mode / DSD) sendet das prozessierte Signal Line Out 1/2 auch an die digitalen Ausgänge AES, SPDIF und ADAT, z.B. zum Anschluss aktiver Monitor mit digitalen Eingängen.

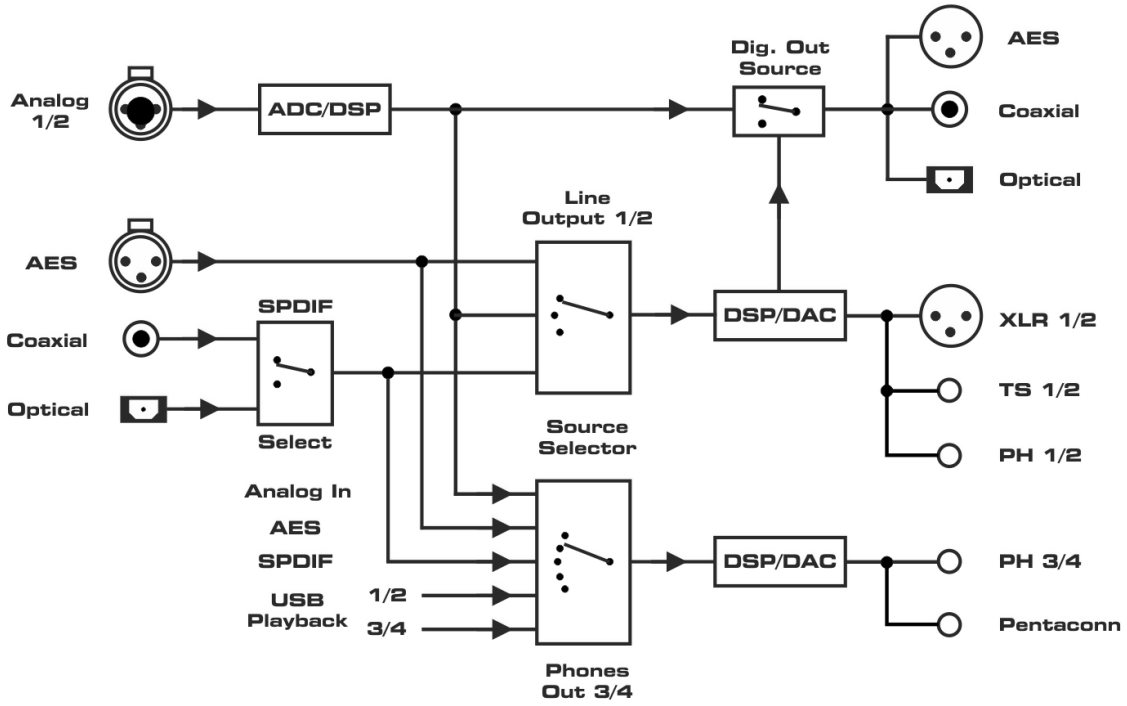
## 17.3 AD/DA Converter

AD/DA: Konverter Modus. Analog In zu allen digitalen Ausgängen, Digital In zu allen analogen Ausgängen.

Dieser Modus lässt sich manuell durch Auswahl von *Basic Mode – AD/DA* aktivieren. Das Gerät schaltet automatisch in den Modus AD/DA wenn *Basic Mode* auf *Auto* steht, und ein digitales Eingangssignal erkannt wird.

Das erkannte Eingangssignal wird auch zur Signalquelle. Wird mehr als ein Signal erkannt ist die abzuhörende Quelle vom Anwender manuell auszuwählen (*I/O – Output x/x - Settings – Source*). Der SRC ist per Default aktiv und SPDIF zugewiesen, wird aber automatisch deaktiviert wenn ein DoP-Signal (DSD) anliegt. Clock Mode ist Slave zu AES In, wechselt aber auf die jeweils erkannte Quelle (Auto).

ADI-2/4 Pro A/D-D/A Mode




Hinweis: Zur Vereinfachung des Diagramms und für eine bessere Übersicht ist USB Aufnahme nicht dargestellt. In allen Modi werden alle Eingangssignale per USB zum Host gesendet. Im Modus Multi-channel drei separate Stereopaare, im Stereo-Modus nur der analoge Stereo-Eingang.

USB Wiedergabekanäle 3/4 können nur im Modus Multi-channel abgehört werden. Im Stereo-Modus wird bei Auswahl von USB 3/4 das Signal der Kanäle 1/2 wiedergegeben.

Die Option *Digital Out Source – Main Out* (SETUP – Options – Device Mode / DSD) sendet das prozessierte Signal Line Out 1/2 an die digitalen Ausgänge AES, SPDIF und ADAT, z.B. zum Anschluss aktiver Monitore mit digitalen Eingängen.

## 17.4 USB

USB: Interface Modus.

Dieser Modus lässt sich manuell durch Auswahl von *Basic Mode – USB* aktivieren. Das Gerät schaltet automatisch in den Modus USB wenn *Basic Mode* auf *Auto* steht, und eine USB-Verbindung erkannt wird. Bei Auto hat USB Priorität gegenüber dem Konverter-Modus.

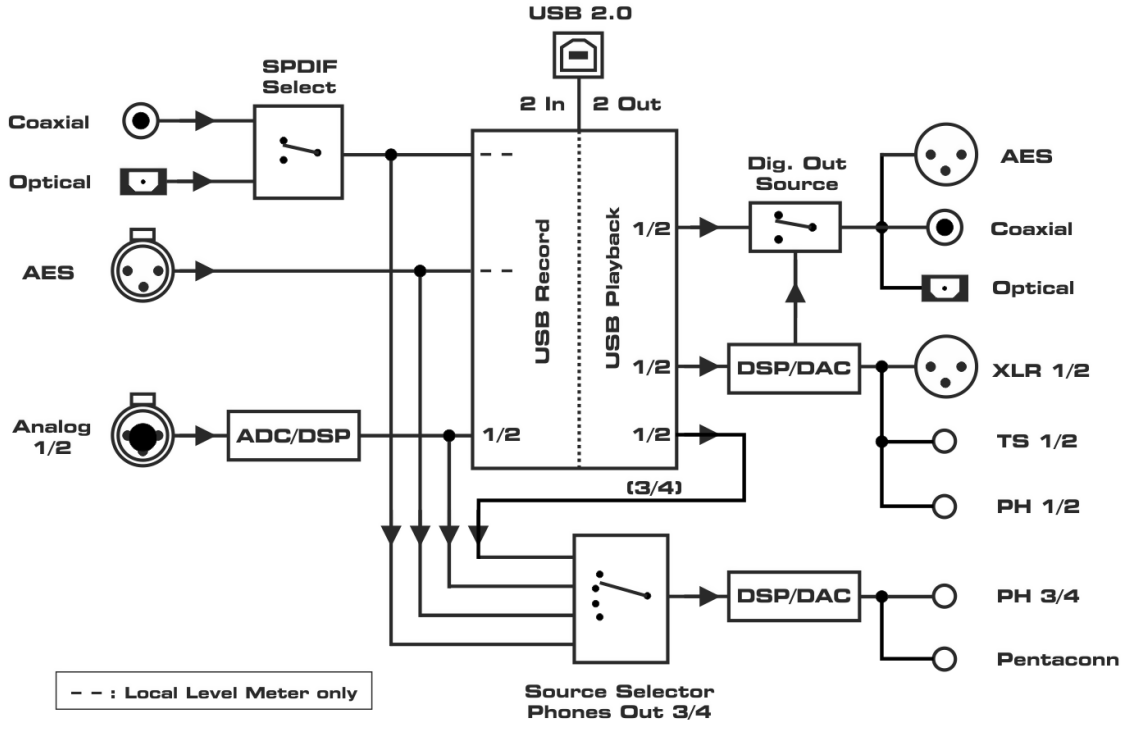
Im Modus USB sind alle Eingänge auf USB geroutet, alle Ausgänge erhalten ihr Signal von USB. In *SETUP – Options – Device Mode / DSD – CC-Mode* kann das Gerät als 2-Kanal (Stereo) oder 6/8-Kanal (Multi-channel) Device konfiguriert werden. Samplefrequenzen höher als 192 kHz und DSD128/256 sind nur im 2-Kanal Modus verfügbar. Daher ist dieser Modus ab Werk voreingestellt.

### 17.4.1 Class Compliant mode Stereo

Im Modus 2-Kanal / Stereo werden nur die analogen Eingänge als Aufnahmesignal an USB gesendet, und das Stereo USB Wiedergabesignal ist gleichzeitig an allen analogen und digitalen Ausgängen vorhanden.

Die beiden Blockdiagramme zeigen die kleinen Unterschiede zwischen diesen Modi.

ADI-2/4 Pro USB Mode, 2 channels




USB Wiedergabekanäle 3/4 können nur im Modus Multi-channel abgehört werden. Im Stereo-Modus wird bei Auswahl von USB 3/4 das Signal der Kanäle 1/2 wiedergegeben.

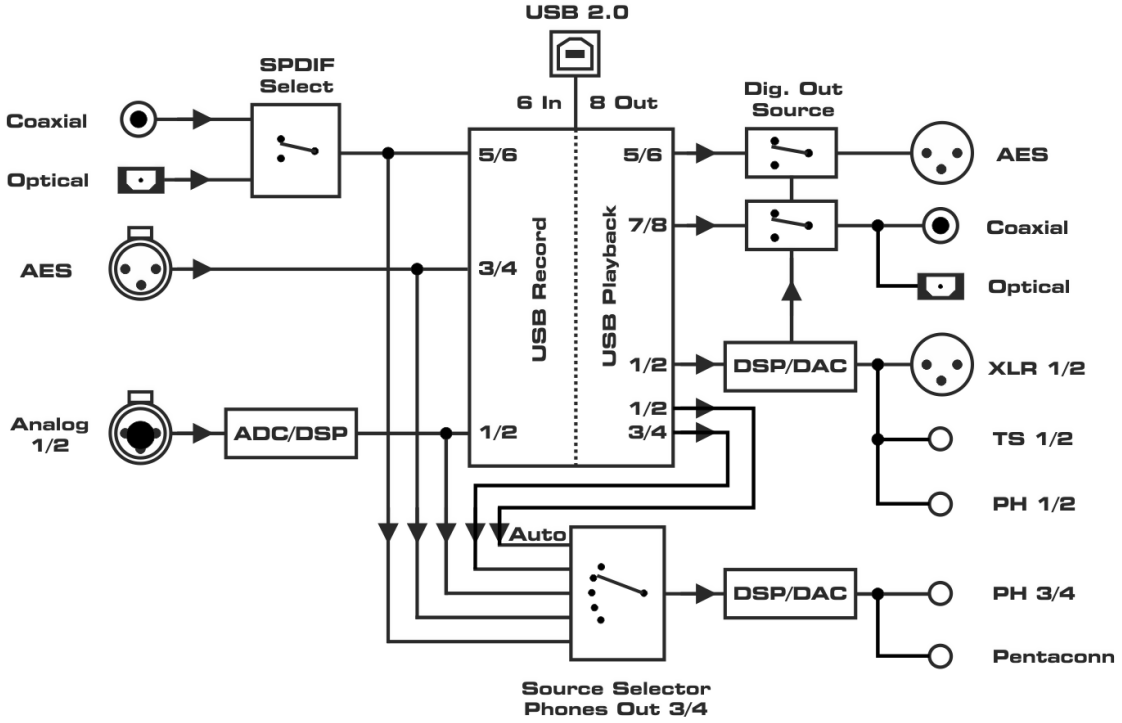
Die Option *Digital Out Source – Main Out* (SETUP – Options – Device Mode / DSD) sendet das prozessierte Signal Line Out 1/2 an die digitalen Ausgänge AES, SPDIF und ADAT, z.B. zum Anschluss aktiver Monitore mit digitalen Eingängen.

### 17.4.2 Class Compliant mode Multi-channel

Bei aktiver USB-Verbindung werden alle digitalen und analogen Eingänge (6 Kanäle) als USB-Aufnahmekanäle gesendet. Auch die USB-Wiedergabe beliefert alle Ausgänge getrennt (8 Kanäle).

Im 6/8-Kanal Modus sind alle I/Os separat nutzbar. Der Kopfhörerausgang 3/4 spielt die USB Wiedergabekanäle 1/2 ab, wenn seine Source (Quelle) auf Auto steht (Default).

ADI-2/4 Pro USB Mode, 6/8 channels




Die Option *Digital Out Source – Main Out* (SETUP – Options – Device Mode / DSD) sendet das prozessierte Signal Line Out 1/2 an die digitalen Ausgänge AES, SPDIF und ADAT, z.B. zum Anschluss aktiver Monitore mit digitalen Eingängen. Die USB Wiedergabekanäle 5/6 und 7/8 sind dann nicht mehr nutzbar.

**Reihenfolge der Kanäle im USB-Betrieb**

| I/O | Record | Playback |
|---|---|---|
| 1/2 | Analog 1/2 | Analog 1/2 |
| 3/4 | AES | Analog 3/4 (Standardzuweisung Phones 3/4) |
| 5/6 | SPDIF (ADAT) | AES |
| 7/8 | - | SPDIF (ADAT) |

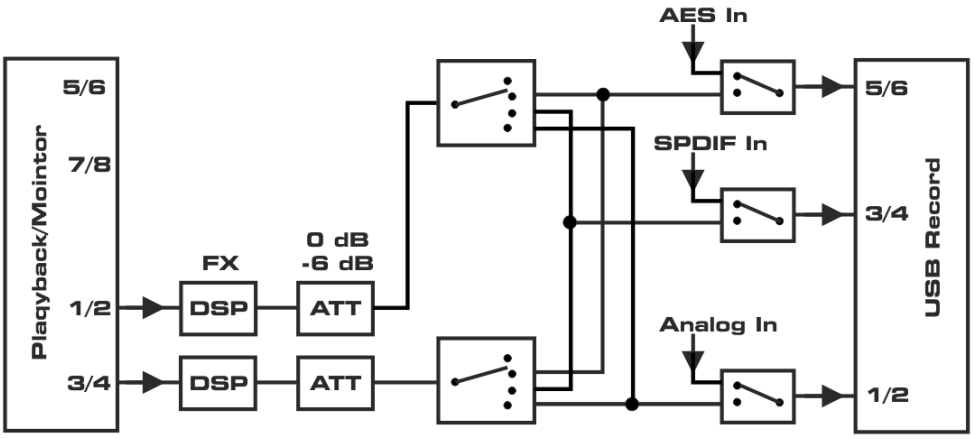
### 17.4.3 Loopback Analog Out to USB Record

Loopback ist ein optionales internes Routing der analogen Ausgänge 1/2 und 3/4 zu USB Aufnahme 1/2, 3/4 und 5/6. Sie erlaubt es DIGICheck Mac Playbackdaten zu senden, Audio erneut zu prozessieren, aufzunehmen und vieles mehr. Loopback ist die unterste Option im Menü I/O – Settings.

Was wie eine einfache Funktion klingt kann Probleme verursachen und weist Einschränkungen auf:

- 3/4 und 5/6 sind als Ziel nur im Basic Mode Multi-channel verfügbar
- Nicht verfügbare Einstellungen (Stereo Mode, bereits im anderen Ausgang genutzt) werden in Klammern dargestellt
- Das zu USB gesendete Signal ist Pre FX und Post FX verfügbar, wobei Post FX nicht die Volumeeinstellung enthält. Um Übersteuerungen bei aktivem EQ mit Post FX zu verringern, wurde Post FX mit -6 dB Optionen ergänzt, was das USB-Aufnahmesignal um 6 dB absenkt.
- Bei aktivem Loopback 1/2 ist der analoge Eingang für USB nicht mehr verfügbar. Dies wird über einen Hinweis sowohl im Analyzer-Screen Analog In als auch in der Status Overview verdeutlicht
- Loopback beinhaltet alle FX, die im Menü Line Output 1/2 und Phones 3/4 Settings verfügbar sind: Mono, Width, M/S-Proc, Phase Invert und Crossfeed, sowie EQ, B/T und Loudness. Letzteres ist jedoch nach wie vor von der Einstellung des Ausgangspegels und der VOL-Ref abhängig, obwohl der Pegel des USB-Aufnahmesignals nicht von der VOLUME-Einstellung verändert wird. Dies ist einerseits korrekt, da der aktuelle Klang des Analog-Pfads 1:1 aufgenommen wird. Im Gegensatz zu allen anderen, quasi festen Einstellungen, kann Loudness aber in diesem Fall unbemerkt bleiben und die Aufnahme unabsichtlich verändern. Es empfiehlt sich in solchen Fällen Loudness zu deaktivieren.

Loopback Analog Out to USB Record




Das vereinfachte Blockschaltbild zeigt, wie die analogen Kanäle 1/2 und 3/4 nach dem DSP (aber vor Volume, nicht dargestellt) abgenommen und zu den USB Aufnahmekanälen 1 bis 6 geleitet werden. Die ursprüngliche Quelle (Analog und Digital) ist im USB Aufnahmepfad nicht mehr verfügbar.

## 17.5 Digital Through

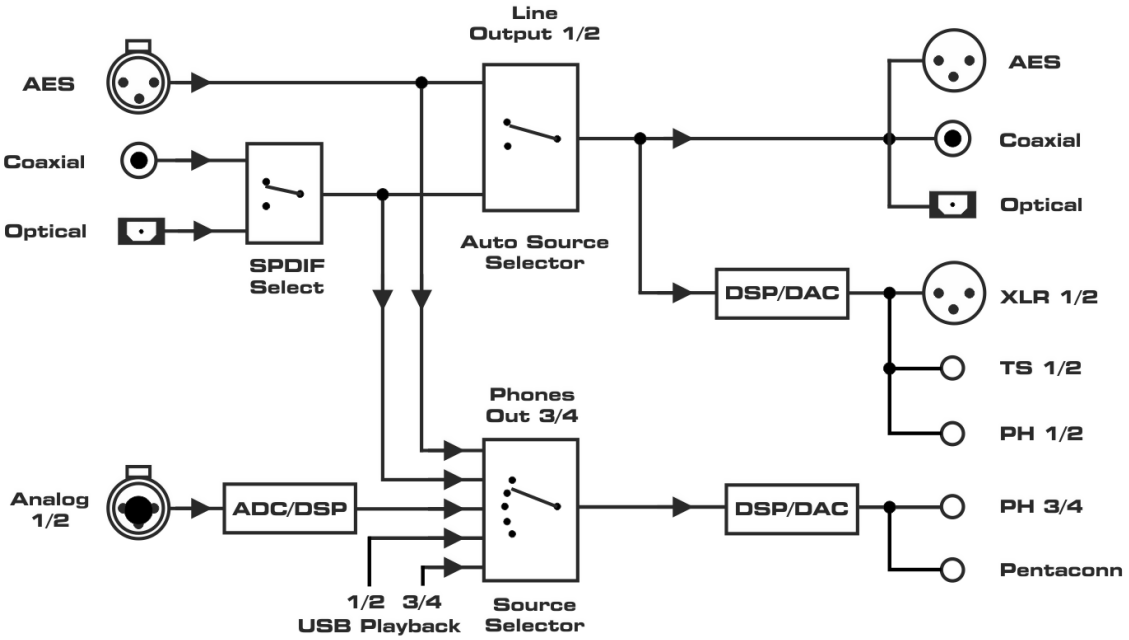
Dieser zusätzliche Modus ist eine manuelle Option, und nicht per *Basic Mode Auto* verfügbar. Er muss manuell über die Auswahl *Basic Mode – Dig Thru.* aktiviert werden.

Der Zweck des Digital Through Monitors steht exakt in seinem Namen. Ein einzelnes digitales Eingangssignal durchläuft das Gerät, und lässt sich gleichzeitig an den analogen Ausgängen abhören. Eine automatische Clock- und Quellenwahl des digitalen Eingangs plus internes D zu D Routing erlaubt ein Einschleifen in und Abhören von AES, SPDIF oder ADAT. Bei ADAT stehen nur die Kanäle 1/2 zum Abhören bereit, aber alle acht Kanäle werden durchgeschleift.

Das digitale Signal wird nicht einfach nur vom Eingang zum Ausgang durchgereicht, sondern komplett neu erstellt. Es wird von SteadyClock FS regeneriert, und auf Wunsch auch Clock-entkoppelt oder mit Up-/Downsampling prozessiert, wenn der SRC aktiviert ist. Ohne SRC aktiv werden die enthaltenen 24 Bit Audiodaten Bit-transparent weitergegeben.

Da jegliches digitale Eingangssignal an den drei digitalen Ausgängen gleichzeitig verfügbar wird, arbeitet der Dig Thru Modus auch als digitaler Formatkonverter, als auch als Verteiler (eine Quelle auf drei Ziele).

ADI-2/4 Pro Digital Thru Mode (with Monitoring)




Hinweis: Zur Vereinfachung des Diagramms und für eine bessere Übersicht ist USB Aufnahme nicht dargestellt. In allen Modi werden alle Eingangssignale per USB zum Host gesendet. Im Modus Multi-channel drei separate Stereopaare, im Stereo-Modus nur der analoge Stereo-Eingang.

USB Wiedergabekanäle 3/4 können nur im Modus Multi-channel abgehört werden. Im Stereo-Modus wird bei Auswahl von USB 3/4 das Signal der Kanäle 1/2 wiedergegeben.

Die Option *Digital Out Source - Main Out* ist in diesem Modus nicht verfügbar.

## 17.6 DAC

Dieser zusätzliche Modus ist eine manuelle Option, und nicht per *Basic Mode Auto* verfügbar. Er muss manuell über die Auswahl *Basic Mode – DAC* aktiviert werden.

**DAC** vereinfacht Bedienung und Quellenwahl, wenn die Nutzung des ADI-2/4 Pro EX der eines typischen HiFi-DAC entspricht:

- Einfacher 2 Kanal/Stereo Betrieb
- Einfachste Umschaltung zwischen den abzuhörenden Quellen, wie USB und SPDIF

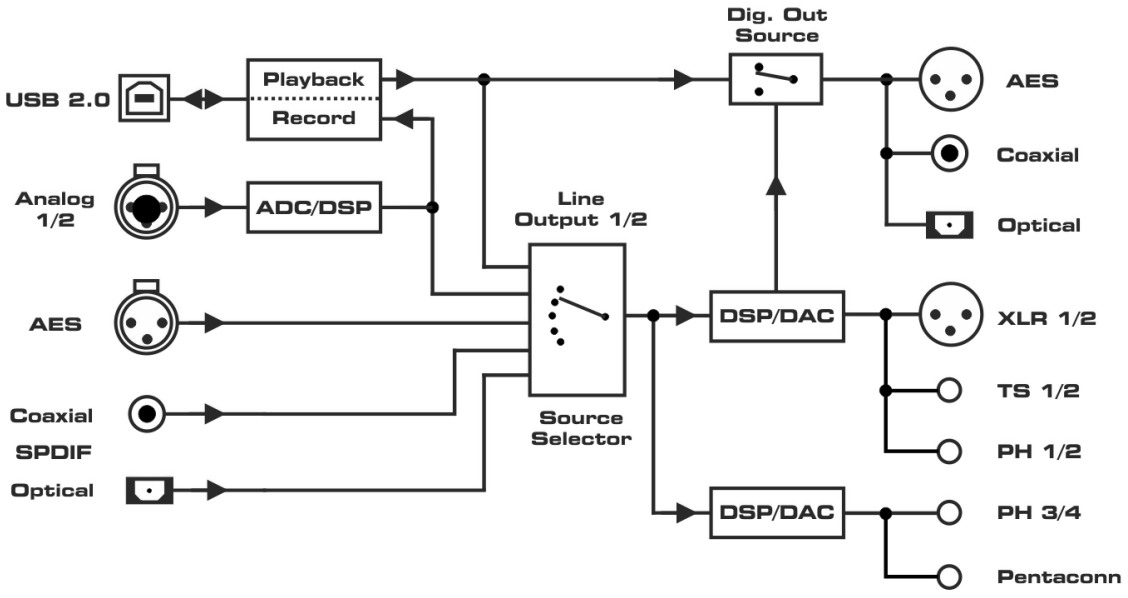
In diesem Modus bestimmt die Quellenwahl des Line Out 1/2 auch die Clockquelle des Gerätes. Der ADI-2/4 Pro EX wird sich bei Umschaltung auf SPDIF/AES automatisch auf das SPDIF/AES Eingangssignal synchronisieren, also im Clock Modus Slave arbeiten. Bei Umschaltung auf USB arbeitet das Gerät im Clock Modus Master (USB asynchron).

Die AD-Wandlung nutzt immer die zuletzt von USB eingestellte Samplefrequenz. Phones Out 3/4 gibt immer die gleiche Quelle wie Line Out 1/2 wieder, besitzt aber ansonsten vollkommen unabhängige Einstellungen (Vol, EQ etc).

**Class Compliant Stereo mode**

Im CC-Modus Stereo werden nur die analogen Eingänge als Aufnahmesignal an USB gesendet, und das Stereo USB Wiedergabesignal ist gleichzeitig an allen analogen und digitalen Ausgängen vorhanden.

ADI-2/4 Pro DAC Mode




Die Option *Digital Out Source - Main Out* (SETUP – Options – Device Mode / DSD) sendet das prozessierte Signal Main Line 1/2 an die digitalen Ausgänge AES, SPDIF und ADAT, z.B. zum Anschluss aktiver Monitore mit digitalen Eingängen.

**Class Compliant Multi-channel mode**

Bei aktiver USB-Verbindung sind 3 Stereo Devices für Aufnahme und 4 Stereo Devices für Wiedergabe aktiv. Da auch hier Phones dem Main Out folgt, lassen sich über die analogen Ausgänge entweder die Kanäle 1/2 oder 3/4 abhören, nicht jedoch beide gleichzeitig.

## 18. Balanced Phones Mode

Im Balanced-Betrieb kommen zwei identische Verstärker pro Seite eines Kopfhörers zum Einsatz. Verglichen mit normaler, Masse-bezogener Arbeitsweise, verdoppelt sich die vom Kopfhörer/Lautsprecher gesehene Spannung. Die empfangene Leistung erscheint sogar vervierfacht.

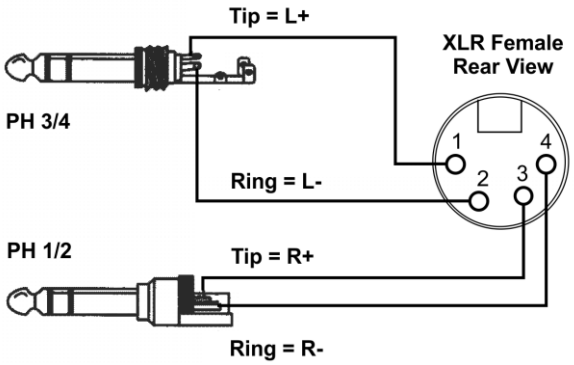
Aufgrund der von Kopfhörern benötigten, vergleichsweise geringen Leistung, und seinen bereits sehr leistungsstarken *Extreme Power* Ausgängen, wurde der Balanced Phones Modus des ADI-2/4 Pro EX nicht auf Leistung, sondern auf Klang optimiert. Kapitel 34.6 enthält alle Details und Informationen rund um den *True Balanced Mode* des ADI-2/4 Pro EX.

Im True Balanced Modus steigt der maximale Ausgangspegel des ADI-2/4 Pro EX auf +7 dBu für IEM, +13 dBu für Low Power, und +25 dBu für Hi-Power. Der Rauschabstand verändert sich nicht. Kapitel 34.18 zeigt die verfügbare Ausgangsleistung an den Kopfhörerausgängen als übersichtliches Diagramm.

Der Modus Balanced Phones erfordert Kopfhörer mit separater Verkabelung des rechten und linken Kanals, jeweils 2 Leitungen, 4 Leitungen gesamt.

Wie auf der Front beschriftet wird Ausgang PH 3/4 zum linken Ausgangskanal, mit dem vormals linken Kanal als **L+** und dem vormals rechten als **L−**. PH 1/2 wird zum rechten Ausgangskanal, mit dem vormals linken Kanal als **R+** und mit dem vormals rechten Kanal als **R−**. Gnd/Masse beider Stecker MUSS unbelegt bleiben – Kurzschlussgefahr!

Es existieren verschiedene Lösungen zum Anschluss eines Balanced-Kopfhörers, aber leider kein Standard.




Recht verbreitet ist die Verwendung eines 4-poligen männlichen XLR Steckers auf der Kopfhörerseite. Das Bild zeigt, wie ein Adapterkabel die beiden Ausgänge des ADI-2/4 Pro EX mit dem Kopfhörer verbindet, unter Nutzung zweier Stereo (TRS) Klinkenstecker und einer weiblichen, 4-poligen XLR-Kupplung.

Kapitel 14.1.3 erklärt die Aktivierung des Modus *Balanced TRS Phones*.

Bei Nutzung der Pentaconn-Buchse schaltet das Gerät den Ausgangskanal Phones 3/4 automatisch in den Balanced Mode.

Hinweis: Bei Nutzung der Pentaconn-Buchse liegt an den TRS ebenfalls das Balanced-Signal an. Die Nutzung eines zweiten, unsymmetrischen Kopfhörers per TRS ist nicht möglich, weil das Signal beider TRS-Buchsen jeweils nur einen Kanal darstellt.

# 19. DSD

## 19.1 Allgemeines

DSD (Direct Stream Digital) ist ein Datenstrom mit 1 Bit Auflösung, aber mehrfacher Samplefrequenz der CD. DSD64 entspricht 64 mal 44,1 kHz = 2.8 MHz, DSD128 5,6 MHz, DSD256 11,2 MHz. Versionen mit mehrfacher Rate von 48 kHz existieren ebenso, bis hinauf zu 12,2 MHz.

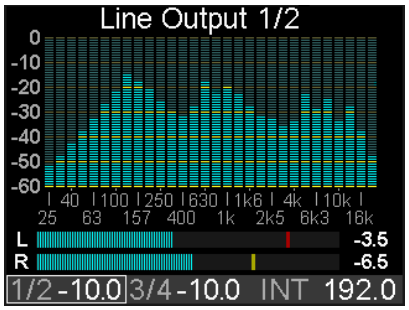
Um DSD-Daten über SPDIF, AES oder sogar USB zu übertragen, hat sich *DSD over PCM* (DoP) als Standard etabliert. Es nutzt die niedrigsten 16 Bit eines 24 Bit Wortes, um Probleme beim versehentlichen Abspielen als PCM zu vermeiden. Die oberen 8 Bit sind mit einem DoP Header zur Signalerkennung versehen. DoP ist reines DSD, es erfolgt keine Konvertierung zu PCM.

Der ADI-2/4 Pro EX unterstützt DSD auf verschiedene Weise. Per AES oder SPDIF empfangen wird der Bildschirm *State Overview* **DoP** anzeigen, und der DAC sofort vom PCM- in den DSD-Modus umschalten. Dieser Vorgang ist nach außen vollkommen transparent, die Wiedergabe erfolgt durchgängig ohne weitere Interaktion. Allerdings sind auf einem Bit-Stream keine DSP-Berechnungen möglich. Daher sind EQ, Crossfeed, Bass/Treble, Loudness und andere vom DSP bereitgestellte Audiofunktionen mit DSD automatisch inaktiv. Dies wird unter anderem durch eine Klammer um die aktivierte Funktion herum dargestellt, z.B. EQ Enable - (ON).

Die Erkennung von DoP funktioniert auch per USB. Eine DSD-Wiedergabe über USB (State Overview zeigt **DSD**) erfolgt mit 176,4/192 kHz für DSD64, 352,8/384 kHz für DSD128, und 705.6/768 kHz für DSD256. Unter Windows sind WDM/WASAPI derzeit auf 384 kHz limitiert. Die höchste Samplefrequenz, und damit der höchste DSD-Modus, erfordert daher ASIO. RMEs Treiber unterstützt DSD over ASIO im DoP-Format und als ASIO native. Der ADI-2/4 Pro EX ist daher mit vielen Programmen kompatibel, wie HQPlayer und JRiver, aber auch mit DSD Aufnahmesoftware wie Merging's Pyramix, Sound-It und VinylStudio.

## 19.2 DSD Wiedergabe

Während einer DSD-Wiedergabe sind alle DSP-Funktionen aller Kanäle, auch wenn diese PCM übertragen, temporär deaktiviert, was in diversen Menüs über ein (ON) in Klammern signalisiert wird. Analyzer und Level Meter zeigen DSD-Signale in leicht veränderter Farbe, die jeweilige Betriebsart ist daher sofort erkennbar.




Der Wechsel zwischen PCM und DSD ist mit einem leisen Knacksgeräusch verbunden. Der ADI-2/4 Pro EX verzichtet zur Klangoptimierung auf eine verlustbehaftete, analoge Lautstärkeregelung, kann dieses leise Geräusch am Ausgang des DAC daher nicht unterdrücken.

Knackser beim Titelwechsel sind bei DSD leider häufiger zu beobachten, selbst wenn die Stücke alle im gleichen DSD-Format vorliegen. Dies liegt am 1-Bit Format, welches anders als PCM absolute Stille und DC-Freiheit am Anfang und Ende eines Titels erfordert, damit im Sinne des 1-Bit Streams der Übergang kein Zufallssignal (Störgeräusch) darstellt. Leider sind viele frei erhältliche Stücke am Anfang und Ende nicht 'sauber'. Werden diese nacheinander von einem Player abgespielt, lässt sich an den Level Metern des ADI-2/4 Pro erkennen, dass das zu hörende Störgeräusch nicht vom ADI-2/4 Pro stammt, sondern dem Gerät genau so als abzuspielendes Signal präsentiert wird. Denn die Level Meter liegen digital vor dem DAC.

Hinweis: DSD-Wiedergabe per USB ist nur auf den Kanälen 1/2 möglich. Eine DSD64 Wiedergabe im Modus Multichannel über USB 3/4 führt nicht zur Aktivierung des DSD-Modus.

Bei DSD-Wiedergabe ist der analoge Ausgabepegel identisch zu einer PCM-Wiedergabe. Allerdings ist der Volume-Einstellbereich bei DSD auf +2,5 dB begrenzt, PCM erlaubt bis zu +6 dB.

## 19.3 DSD Aufnahme

Der ADI-2/4 Pro EX gibt die AD-gewandelten Daten nicht nur als PCM, sondern auch als DSD Datenstrom aus. Über *I/O - Analog Input - AD Conversion* lässt sich der Wandler von PCM (Default) in den Modus DSD schalten. Die DSD-Daten gelangen dann je nach Modus an die Ausgänge AES und SPDIF (DoP), USB (DoP via ASIO oder ASIO native), und die analogen Ausgänge 1/2 und 3/4 (rückgewandelt per DAC).

Alle Modi, Routings, Source-Optionen und Blockschaltbilder in Kapitel 17 gelten auch für den DSD-Modus, bei Wiedergabe wie auch Aufnahme. Einziger Unterschied: bei DSD ist der Schaltungsteil *DSP* überbrückt (kein Audioprocessing). Alle DSP-Funktionen aller Kanäle, auch wenn diese aktuell PCM übertragen, sind bei DSD temporär deaktiviert, was in diversen Menüs über ein (ON) in Klammern signalisiert wird.

Bitte beachten Sie, dass die Option *Digital Out Source* auf *Mains Out* gestellt die digitalen Ausgänge bei DSD Wiedergabe stumm schaltet, da Mains Out ein DSP-prozessiertes PCM Signal ist – welches bei DSD-Wiedergabe nicht existiert.

Ein gemischter Betrieb ist möglich. Während einer DSD-Aufnahme, also AD-Wandlung, kann ein PCM-File per DA abgespielt und angehört werden. Selbst das Abspielen von DSD über Kanal 1/2 und gleichzeitiges Abhören von AES oder Analog In per 3/4 ist möglich, egal ob die Quellen PCM oder DSD sind.

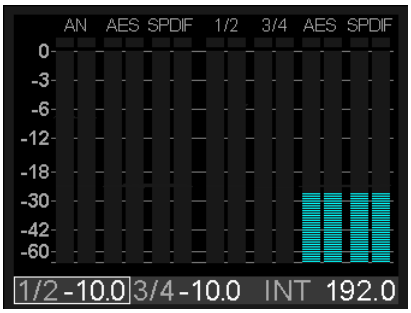
Einschränkungen existieren, sind aber bei PCM und DSD identisch. Beispielsweise lässt sich im Modus AD/DA wegen der Limitierung der Schnittstellen AES und SPDIF auf 192 kHz nur DSD64 nutzen, nicht aber DSD128 oder DSD256. Das ist bei PCM nicht anders, dort können 384 und 768 kHz ebenfalls nicht genutzt werden. Und wegen der gemeinsamen Clock sind keine beliebigen Kombinationen möglich. Z.B. Aufnahme mit DSD64 (176,4 kHz), und gleichzeitig eine Wiedergabe mit 192 kHz - auch dies ist im reinen PCM-Betrieb nicht möglich.

Programme zur Aufnahme von DSD Audio:

| Name | OS | URL |
|---|---|---|
| VinylStudio | Win/Mac | www.alpinesoft.co.uk |
| | | |
| Sound-It! | Win/Mac | http://www.ssw.co.jp |
| | | |
| Pyramix | Win | www.merging.com |
| | | |

## 19.4 DSD Level Meter

Während die meisten, selbst als 'Hi-End' angesehenen DACs den Anwender bei DSD-Betrieb in einen Blindflug zwingen, zeigt der ADI-2/4 Pro EX auch hier sowohl Pegel als auch spektralen Inhalt an. Der DSP führt dazu eine zusätzliche Umwandlung DSD zu PCM durch, um die Pegeldaten der analogen I/Os auf den Level Metern und dem Analyzer anzeigen zu können.




Diese zusätzliche Wandlung ist für die digitalen I/Os im Global Level Meter nicht verfügbar. Dort erscheint DSD so wie es sich auf der Schnittstelle darstellt (und anhört): bei DoP als konstantes Rauschsignal mit circa -24 dBFS.

## 19.5 Unendliche Weiten…

Der ADI-2/4 Pro EX ermöglicht erstmalig Konfigurationen, Einstellungen und Anwendungen, die viele Fragen beantworten können. Gibt es wirklich einen klanglichen Unterschied zwischen verschiedenen DA-Filtern mit verschiedenem Impulsantwortverhalten? Probieren Sie es aus! Klingt eine AD/DA Wandlerstrecke per PCM je nach Samplefrequenz unterschiedlich? Probieren Sie es aus! Klingt die gleiche Wandlerstrecke anders, und wie klingt sie überhaupt, wenn man DSD benutzt? Probieren Sie es aus!

# Bedienungsanleitung

# ADI-2/4 Pro EX

- **Eingänge und Ausgänge**

## 20. Analoge Eingänge

Der ADI-2/4 Pro EX besitzt zwei analoge Line-Eingänge, die Pegel bis zu +24 dBu akzeptieren. Die elektronische Eingangsschaltung arbeitet servosymmetrisch. Sie kann sowohl symmetrische (Stereo-Klinkenstecker, XLR) als auch unsymmetrische (Mono-Klinkenstecker, XLR) Eingangssignale korrekt verarbeiten, bei unveränderter Pegelreferenz.

**!** *Bei Verwendung von unsymmetrischen Kabeln am **XLR-Eingang** sollte deren Pin 3 mit Masse verbunden sein, da es sonst zu Störgeräuschen durch den offenen negativen Eingang der symmetrischen Eingangsstufe kommen kann.*

Zur Nutzung der Eingänge mit unsymmetrischen Cinch: einfach einen Standard-Adapter Mono-Klinke zu Cinch-Buchse einstecken. Damit ist jedes Cinch-Kabel mit dem ADI-2/4 Pro EX nutzbar.

Ein wichtiger Punkt bei einem AD-Wandler ist die korrekte Anpassung des Eingangspegels, damit der Wandler stets im optimalen Bereich arbeitet. Der ADI-2/4 Pro EX besitzt intern hochwertige elektronische Schalter, welche eine Anpassung an alle existierenden Studio-Pegel ermöglichen.

| **Ref** | **Vrms** | **Digital Gain +6 / 0 dB** | **Vrms** |
|---|---|---|---|
| +24 dBu | 12,28 | +18 dBu to +24 dBu | +18 = 6,15 |
| +19 dBu | 6,9 | +13 dBu to +19 dBu | +13 = 3,46 |
| +13 dbu | 3,46 | +7 dBu to +13 dBu | +7 = 1,73 |
| +7 dBu | 1,73 | +1 dBu to +7 dBu | +1 = 0,87 |
| +1 dBu | 0,87 | - 5 dBu to +1 dBu | - 5 = 0,44 |

Der hohe Rauschabstand des Gerätes erlaubt eine Erweiterung der Pegelreferenzen durch digitale Verstärkung bis zu -35 dBu (dig.), in Schritten von 6 dB. Damit lassen sich sogar dynamische Mikrofone nutzen.

Trim Gain, ebenfalls digital, erlaubt einen Feinabgleich in Bereich 0 bis +6 dB, in Schritten von 0,5 dB. Trim Gain macht zudem den gesamten Pegelbereich von -41 dBu bis +24 dBu in Schritten von 0,5 dB verfügbar.

Der analoge Eingang besitzt auch einen optionalen Übersteuerungsschutz. **Auto Ref Lev**(el) wechselt zum nächst höheren Referenzpegel wenn eine Übersteuerung erkannt wird.

Bei aktivem *RIAA Mode* sind die Auswahl der Referenzpegel und Auto Ref Level nicht verfügbar.

## 21. Analoge Ausgänge

### 21.1 Allgemeines

Die hinteren Ausgänge TRS (Stereoklinke) und XLR, sowie die Front-Ausgänge PH 1/2 werden alle vom gleichen DAC gespeist, geben daher das gleiche Signal aus - die Kanäle 1/2. Alle besitzen eigene Treiberstufen mit unterschiedlichen Ausgangspegeln, siehe nächstes Kapitel.

Alle Ausgänge besitzen Schaltungen zur Unterdrückung von Störgeräuschen beim Ein- und Ausschalten, die sogar wirken wenn nicht der Standby-Taster, sondern ein Wegfall der Versorgungsspannung zum Ausschalten führt.

Rauschabstand und Klirrfaktor sind auf allen Ausgängen nahezu identisch.

Alle drei Kopfhörerausgänge besitzen Mute-Relais, Überstromerkennung, Gleichspannungsschutz, Sensorbuchsen und DSP-Steuerung, wie das automatische Zuweisen des Volume, Volume Ramp-up, Auto Balanced Modus, Dual Phones Modus, interaktive Hinweise bei Überlast, und eine automatische Skalierung der Level Meter bei niederohmiger Last.

## 21.2 Line Out TRS 1/2 (3/4)

Der ADI-2 besitzt zwei Impedanz-symmetrierte, kurzschlussfeste analoge Line-Ausgänge, die Pegel bis zu +21,5 dBu liefern (Ref Lev +19 dBu mit Volume auf +2,5 dB). Bei Nutzung eines Stereo-Klinkensteckers (TRS) arbeitet der Ausgang über zwei interne 100 Ohm Widerstände Impedanz-symmetriert. Bei Nutzung eines unsymmetrischen Mono-Klinkenkabels (TS) wird Ring automatisch auf Masse gelegt, der Ausgang arbeitet dann unsymmetrisch.

Diese Ausgänge folgen allen Einstellungen des Referenz-Pegels, bleiben aber bei Auswahl von +24 dBu auf +19 dBu stehen. Für Details zu **Auto Ref Level** siehe nächstes Kapitel.

Das TRS-Quellsignal (DAC 1/2) lässt sich auf DAC 3/4 als Quelle umschalten (siehe Kapitel 12.3). Line Out 1/2 wird so zu Line Out 3/4, beispielsweise zum Einschleifen von Effekten während des Mastering-Prozesses.

## 21.3 Line Out XLR 1/2

Der ADI-2 besitzt zwei symmetrische analoge Ausgänge, die Pegel bis zu +26,5 dBu liefern (Ref Lev +24 dBu mit Volume auf +2,5 dB). Die kurzschlussfesten und niederohmigen Line-Ausgänge 1/2 finden sich in Form zweier XLR-Buchsen auf der Rückseite.

**!** *Die elektronische Ausgangsschaltung der XLR-Ausgänge arbeitet nicht servosymmetrisch! Bei Anschluss unsymmetrischer Geräte ist daher darauf zu achten, dass der negative Pin (3) frei bleibt. Eine Verbindung mit Masse kann zu erhöhtem Klirrfaktor führen!*

Um den an den ADI-2/4 Pro EX angeschlossenen Geräten einen optimalen Pegel zu bieten, verfügt dieser intern über hochwertige elektronische Schalter, die eine Pegelanpassung an übliche Studiopegel realisieren.

Die analogen Ausgänge 1/2 (wie auch 3/4) besitzen eine Funktion zur automatischen Einstellung des Referenz-Pegels. **Auto Ref Lev**(el) maximiert den Rauschabstand bei Nutzung des Volume-Knopfs. Sie wechselt zum nächst höheren oder niedrigeren Referenz-Pegel, wenn der per Volume gewählte Wert mit solchen einen besseren Rauschabstand erzielen würde.

Beispiel: Ref Lev steht auf +24 dBu, Volume auf -21 dB. Der effektive Rauschabstand (SNR) am XLR-Ausgang beträgt nun 124 dB minus 21 dB = 104 dB (RMS unbewertet). Obwohl dabei Rauschen noch nicht hörbar wird, benötigt ein Ref Level von +7 dBu nur eine Volume-Einstellung von -4 dB. Der SNR beträgt dann 124 minus 4 = 120 dB. Solche Einstellungen nimmt normalerweise der Anwender manuell vor. Auto Ref Lev übernimmt diese Aufgabe, und arbeitet in beiden Richtungen, sowohl wenn Volume erhöht als auch wenn es verringert wird.

<u>Hinweise</u>: Diese Technik schaltet Bauteile im Signalweg um, genau wie bei der manuellen Auswahl des Ref Lev, und ist daher nicht vollständig frei von Klick-Geräuschen. Um Übersteuerung zu verhindern beeinflusst der aktuelle Gain des EQ die Umschaltschwelle.

## 21.4 PH Out 1/2

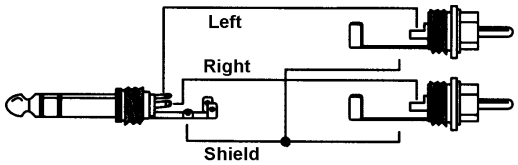
Die Kanäle 1/2 sind auch auf der Front per 6,3 mm Stereo-Klinkenbuchse (TRS) verfügbar.

Alle mit *1/2* beschrifteten Ausgänge teilen sich den gleichen Volume-Wert, aber Ph1/2 hat unabhängige Ref Levels (IEM, Low und High Power). Wie zuvor beschrieben ist der hintere TRS-Ausgang +19 dBu begrenzt.

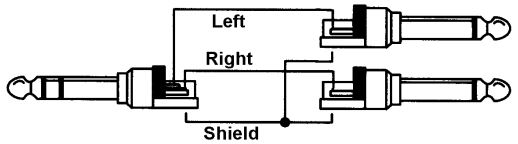
PH 3/4 ist der eigentliche Kopfhörerausgang des ADI-2/4 Pro EX. PH 1/2 ist ein Zusatz für weitere Anwendungen. Durch die Teilung von Pegel/Volume mit den hinteren Ausgängen ergeben sich Einschränkungen. Ph1/2 ist schlicht nicht komplett unabhängig, daher sollte er auch nur benutzt werden wenn wirklich gebraucht. Der ADI-2/4 Pro gibt beim Einstecken in den Ausgang PH 1/2 einen Warnhinweis aus.

Soll explizit Kopfhörerausgang 1/2 zum Einsatz kommen ist zunächst der Modus Dual Phones zu aktivieren. Im Menü findet sich außerdem eine Option zur Abschaltung der hinteren Ausgänge wenn PH 1/2 genutzt wird. Default ist Mute On sobald ein Stecker eingesteckt wurde.

Diese Ausgänge stellen ideale Kopfhörerausgänge dar. Tatsächlich wie auch technisch gesehen sind sie aber auch ideale Line-Ausgänge.




Bei Verwendung als Line-Ausgang ist im Allgemeinen ein Adapter von Stereo-Klinke auf zwei Mono-Klinken oder Cinchstecker erforderlich.




Die Belegung folgt internationalem Standard, der linke Kanal liegt auf der Spitze des Klinkensteckers, der rechte Kanal auf dem Ring.

RME hat eine lange Tradition von Kopfhörerausgängen die auch perfekt als Line-Ausgänge arbeiten. Die Extreme Power Ausgänge des ADI-2/4 Pro EX führen dies fort und weiter, indem sie außergewöhnliche Leistung mit höchster Kompatibilität und Vielseitigkeit kombinieren. Beispielsweise werden die beiden unsymmetrischen Stereo Phones auf der Front zu hochqualitativen, symmetrischen Mono-TRS-Ausgängen, sobald der Modus Balanced TRS Phones aktiv ist.

## 21.5 PH Out 3/4

Ein zweiter 2-Kanal DAC im ADI-2/4 Pro EX ermöglicht einen komplett unabhängigen Kopfhörerausgang PH 3/4. Kanäle 3/4 befinden sich auf der Front als 6,3 mm TRS (Stereo) Klinkenbuchse, und als Pentaconn, siehe unten. PH 3/4 kann in jedem Modus jeden Eingang abhören, egal welcher Eingang gerade von den Ausgängen 1/2 genutzt wird. Mit aktivem SRC auf dem aktuellen Eingang der Kanäle 3/4 kann dieser sogar Clock-unabhängig von den Ausgängen 1/2 arbeiten.

Die Extreme Power Treiberstufen von Ph 1/2 und Ph 3/4 sind vollständig identisch. Die beiden Kopfhörerausgänge besitzen je drei wählbare Ausgangpegel: IEM (+1 dBu), Lo-Power (+7 dBu), und Hi-Power (+19 dBu). Ausgang PH 3/4 kann auch als unsymmetrischer Stereo Line-Ausgang dienen, siehe PH Out 1/2.

Das Menü enthält eine Option zur Abschaltung der hinteren Ausgänge wenn PH 3/4 genutzt wird. Default ist Mute On sobald ein Stecker eingesteckt wurde.

## 21.6 Balanced Phones via Pentaconn

Pentaconn ist noch relativ jung, aber schon weit verbreitet. Der Stecker hat den bisherigen, eher klobigen und für leichte Kopfhörer zu schweren XLR 4-pol als Standard für Balanced Phones abgelöst. Die Pentaconn-Buchse vereinfacht die Nutzung eines Balanced Kopfhörers enorm, denn sie besitzt auch eine Steckererkennung. Daher schaltet der ADI-2/4 Pro EX bei Einstecken eines Pentaconn-Steckers automatisch in den Balanced Phones Modus.

Von der Nutzung eines Kopfhörers mit 3-adriger Standardverkabelung an Pentaconn ist abzuraten, da es korrekt verdrahtete Adapter benötigt um einen Kurzschluss der Balanced-Ausgangsstufe zu vermeiden. Ab Werk mit Pentaconn versehene Kopfhörer sind immer ‘Balanced‘.

**!** *Der Pentaconn-Ausgang ist Balanced, und sollte daher auch nur Balanced benutzt werden.*

# 22. Digitale Anschlüsse

## 22.1 AES

Nach Anschluss des mitgelieferten Breakoutkabels an die 9-polige Sub-D Buchse auf der Rückseite steht je ein XLR AES/EBU Ein- und Ausgang bereit. Beide sind trafosymmetriert und galvanisch getrennt. Der Anschluss erfolgt über symmetrisches Kabel mit XLR-Steckverbindern.

**Eingang**
Der AES-Eingang ist aktiv, wenn sich das Gerät im Modus Auto befindet, und AES das einzige digitale Eingangssignal ist. Im Modus USB Multi-channel ist AES als Eingangskanäle 3/4 für eine USB-Aufnahme verfügbar. Im 2-Kanal Modus ist AES nur für die Ausgänge Phones Out 3/4 nach manueller Auswahl dieses Eingangs verfügbar. Kapitel 17 enthält Details und Blockdiagramme für weitergehende Informationen.

Der SRC ermöglicht eine Entkopplung der Clock und Konvertierung der Samplefrequenz.

**Ausgang**
Wie im Blockdiagramm in Kapitel 17 zu sehen führen alle digitalen Ausgänge in den meisten Modi das gleiche Signal. Der ADI-2/4 Pro EX arbeitet dann wie ein Splitter/Verteiler. Das Eingangssignal wird gleichzeitig in mehrere digitale Formate gewandelt, und kann bis zu drei Mal genutzt werden (AES, SPDIF koaxial, SPDIF optisch oder ADAT).

Im Modus USB Multi-channel gibt der AES-Ausgang die Kanäle 5/6 aus, siehe Kapitel 17.4.

Die ausgangsseitige Kennung des ADI-2/4 Pro EX wurde entsprechend AES3-1992 Amendment 4 implementiert:

- 32 / 44.1 / 48 kHz, 64 / 88.2 / 96 kHz, 176.4 / 192 kHz je nach Samplefrequenz
- Audio use
- No Copyright, Copy permitted
- Format Professional
- Category General, Generation not indicated
- 2-Channel, No Emphasis
- Aux Bits Audio use, 24 Bit
- Origin: RME

Ältere Geräte mit AES/EBU (und SPDIF) sowie Aufnahmemedien können eine Emphasis-Kennung enthalten. Mit Emphasis versehenes Audiomaterial besitzt eine starke Höhenanhebung, und erfordert daher bei der Wiedergabe eine Höhenabsenkung. Bei der Nutzung des ADI-2/4 Pro EX als Audiointerface zur Aufnahme von SPDIF/AES in eine Datei geht die Emphasis-Kennung verloren. Siehe Kapitel 34.5.

Die Option *Digital Out Source - Line Out* (SETUP – Options – Device Mode / DSD) sendet das prozessierte Signal Line Out 1/2 auch an die digitalen Ausgänge AES, SPDIF und ADAT, z.B. zum Anschluss aktiver Monitore mit digitalen Eingängen.

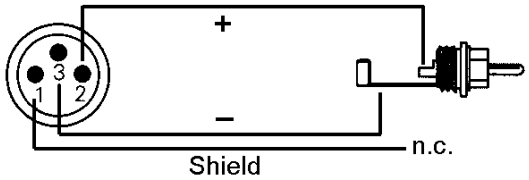
## 22.2 SPDIF

**Eingang**
Zwei SPDIF-Eingänge sind verfügbar, optisch über TOSLINK und koaxial über das mitgelieferte Breakoutkabel. Allerdings ist nur einer jeweils nutzbar. Die weiße Cinch-Kupplung ist der Eingang, die rote der Ausgang.

Der aktuell aktive SPDIF-Eingang lässt sich unter *Setup – Options – SPDIF / Remap Keys – SPDIF In* auswählen. In der Stellung Auto wird der Eingang mit gültigem Signal automatisch aktiviert.

Der optische Eingang versteht auch das ADAT-Format, mit bis zu 192 kHz. Es sind aber nur die Kanäle 1/2 des 8-kanaligen Formats verfügbar.

Mit einem Kabeladapter ist der Empfang von Signalen im Format AES/EBU auf dem koaxialen Eingang möglich. Dazu werden die Pins 2 und 3 einer XLR-Kupplung einzeln mit den beiden Anschlüssen eines Cinch-Steckers verbunden. Die abschirmende Masse des Kabels ist nur an Pin 1 der XLR-Kupplung anzuschließen.




**Ausgang**
Bei SPDIF stehen identische Signale am optischen und koaxialen Ausgang an. Daher lassen sich auch zwei Geräte gleichzeitig anschließen und der ADI-2/4 Pro EX als Verteiler nutzen (1 auf 2).

Unter *Setup – Options – SPDIF / Remap Keys – Optical Out* lässt sich das Ausgangsformat manuell von SPDIF auf ADAT ändern. Nur zwei Kanäle werden über ADAT gesendet, die gleichen die weiterhin am koaxialen Ausgang anstehen.

Die SPDIF-Ausgangskennung des ADI-2/4 Pro EX wurde entsprechend IEC60958 implementiert:

- 32 / 44.1 / 48 kHz, 88.2 / 96 kHz, 176.4 / 192 kHz je nach Samplefrequenz
- Audio use, Non-Audio
- No Copyright, Copy Permitted
- Format Consumer
- Category General, Generation not indicated
- 2-Channel, No Emphasis
- Aux Bits Audio use

Die Option *Digital Out Source - Main Out* (SETUP – Options – Device Mode / DSD) sendet das prozessierte Signal des Signalpfades 1/2 auch an die digitalen Ausgänge AES, SPDIF und ADAT, z.B. zum Anschluss aktiver Monitor mit digitalen Eingängen.

Anschlussbelegung des digitalen Breakoutkabels: siehe Kapitel 33.7.

## 22.3 ADAT

Der optische SPDIF-Eingang ist vollständig kompatibel zu allen optischen ADAT-Ausgängen. Der interne Empfänger erkennt das Format und wechselt automatisch zwischen SPDIF- und ADAT-Modus. RMEs unübertroffene Bitclock PLL verhindert selbst im extremen Varipitch-Betrieb Aussetzer und Knackser während der Aufnahme und Wiedergabe, und bietet blitzschnellen und jitterarmen, samplegenauen Lock auf das digitale Eingangssignal. Der Anschluss erfolgt über handelsübliches Optokabel (TOSLINK).

Um die Bedienung einfach zu halten werden meist nur die Kanäle 1/2 von ADAT genutzt. Die Kanäle ADAT 3/4 sind jedoch als Source für Phones 3/4 auswählbar. Im Modus USB Multi-channel nutzt ADAT nur die SPDIF-Eingangskanäle 5/6. In zwei Fällen kommen alle acht ADAT-Kanäle zum Einsatz: im Betrieb mit SMUX (96 kHz) und SMUX4 (192 kHz), und im Modus Digital Through, in dem alle acht Kanäle vom Eingang zum ADAT- Ausgang durchgereicht werden (Konfiguration des Ausgangs siehe unten).

Der ADAT-Eingang unterstützt eine Signalisierung von Double Speed, 88,2 und 96 kHz. Im Modus Slave springt die Clock des ADI-2/4 Pro EX automatisch zu den passenden Double Speed Frequenzen. Diverse RME Interfaces unterstützen diese Art der Signalisierung.

Unter *Setup – Options – SPDIF / Remap Keys – Optical Out* ist eine manuelle Auswahl des Ausgangsformats zwischen SPDIF und ADAT möglich. Nur zwei Kanäle werden über ADAT gesendet, die gleichen die weiterhin am koaxialen Ausgang anstehen.

# Bedienungsanleitung

# ADI-2/4 Pro EX

- **Installation und Betrieb – Windows**

## 23. Treiber-Installation - Windows

Hinweis: Der ADI-2/4 Pro EX ist im *CC-Modus Stereo* vollständig kompatibel zu Windows 10 (1709 oder neuer). Eine Installation der RME-Treiber ist trotzdem empfehlenswert, denn sie ermöglichen ASIO (PCM, DSD DoP und DSD Native) und ergänzen 768 kHz WDM. Die Treiber sind auch für ein Firmware-Update und DIGICheck erforderlich. Außerdem arbeitet der Multichannel Modus in Windows 10 unvollständig. Weitere Informationen zum Betrieb ohne RME-Treiber enthält Kapitel 34.27.

RME verbessert alle Treiber fortwährend. Laden Sie sich den aktuellsten Treiber von der RME Website herunter: **http://rme.to/download**, driver_madiface_win_1017.zip oder neuer. Nach dem Herunterladen und Entpacken der ZIP-Datei startet die Installation durch das Starten der *rmeinstaller.exe.* Wählen Sie *Install driver without TotalMix (ADI-2 Series)*, danach den Anweisungen des Installers folgen. Nach der Treiberinstallation Computer und ADI-2/4 Pro EX per USB-Kabel verbinden. Windows erkennt den **ADI-2/4 Pro EX** und installiert die Treiber automatisch.

Nach einem Neustart erscheint in der Taskleiste das Symbol des Settingsdialogs. Windows versteckt dieses oft hinter dem Aufwärtssymbol – ein Klick darauf erlaubt Zugriff und Konfiguration des Erscheinens.

Wie man den optimalen USB-Anschluss findet beschreibt Kapitel 34.3.

**Treiber-Updates** erfordern keine Entfernung des vorherigen Treibers. Der neue Treiber kann einfach über den vorherigen installiert werden.

Wird der ADI-2/4 Pro EX nicht automatisch gefunden liegt ein Fehler vor. Mögliche Ursachen sind:

- Der ADI-2/4 Pro EX ist nicht eingeschaltet
- Der USB-Port ist im System nicht aktiv (im Gerätemanager prüfen)
- Das USB-Kabel ist gar nicht oder nicht korrekt eingesteckt
- Nutzen Sie den State Overview Bildschirm des ADI-2/4 Pro EX zur Verifizierung der korrekten Funktion von USB (Kapitel 15.3)

### De-installation der Treiber

Eine Deinstallation der Treiberdateien ist prinzipiell nicht notwendig. Dank vollständiger Plug & Play Unterstützung werden die Treiber nach Entfernen der Hardware nicht mehr geladen.

Zur De-Installation der Treiber den RME Installer starten und *Uninstall the last installed driver package* auswählen.

Für die Nutzung der Windows 10 Class Compliant Treiber sind die RME-Treiber vollständig zu entfernen (z.B. nach einen Firmware-Update). Achten Sie bei der Deinstallation über den Geräte-Manager darauf, im Dialog die Option *Die Treibersoftware für dieses Gerät löschen* zu aktivieren, damit die Treiber beim nächsten Neustart nicht automatisch wieder installiert werden.

### Firmware Update

Siehe Kapitel 7. Unter Windows erfordert das Flash Update Tool einen installierten Treiber der RME MADIface Serie (siehe oben).

# 24. Konfiguration des ADI-2/4 Pro EX

## 24.1 Settingsdialog

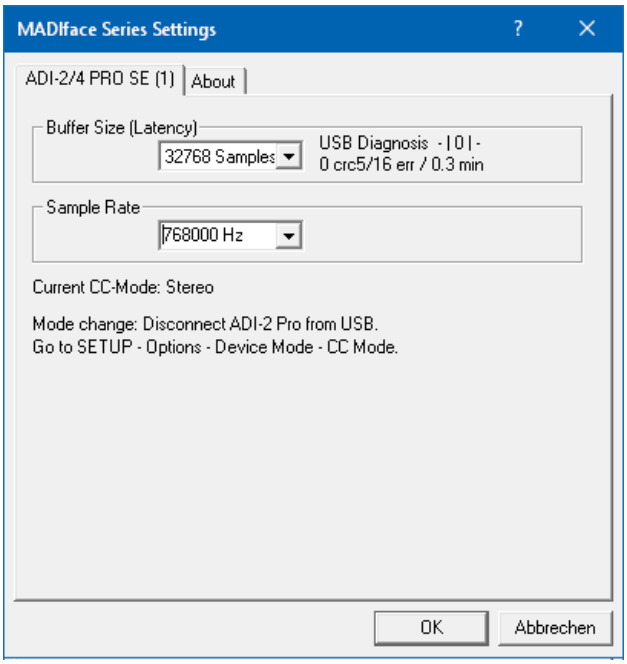
Die Konfiguration des ADI-2/4 Pro EX erfolgt normalerweise direkt am Gerät. Bei Betrieb mit ASIO lassen sich Samplefrequenz und Puffergröße (Latenz) über einen eigenen Settingsdialog einstellen. Das Fenster 'Settings' öffnet sich nach Mausklick auf das Feuersymbol rechts unten in der Taskleiste.

Einstellungen im Settingsdialog werden in Echtzeit übernommen, sind ohne Klick auf OK oder das Schließen der Dialogbox aktiv.

Veränderungen an den Settings sollten aber möglichst nicht während laufender Wiedergabe oder Aufnahme erfolgen, da es sonst zu Störungen kommen kann. Zu beachten ist auch, dass manche Programme selbst im Modus 'Stop' das Aufnahme- und Wiedergabegerät geöffnet halten, und deshalb die neuen Einstellungen nicht immer sofort wirksam werden.

**Buffer Size**
Die Einstellung der *Buffer Size* (Puffergröße) bestimmt unter ASIO und WDM sowohl die Latenz zwischen eingehenden und ausgehenden Daten, als auch die Betriebssicherheit des Systems.

**USB Diagnosis** zeigt spezifische USB-Übertragungsfehler (CRC5/16, normal 0) und allgemeine Fehler. Erkennt das Gerät einen Aufnahme- oder Wiedergabefehler ist die Anzeige nicht mehr auf 0. Ein Audio-Reset erfolgt automatisch. Die Anzeige wird beim Start einer Aufnahme/Wiedergabe auf Null gesetzt.




**Sample Rate**
Setzt die aktuell verwendete Samplefrequenz. Bietet eine zentrale und komfortable Möglichkeit, die Samplefrequenz aller WDM-Devices auf den gewünschten Wert zu stellen, denn seit Vista ist dies nicht mehr über das Audioprogramm möglich. Ein ASIO-Programm kann die Samplefrequenz jedoch wie bisher selbst setzen.

Bei laufender Wiedergabe/Aufnahme ist die Auswahl ausgegraut, eine Änderung nicht möglich.

Auf der Registerkarte **About** sind die aktuelle Treiberversion, die Firmwareversion und zwei weitere Optionen zu sehen:

**Lock Registry**
Default: Off. Verhindert Änderungen an den in der Registry gespeicherten Einstellungen des Settingsdialogs per Passwort. Alle Einstellungen sind weiter temporär änderbar. Da bei einem Neustart des Rechners immer die Einstellungen aus der Registry geladen werden kann so auf einfache Weise ein definierter Ausgangszustand des ADI-2/4 Pro EX erzeugt werden.

**Enable MMCSS for ASIO**
Aktiviert eine höhere Priorität des ASIO Treiber-Threads. Hinweis: Das Aktivieren dieser Option scheint derzeit nur bei höherer Last mit aktuellem Cubase/Nuendo sinnvoll zu sein. Bei anderen Programmen kann sich die Performance verschlechtern. Die Umschaltung wird nach einem Reset des ASIO-Treibers aktiv, daher lässt sich schnell und einfach testen, welche Einstellung besser funktioniert.

## 24.2 Clock Modi - Synchronisation

In der digitalen Welt sind Geräte immer Master (Taktgeber) oder Slave (Taktempfänger). Bei der Zusammenschaltung mehrerer Geräte muss es immer einen Master geben.

**!** *Innerhalb eines digitalen Verbundes darf es nur einen Master geben! Ist beim ADI-2/4 Pro EX der Clock Mode 'Internal' aktiv, muss das extern angeschlossene Gerät Slave sein.*

In der täglichen Studiopraxis ist die Definition einer Clock-Referenz unverzichtbar. RMEs exklusive **SyncCheck** Technologie dient der einfachen Prüfung und Anzeige der aktuellen Clock-Situation. Im State Overview zeigt die Spalte SYNC für alle digitalen Eingänge getrennt an, ob ein gültiges Signal anliegt (No Lock, Lock), oder ob ein gültiges *und* synchrones Signal anliegt (Sync). Siehe Kapitel 15.3.

Der SRC (Sample Rate Converter) kann als Clock-Entkoppler arbeiten, was mehrere Clock-Master in einem Verbund erlaubt. Nähere Informationen enthält Kapitel 8.6.

Da der ADI-2/4 Pro EX unter WDM die Samplefrequenz selbst vorgibt bzw. vorgeben muss, kann es bei externer Clock zu dem im Bild dargestellten Fehler kommen. Ein AES, SPDIF oder ADAT-Signal mit 48 kHz dient als Sync-Referenz, aber Windows Audio wurde zuvor mit 44100 Hz gestartet. Die rote Färbung der Beschriftung Sample Rate macht deutlich, dass hier 48 kHz eingestellt werden sollte.

# 25. Betrieb und Bedienung

## 25.1 Wiedergabe

Zuerst ist der ADI-2/4 Pro EX als ausgebendes Gerät in der jeweiligen Software einzustellen. Übliche Bezeichnungen sind *Playback Device, Device, Audiogerät* etc., meist unter *Optionen, Vorgaben* oder *Preferences* zu finden.

Mehr oder größere Puffer in der Applikation (WDM) oder dem RME Settingsdialog (ASIO) ergeben eine höhere Störsicherheit, aber auch eine größere Verzögerung bis zur Ausgabe der Daten.

Bitte beachten Sie dass Windows WDM derzeit auf 384 kHz beschränkt ist. 768 kHz ist nur mit ASIO nutzbar.

Hinweis: Seit Vista ist es der Applikation unter WDM nicht mehr möglich die Samplefrequenz zu bestimmen. Der Treiber des ADI-2/4 Pro EX enthält daher eine Möglichkeit, die Samplefrequenz zentral für alle WDM-Devices im Settingsdialog einzustellen. Siehe Kapitel 24.1.

## 25.2 DVD Playback (AC-3/DTS)

**AC-3 / DTS**
Populäre DVD Software Player können ihren Audio Datenstrom über den ADI-2/4 Pro EX an jeden AC-3/DTS fähigen Receiver senden.

**!** *Die Samplefrequenz muss im ADI-2/4 Pro EX auf 48 kHz gestellt werden, da die Software sonst nur einen analogen 2-Kanal Downmix via SPDIF ausgibt.*

In manchen Fällen muss das Wiedergabegerät des ADI-2/4 Pro EX als *Standard* in > *Systemsteuerung /Sound /Wiedergabe* < gesetzt sein, damit die Software es erkennt.

In den Audio-Eigenschaften der DVD-Software steht nun die Option 'SPDIF Out' oder ähnlich zur Verfügung. Wird diese angewählt, spielt die Software das undekodierte digitale Mehrkanalsignal über den AES- und SPDIF-Ausgang des ADI-2/4 Pro EX ab.

Achtung: Dieses 'SPDIF'-Signal klingt wie zerhacktes Rauschen bei maximalem Pegel. Daher mutet der ADI-2/4 Pro EX die analogen Ausgänge automatisch.

**Multi-channel**
PowerDVD und WinDVD können auch als Software-Decoder arbeiten, und den mehrkanaligen Datenstrom einer DVD direkt auf die analogen und digitalen Ausgänge des ADI-2/4 Pro EX ausgeben. Damit dies funktioniert, ist das Gerät über SETUP/Options/Device Mode in den CC-Mode Multi-channel zu setzen, und das WDM Wiedergabegerät 'Lautsprecher' des ADI-2/4 Pro EX unter >*Systemsteuerung/ Sound/ Wiedergabe* < als *Standard* auszuwählen. Außerdem ist unter >*Konfigurieren* < das Lautsprechersetup von *Stereo* auf *5.1 Surround* zu ändern.

In den Audio-Eigenschaften der abspielenden Software stehen nun mehrere Mehrkanal-Wiedergabemodi zur Verfügung. Werden diese angewählt, spielt die Software das dekodierte analoge Mehrkanalsignal über den ADI-2/4 Pro EX ab. Nicht bei jeder Software ist das Setzen des Lautsprechers im Sound-Fenster notwendig.

## 25.3 Multiclient-Betrieb

RME Audio Interfaces unterstützen Multiclient-Betrieb, also eine Nutzung mehrerer Programme gleichzeitig. Die Formate ASIO und WDM lassen sich sogar auf den gleichen Wiedergabekanälen gleichzeitig nutzen. Da WDM über eine Samplerate Conversion in Echtzeit verfügt, ASIO jedoch nicht, müssen alle beteiligten ASIO-Programme die gleiche Samplefrequenz benutzen.

Die Eingänge lassen sich bei WDM und ASIO gleichzeitig von beliebig vielen Programmen nutzen, da der Treiber die eingehenden Daten allen Programmen parallel zur Verfügung stellt.

Eine Besonderheit stellt RMEs Hi-End Tool *DIGICheck* dar. Es arbeitet als ASIO-Host, der mittels einer besonderen Technik auf in Benutzung befindliche Wiedergabekanäle zugreift. Daher kann DIGICheck sogar eine Analyse und Anzeige der Wiedergabedaten durchführen.

## 25.4 Multiinterface-Betrieb

RMEs Treiber unterstützen den Betrieb von bis zu drei Geräten der RME MADIface Serie. Dabei müssen alle Geräte synchron arbeiten, also per digitalem Eingangssignal mit synchronen Signalen versorgt werden. Der ADI-2/4 Pro EX kann so gemeinsam mit einem MADIface XT, MADIface USB, MADIface Pro, Fireface UFX+, oder einem weiteren ADI-2/4 Pro EX arbeiten. Unter ASIO präsentiert der Treiber alle Geräte als ein ASIO Device, mit allen verfügbaren Kanälen.

Wenn eines der Geräte im Clock Mode Master arbeitet, müssen die anderen im Modus Slave arbeiten, und vom Master-Gerät per ADAT, SPDIF oder AES synchronisiert werden. Im Settingsdialog sind die Clock-Modi der einzelnen Geräte korrekt zu konfigurieren.

## 25.5 ASIO

Nach dem Start der ASIO-Software ist in deren Audio-Einstellungen das Gerät oder der ASIO-Treiber **ASIO MADIface USB** auszuwählen.

Die Samplefrequenz wird von der ASIO-Software eingestellt. Die Puffergröße (Latenz) wird im RME Settingsdialog konfiguriert.

Die Anzahl verfügbarer Kanäle hängt vom aktuellen Class Compliant Modus ab: 2 Kanäle I/O mit Stereo, 6 In / 8 Out mit Multi-channel. Siehe Kapitel 14.1.3. Hinweis: das Ändern des CC-Modus erfordert eine temporäre Trennung der USB Verbindung.

Der ASIO 2.2 Treiber unterstützt Samplefrequenzen bis zu 768 kHz im PCM-Format. DSD Aufnahme/Wiedergabe ist sowohl per DoP innerhalb von ASIO, als auch im ASIO native Übertragungsformat möglich. *ASIO Direct Monitoring* (ADM) wird nicht unterstützt.

# 26. DIGICheck Windows

DIGICheck ist ein weltweit einmaliges Utility für Tests, Messungen und die Analyse des digitalen Audio-Datenstroms. Die Software ist größtenteils selbsterklärend, enthält aber trotzdem eine ausführliche Online-Hilfe. DIGICheck 5.96 arbeitet als Multiclient ASIO Host, und kann daher parallel zu jeglicher Software sowohl die Eingangs- als auch die Ausgangsdaten (!) anzeigen. DIGICheck bietet derzeit folgende Funktionen:

- **Level Meter**. Hoch präzise, 24 Bit Auflösung, 2/8 Kanäle. Anwendungsbeispiele: Spitzen-Pegelmessung, RMS-Pegelmessung, Over-Erkennung, Messung des Korrelationsgrades (Phase), Messung von Dynamik/Rauschspannungsabständen, Darstellung der Differenz RMS/Peak (Lautheit), Langzeit Spitzenwerterfassung. Input Check. Oversampling Mode für Pegel höher als 0 dBFS. Ausrichtung Vertikal oder Horizontal. Slow RMS und RLB Weighting Filter. K-system kompatibel.
- **Spectral Analyser.** Weltweit einmalige 10-, 20- oder 30-Band Darstellung in analoger Bandpass-Filter Technologie. 192 kHz-fähig!
- **Vector Audio Scope**. Weltweit einmaliges Phasenmessgerät mit dem typischen Nachleuchten einer Oszilloskop-Röhre, integriertem Korrelationsgradmesser und Level Meter.
- **Totalyser**. Spectral Analyser und Vector Audio Scope in einem Fenster.
- **Surround Audio Scope.** Professionelles Surround Level Meter mit erweiterter Korrelations-Analyse, ITU Weighting und ITU Summenmeter.
- **ITU1770/EBU R128 Meter**. Für standardisierte Lautheits-Messungen.
- **Bit Statistics & Noise**. Zeigt die tatsächliche Bit Auflösung, sowie Fehler und DC. Integrierte Signal to Noise Messung in dB und dBA, sowie DC-Messung.
- **Global Record.** Langzeitaufnahme aller Kanäle mit minimaler Systemlast.
- **Komplett Multiclient.** Öffnen Sie so viele Messfenster jeglicher Messfunktion auf jeglichen Kanälen und Ein- und Ausgängen wie Sie wollen!

Eine neuere Version für aktuellere Hardware, genannt **DigiCheck NG**, ist ebenfalls erhältlich. Diese ist frei skalierbar, bietet Multi-Instrument-Fenster, und enthält weitere Instrumente, wie *VU-Meter*, *Spectroscope*, *Oscilloscope* und *Frequency Measurement*.

DIGICheck ist kostenlos und arbeitet nur mit RME Interfaces. Es wird ständig erweitert. Die neueste Version ist auf der Website **www.rme-audio.de**, Sektion **Downloads / Software** erhältlich.

# Bedienungsanleitung

# ADI-2/4 Pro EX

- **Installation und Betrieb – Mac OS X**

## 27. Allgemeines - macOS

Der ADI-2/4 Pro EX ist ein UAC 2.0 Class Compliant Device. Mac OS X unterstützt UAC vollständig, es ist keine Treiberinstallation erforderlich. Verbinden Sie den ADI-2/4 Pro EX per USB-Kabel mit dem Computer. Mac OS X erkennt die neue Hardware als **ADI-2/4 Pro EX (Seriennummer)**.

Die Anzahl verfügbarer Kanäle hängt vom aktuellen Class Compliant Modus ab: 2 Kanäle I/O mit Stereo, 6 In / 8 Out mit Multi-channel, siehe Kapitel 14.1.3.

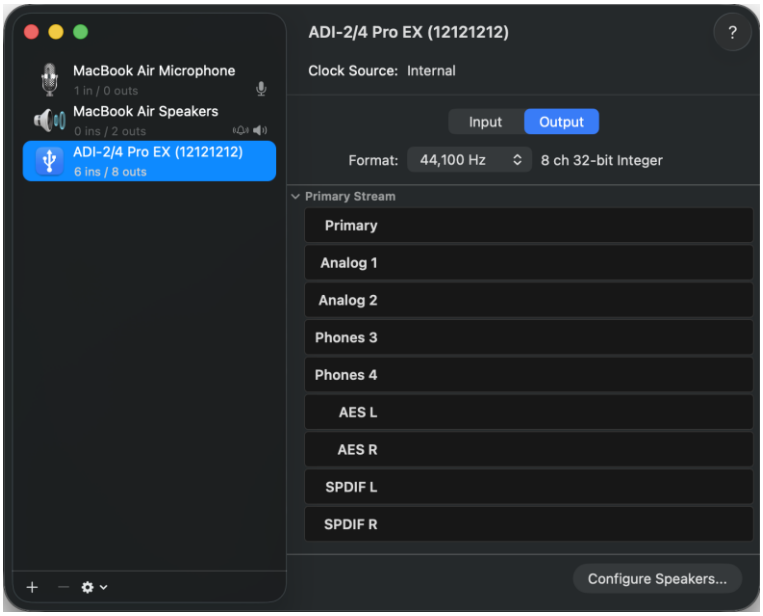
Hinweis: Das Ändern des CC-Modus erfordert eine temporäre Trennung des ADI-2/4 Pro EX vom Computer.

Informationen zu einem **Firmware Update** enthält Kapitel 7.

### 27.1 Konfiguration des ADI-2/4 Pro EX

Die Konfiguration des ADI-2/4 Pro EX erfolgt direkt am Gerät. Da normalerweise Mac OS X die Samplerate einstellt empfiehlt es sich den ADI-2/4 Pro EX auf Clock Source Internal zu stellen.

Über **Launchpad – Other – Audio MIDI Setup** wird der ADI-2/4 Pro EX für systemweite Nutzung konfiguriert. Das Fenster Audio enthält ein Menü zur Einstellung der Samplefrequenz. Im Modus Stereo sind bis zu 768 kHz möglich, im Modus Multichannel bis zu 192 kHz. Die beiden Modi lassen sich nur am Gerät auswählen, und erfordern eine Entfernung der USB-Verbindung während der Umstellung.




Über **Configure Speakers** lassen sich Stereo- und Multichannel-Wiedergabe auf alle verfügbaren Kanäle legen.

Programme, die keine Karten- und/oder Kanalauswahl unterstützen, verwenden immer den Eingang und Ausgang des unter **Systemeinstellungen - Ton** gewählten Geräts. Diese Einstellung ist auch im Audio MIDI Setup über das Zahnrad unten im Fenster möglich.

## 27.2 Clock Modi - Synchronisation

In der digitalen Welt sind Geräte immer Master (Taktgeber) oder Slave (Taktempfänger). Bei der Zusammenschaltung mehrerer Geräte muss es immer einen Master geben.

**!** *Innerhalb eines digitalen Verbundes darf es nur einen Master geben! Ist beim ADI-2/4 Pro EX der Clock Mode 'Internal' aktiv, muss das extern angeschlossene Gerät Slave sein.*

In der täglichen Studiopraxis ist die Definition einer Clock-Referenz unverzichtbar. RMEs exklusive **SyncCheck** Technologie dient der einfachen Prüfung und Anzeige der aktuellen Clock-Situation. Im State Overview zeigt die Spalte SYNC für alle digitalen Eingänge getrennt an, ob ein gültiges Signal anliegt (No Lock, Lock), oder ob ein gültiges *und* synchrones Signal anliegt (Sync). Siehe Kapitel 15.3.

Der SRC (Sample Rate Converter) kann als Clock-Entkoppler arbeiten, was mehrere Clock-Master in einem Verbund erlaubt. Nähere Informationen enthält Kapitel 8.6.

## 27.3 Multiinterface-Betrieb

OS X erlaubt die Verwendung von mehr als einem Audiogerät und deren gleichzeitige Nutzung in einem Programm. Dies geschieht über die Funktion **Aggregate Devices**, mit dem sich mehrere Geräte zu einem zusammenfassen lassen. Dabei müssen alle Geräte synchron arbeiten, also per digitalem Eingangssignal mit synchronen Signalen versorgt werden.

Wenn eines der Geräte im Clock Mode Master arbeitet, müssen die anderen im Modus Slave arbeiten, und vom Master-Gerät per ADAT, SPDIF oder AES synchronisiert werden. Im Settingsdialog sind die Clock-Modi der einzelnen Geräte korrekt zu konfigurieren.

# 28. DIGICheck & DigiCheck NG Mac

DIGICheck ist ein weltweit einmaliges Utility für Tests, Messungen und Analyse des digitalen Audio-Datenstroms. Die Software ist größtenteils selbsterklärend, enthält aber trotzdem eine ausführliche Online-Hilfe. DIGICheck und die neueste Version DigiCheck NG v 0.93 arbeiten parallel zu jeglicher Software und können alle Eingangsdaten anzeigen. Zur Anzeige von Wiedergabedaten dient die Option *Loopback to USB*, siehe Kapitel 12.2.1. DIGICheck bietet aktuell folgende Funktionen:

- **Level Meter**. Hoch präzise, 24 Bit Auflösung, 2/8 Kanäle. Anwendungsbeispiele: Spitzen-Pegelmessung, RMS-Pegelmessung, Over-Erkennung, Messung des Korrelationsgrades (Phase), Messung von Dynamik/Rauschspannungsabständen, Darstellung der Differenz RMS/Peak (Lautheit), Langzeit Spitzenwerterfassung. Input Check. Oversampling Mode für Pegel höher als 0 dBFS. Ausrichtung Vertikal oder Horizontal. Slow RMS und RLB Weighting Filter. K-system kompatibel.
- **Spectral Analyser.** Weltweit einmalige 10-, 20- oder 30-Band Darstellung in analoger Bandpass-Filter Technologie. 192 kHz-fähig!
- **Vector Audio Scope**. Weltweit einmaliges Phasenmessgerät mit dem typischen Nachleuchten einer Oszilloskop-Röhre, integriertem Korrelationsgradmesser und Level Meter.
- **Totalyser**. Spectral Analyser und Vector Audio Scope in einem Fenster.
- **Surround Audio Scope.** Professionelles Surround Level Meter mit erweiterter Korrelations-Analyse, ITU Weighting und ITU Summenmeter.
- **ITU1770/EBU R128 Meter**. Für standardisierte Lautheits-Messungen.
- **Bit Statistics & Noise**. Zeigt die tatsächliche Bit Auflösung, sowie Fehler und DC. Integrierte Signal to Noise Messung in dB und dBA, sowie DC-Messung.
- **Komplett Multiclient.** Öffnen Sie so viele Messfenster jeglicher Messfunktion auf jeglichen Kanälen wie Sie wollen!

**DigiCheck NG** ist frei skalierbar, bietet Multi-Instrument-Fenster, und enthält weitere Instrumente, wie *VU-Meter*, *Spectroscope*, *Oscilloscope* und *Frequency Measurement*.

DIGICheck wird ständig aktualisiert. Die neueste Version ist auf der Website **www.rme-audio.de**, Sektion **Downloads / Software / DigiCheck NG** erhältlich.

# Bedienungsanleitung

# ADI-2/4 Pro EX

## Installation und Betrieb – iOS

## 29. Allgemeines

Der ADI-2/4 Pro EX arbeitet im Modus **Class Compliant** (UAC 2.0), ein Standard der nativ von Betriebssystemen wie iOS, Mac OS X, Linux und Windows 10 (seit 1709) unterstützt wird. Es sind dann keine weiteren Treiber erforderlich, ein Gerät wird direkt erkannt.

Der ADI-2/4 Pro EX versieht iOS-Geräte mit den ihnen fehlenden professionellen analogen I/Os. Professionelle symmetrische und unsymmetrische Line Ein- und Ausgänge, zwei Extreme Power Kopfhörerausgänge, die mit allen hoch- und niederohmigen Kopfhörern perfekt zusammenarbeiten, umfassende Verstärkungs- und Pegeleinstellungen, AES, SPDIF und ADAT I/O Anschlüsse, PCM Aufnahme / Wiedergabe mit bis zu 768 kHz, und DSD Aufnahme / Wiedergabe mit bis zu 11,2 MHz (DSD256). Eine App wie *Neutron* kann über den ADI-2/4 Pro EX im Basic Mode Stereo tatsächlich Dateien mit bis zu 768 kHz Samplefrequenz und DSD 256 nativ abspielen.

Der ADI-2/4 Pro EX liefert keine Versorgungsspannung an iPad/iPhone. Der Lightning zu USB 3 Camera Adapter von Apple enthält eine Lightning-Buchse zum Anschluss des Standard Apple Netzteils, und ermöglicht so das Laden des i-Device während es im Modus Class Compliant mit dem ADI-2/4 Pro EX arbeitet.

## 30. Systemvoraussetzungen

- Beliebiges Apple iPad mit mindestens iOS 6, oder iPhone mit mindestens iOS 7
- Apple iPad Camera Connection Kit oder Lightning zu USB Adapter
- iPad Pro: kein aktiver Adapter, nur USB-C zu USB-C Kabel

## 31. Setup

Verbinden Sie das USB Kabel mit dem Camera Connection Kit/Lightning Adapter/iPad Pro. Nun das i-Device starten und Kit/Adapter in die Buchse am i-Device einstecken. Funktioniert alles wie erwartet wird der ADI-2/4 Pro EX nun für jegliches Audio I/O verwendet. Eine Audio-Wiedergabe von iTunes erfolgt automatisch über den ADI-2/4 Pro EX, auf den analogen Ausgängen 1/2 und 3/4.

Hinweis: Die Lautstärkeeinstellung des i-Device ist während des USB-Betriebs außer Funktion.

## 32. Unterstützte Eingänge und Ausgänge

Am iPad funktioniert bei Mono-Apps Eingang 1, bei Stereo-Apps Eingang 1/2 (also Analog In, sowohl Dual-Mono als auch Stereo), und bis zu 6 Eingänge bei Apps wie *MultiTrack DAW* und *Music Studio*. *Garage Band* unterstützt zwar alle 6 Eingänge, aber nur zwei gleichzeitig. *Auria* und Cubasis können alle 6 Eingänge gleichzeitig aufnehmen.

Wiedergabe nutzt die analogen Ausgänge 1 und 2, oder auch mehr, wenn die jeweilige App das unterstützt, so wie Auria und Cubasis, die alle 8 Kanäle nutzen können wenn sich der ADI-2/4 Pro EX im Modus Multi-channel befindet.

Im Class Compliant Modus ist der Default Clock Modus *Internal*, und iOS setzt typisch 96 kHz oder höher. Jede App kann die Samplefrequenz auf einen beliebigen Wert ändern/setzen, aber nicht alle Apps bieten eine Auswahl an. Das Setzen des ADI-2/4 Pro EX (und mit ihm das i-Device) in den Modus Slave, durch Auswahl von AES oder SPDIF als externer Clock-Quelle synchronisiert den ADI-2/4 Pro EX zu dieser. Bei einer falschen Samplefrequenz kommt es zu schweren Audiostörungen (der Gebrauch des SRC hilft in bestimmten Fällen). Ohne externe Clock wechselt der ADI-2/4 Pro EX zu seiner internen, wobei iOS oder die in Gebrauch befindliche App die aktuelle Samplefrequenz bestimmt.

# Bedienungsanleitung

# ADI-2/4 Pro EX

## Technische Referenz

# 33. Technische Daten

## 33.1 Analoge Eingänge

**XLR/TRS**

- Eingang: XLR und 6,3 mm Stereoklinke, servosymmetrisch
- Eingangsimpedanz @ 1kHz, symmetrisch: 94 kOhm, unsymmetrisch: 47 kOhm
- Eingangsimpedanz umschaltbar, siehe Option RIAA BAL
- Eingangsempfindlichkeit schaltbar +24 dBu, +19 dBu, +13 dBu, +7 dBu, +1 dBu @ 0 dBFS
- Digital Gain erweitert Eingangsempfindlichkeit von -5 dBu bis zu -35 dBu
- Digital Trim Gain: 0 dB bis +6 dB, in Schritten von 0,5 dB

- Rauschabstand (SNR) @ +24 dBu: 125 dB (AES17), 127 dBA
- Rauschabstand (SNR) @ +13/19 dBu: 124 dB (AES17), 126 dBA
- Rauschabstand (SNR) @ +7 dBu: 123 dB (AES17), 125 dBA
- Rauschabstand (SNR) @ +1 dBu: 121,5 dB (AES17), 123,5 dBA
- Rauschabstand (SNR) @ -5 dBu (dig.): 117,5 dB (AES17), 119,5 dBA
- Rauschabstand (SNR) @ -35 dBu (dig.): 87 dB (AES17), 89 dBA

- Frequenzgang* @ 44,1 kHz, -0,1 dB: 0,4 Hz – 20,5 kHz
- Frequenzgang* @ 96 kHz, -0,5 dB: 0,2 Hz – 44,5 kHz
- Frequenzgang* @ 192 kHz, -1 dB: 0,15 Hz – 91,5 kHz
- Frequenzgang* @ 384 kHz, -1 dB: 0,15 Hz – 175 kHz
- Frequenzgang* @ 768 kHz, -1 dB: 0,15 Hz – 290 kHz

- THD @ -1 dBFS: < -127 dB, 0,000045 %
- THD+N @ -1 dBFS: < -119 dB, 0,000112 %

- Übersprechdämpfung: > 130 dB @ 1 kHz

* DC Filter None. Mit Filter RME @ -1 dB: < 0,3 Hz, mit Filter ADC @ -1 dB <1,7 Hz.

**RIAA Mode via TS (unsymmetrisch) und TRS/XLR (symmetrisch)**

- RIAA Abweichung 20 Hz – 20 kHz: < ±0,05 dB
- Eingangsimpedanz umschaltbar (Option Bal. Impedance) 94 kOhm, 47 kOhm @ 1 kHz
- Eingangsimpedanz unsymmetrisch mit Bal. Impedance 47 k aktiv: 33 kOhm @ 1 kHz
- Eingangskapazität 150 pF
- Empfindlichkeit 0 dB: aktueller Ref Level -15 dB, +14 dB: 20 mV, +20 dB: 10 mV
- Empfindlichkeit +26 dB: 5 mV, +32 dB 2,5 mV, +38 dB: 1,25 mV
- Digitaler Headroom in allen Gainstufen, bezogen auf Empfindlichkeit: 15 dB
- Zusätzlich 0 bis +6 dB Gain in Stufen von 0,5 dB, via Trim Gain

- Maximaler Eingangspegel @ 0 dB: aktueller Ref Level
- Maximaler Eingangspegel @ +14 dB: 114 mV, -16,6 dBu
- Maximaler Eingangspegel @ +20 dB: 57 mV, -22,6 dBu
- Maximaler Eingangspegel @ +26 dB: 28,4 mV, -28,7 dBu
- Maximaler Eingangspegel @ +32 dB: 14,3 mV, -34,7 dBu
- Maximaler Eingangspegel @ +38 dB: 7,2 mV, -40,6 dBu

- Rauschabstand (SNR), 20 Hz-20 kHz, +14/20 dB Gain: 88 dB, 92 dBA
- Rauschabstand (SNR), 20 Hz-20 kHz, +26 dB Gain: 80,5 dB, 85 dBA
- Rauschabstand (SNR), 20 Hz-20 kHz, +32 dB Gain: 74 dB, 78,5 dBA
- Rauschabstand (SNR), 20 Hz-20 kHz, +38 dB Gain: 68 dB, 73 dBA

- THD+N, 20 Hz-20 kHz, +14/20 dB: -88 dB, 0,004 %
- THD+N, 20 Hz-20 kHz, +26 dB: -81,5 dB, 0,0084 %
- THD+N, 20 Hz-20 kHz, +32 dB: -74 dB, 0,019 %
- THD+N, 20 Hz-20 kHz, +38 dB: -69 dB, 0,035 %

## 33.2 Analoge Ausgänge

**1/2 XLR**

- Ausgangsimpedanz @ 1 kHz @ +24/+19/+13 dBu: 200 Ohm
- Ausgangsimpedanz @ 1 kHz @ +7/+1 dBu: 100 Ohm

- Maximaler Ausgangspegel: +26,5 dBu @ 0 dBFS
- Ausgangspegel schaltbar +24 dBu, +19 dBu, +13 dBu, +7 dBu, +1 dBu @ 0 dBFS

- Rauschabstand (SNR) @ +7/13/19/24 dBu: 124 dB (AES17), 126 dBA
- Rauschabstand (SNR) @ +1 dBu: 121 dB (AES17), 123 dBA

- Frequenzgang @ 44.1 kHz, -0,1 dB: 0 Hz – 20,4 kHz
- Frequenzgang @ 96 kHz, -0,5 dB: 0 Hz – 45,2 kHz
- Frequenzgang @ 192 kHz, -1 dB: 0 Hz – 91,4 kHz
- Frequenzgang @ 384 kHz, -1 dB: 0 Hz – 183 kHz
- Frequenzgang @ 768 kHz, -3 dB: 0 Hz – 342 kHz

- THD @ 0 dBFS: < -130 dB, 0,0000316 %
- THD+N @ 0 dBFS: -119 dB, 0,00011 %

- Übersprechdämpfung: > 130 dB @ 1 kHz

**1/2 TRS (rear)**

Wie 1/2 XLR, aber:

- Ausgang: 6,3 mm Stereoklinke, Impedanz-symmetrisch
- Ausgangsimpedanz @ 1 kHz: symmetrisch 200 Ohm, unsymmetrisch 100 Ohm
- Maximaler Ausgangspegel: +21,5 dBu @ 0 dBFS

- Rauschabstand (SNR) @ +19 dBu: 124 dB (AES17), 126 dBA
- Rauschabstand (SNR) @ +7/13 dBu: 122 (AES17), 124 dBA
- Rauschabstand (SNR) @ +1 dBu: 118,5 dB (AES17), 120,5 dBA

**Phones 1/2, Phones 3/4**

Wie 1/2 TRS, aber:

- Ausgang: 6,3 mm Stereoklinke, unsymmetrisch
- Ausgangsimpedanz: 0,1 Ohm
- Maximaler Ausgangspegel: +21,5 dBu @ 0 dBFS
- Ausgangspegel bei 0 dBFS, Ref Level +19 dBu, Last 100 Ohm oder höher: +21,5 dBu (9.2 V)

- Rauschabstand (SNR) @ +19 dBu (Hi-Power): 124 dB (AES17), 126 dBA
- Rauschabstand (SNR) @ +7 dBu (Lo-Power): 122 dB (AES17), 124 dBA
- Rauschabstand (SNR) @ +1 dBu (IEM): 120 dB (AES17), 122 dBA

- Minimale Lastimpedanz bei IEM @ +1 dBu: 4 Ohm
- Minimale Lastimpedanz bei Lo-Power @ +7 dBu: 8 Ohm
- Minimale Lastimpedanz bei Hi-Power @ +19 dBu: 24 Ohm

- Max. Ausgangsleistung @ 0,1% THD+N 300 Ohm: 0,288 W pro Kanal*
- Max. Ausgangsleistung @ 0,1% THD+N 32 Ohm: 2,4 W pro Kanal*
- Max. Ausgangsleistung @ 0,1% THD+N 16 Ohm: 1,93 W pro Kanal*

- THD @ +20 dBu, 32 Ohm Last (1,9 Watt): -124 dB, 0,000057 %
- THD+N @ +20 dBu, 32 Ohm Last (1,9 Watt): -118 dB, 0,00011 %

- Übersprechdämpfung 20 Hz - 20 kHz: 80 dB @ 32 Ohm

**Balanced Phones mode**
Wie zuvor, aber:
- Ausgangsimpedanz: 0,2 Ohm
- Maximaler Ausgangspegel: +27,5 dBu (18,4 V) @ 0 dBFS
- Ausgangspegel schaltbar: IEM +7 dBu, Lo-Power +13 dBu, Hi-Power +25 dBu
- Ausgangspegel schaltbar: IEM 1,73 V, Lo-Power 3,46 V, Hi-Power 13,8 V

- Rauschabstand (SNR) @ Hi-Power: 124 dB (AES17), 126 dBA
- Rauschabstand (SNR) @ Lo-Power: 123 dB (AES17), 125 dBA
- Rauschabstand (SNR) @ IEM: 122 dB (AES17), 124 dBA

- Minimale Lastimpedanz bei IEM @ +7 dBu: 8 Ohm
- Minimale Lastimpedanz bei Lo-Power @ +13 dBu: 12 Ohm
- Minimale Lastimpedanz bei Hi-Power @ +25 dBu: 40 Ohm

- Max. Ausgangsleistung @ 0,1% THD+N, 300 Ohm: 1,15 W pro Kanal*
- Max. Ausgangsleistung @ 0,1% THD+N, 32 Ohm: 3,85 W pro Kanal*
- Max. Ausgangsleistung @ 0,1% THD+N, 16 Ohm: 1,93 W pro Kanal*

- Übersprechdämpfung: > 130 dB @ 1 kHz

* CEA-2006 nutzt kurze Pulssignale (hier 1 kHz Sinus) zur Ermittlung der maximalen, kurzzeitig verfügbaren Ausgangsleistung, unter kontrollierten Bedingungen (hier THD+N 0,1%). Diesen Wert als *Peak Power*, also Spitzenausgangsleistung zu bezeichnen, ist grundsätzlich nicht falsch. Der Begriff Peak Power ist aber durch vollkommen übertriebene Fantasie-Angaben unseriöser Hersteller derart verbrannt, dass wir ihn nicht benutzen möchten.

Durch die thermische Stromschutzschaltung im ADI-2/4 Pro EX sind die mit CEA-2006 ermittelten Werte bei Lastimpedanzen > 50 Ohm identisch mit der Dauerausgangsleistung. Bei 16 Ohm Unbalanced/Balanced und 32 Ohm Balanced ist die Dauerausgangsleistung jedoch geringer, da der geforderte Strom als Dauerstrom nach wenigen Sekunden die Overload–Warnung auslöst.

Kapitel 34.18 enthält detaillierte Informationen zu Ausgangspegel und Dauerausgangsleistung.

## 33.3 Digitale Eingänge

**Allgemein**
- Lock Range: 28 kHz – 200 kHz
- Jitterunterdrückung: > 50 dB (> 1 Hz)
- Akzeptiert Consumer und Professional Format

**AES/EBU**
- 1 x XLR, trafosymmetriert, galvanisch getrennt, nach AES3-1992
- Eingangsempfindlichkeit 1,0 Vss

**SPDIF coaxial**
- 1 x Cinch, nach IEC 60958
- hochempfindliche Eingangsstufe (< 0,3 Vss)
- AES/EBU kompatibel (AES3-1992)

**SPDIF optical**
- 1 x optisch, nach IEC 60958
- ADAT kompatibel

## 33.4 Digitale Ausgänge

**AES/EBU**
- 1 x XLR, trafosymmetriert, galvanisch getrennt, nach AES3-1992
- Ausgangsspannung 2,7 Vss
- Format Professional nach AES3-1992 Amendment 4
- Single Wire Mode, Samplefrequenz 44 kHz bis 200 kHz

**SPDIF coaxial**
- 1 x Cinch, nach IEC 60958
- Ausgangsspannung 0,75 Vpp
- Format Consumer (SPDIF) nach IEC 60958
- Single Wire Mode, Samplefrequenz 44 kHz bis 200 kHz

**SPDIF optical**
- 1 x optisch nach IEC 60958
- Format Consumer (SPDIF) nach IEC 60958
- Samplefrequenz 44 kHz bis 200 kHz

## 33.5 Digitaler Teil

- Clocks: Intern, AES In, SPDIF In, ADAT In
- Genauigkeit Interne Clock: ±1 ppm
- Jitterunterdrückung bei externer Clock: > 50 dB (> 1 Hz)
- Praktisch kein effektiver Jittereinfluss der Clock auf AD- und DA-Wandlung
- PLL arbeitet selbst mit mehr als 100 ns Jitter ohne Aussetzer
- Zusätzliche digitale Bitclock-PLL für störungsfreies Varipitch im ADAT-Betrieb
- Unterstützte Samplefrequenzen für externe Clocks: 32 kHz bis zu 200 kHz
- Intern unterstützte Samplefrequenzen: 44.1 kHz bis zu 768 kHz

## 33.6 Allgemeines

- Mitgeliefertes Netzteil: externes Schaltnetzteil, 100 - 240 V AC, 12 V DC, 3,3 A, 40 Watt
- Leistungsaufnahme im Standby, DC 12 V: 170 mW
- Leistungsaufnahme im Standby, AC 230 V: 280 mW
- Leistungsaufnahme im Leerlauf: 14 Watt, Max. Leistungsaufnahme: 30 Watt
- Stromaufnahme im Leerlauf bei 12 V: 1,16 A
- Unterspannungserkennung: < 9,0 V
- Überspannungstrennung: > 16,5 V
- Abmessungen (BxHxT): 215 x 44 x 160 mm
- Gewicht: 1.2 kg
- Temperaturbereich: +5° bis zu +40° Celsius
- Relative Luftfeuchtigkeit: < 75%, nicht kondensierend

## 33.7 Steckerbelegungen

**Pinbelegung der 9-poligen D-Sub Buchse, Breakoutkabel SPDIF / AES**
Hinweis: Das digitale Breakoutkabel ist identisch mit dem der Karten der HDSPe Serie.

| Pin | Name | Pin | Name | Pin | Name |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | GND | 4 | AES Out + | 7 | SPDIF In - |
| 2 | SPDIF Out + | 5 | AES In + | 8 | AES Out - |
| 3 | SPDIF In + | 6 | SPDIF Out - | 9 | AES In - |

**TRS / Stereo-Klinkenbuchse Analog Out 1/2**
Die 6,3 mm Klinkenbuchsen auf der Rückseite sind entsprechend internationalem Standard belegt: Spitze = + (hot), Ring = - (cold), Schaft = Masse (GND).

**Pentaconn**
Standardbelegung: Tip +L, R1 –L, R2 +R, R3 –R, Sleeve verbunden mit GND.

**XLR-Buchsen**
Die XLR-Buchsen der analogen Eingänge und Ausgänge sind entsprechend internationalem Standard belegt: 1 = GND (Abschirmung), 2 = + (hot), 3 = - (cold).

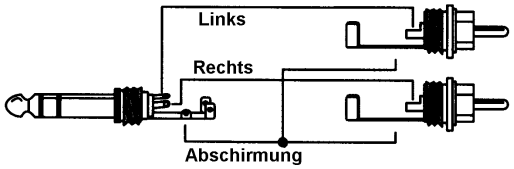
Die servosymmetrische **Eingangsschaltung** ermöglicht die Verwendung monauraler TS-Buchsen (unsymmetrisch) ohne Pegelverluste. Dies entspricht der Verwendung einer TRS-Buchse deren Ring mit Masse verbunden ist.

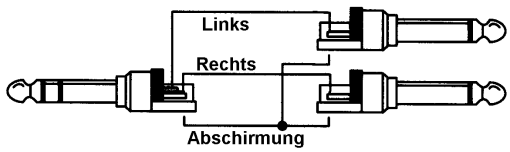
**!** *Die elektronische Ausgangsschaltung der XLR-Ausgänge arbeitet nicht servosymmetrisch! Bei Anschluss unsymmetrischer Geräte ist daher darauf zu achten, dass der negative Pin (3) frei bleibt. Eine Verbindung mit Masse kann zu erhöhtem Klirrfaktor führen!*

**TRS Kopfhörerbuchsen**
Die analogen Ausgänge speisen zwei Kopfhörerausgänge über zwei unabhängige Treiberstufen.

Bei Verwendung als Line-Ausgang ist im Allgemeinen ein Adapter von Stereo-Klinke auf zwei Mono-Klinken oder Cinchstecker erforderlich.

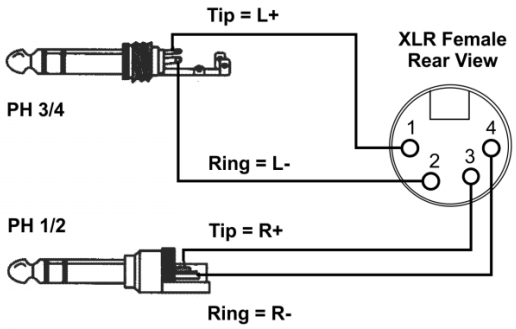
Die Belegung folgt internationalem Standard, der linke Kanal liegt auf der Spitze des Klinkensteckers, der rechte Kanal auf dem Ring.




Im Modus Balanced Phones wechseln die TRS-Ausgänge vom unsymmetrischen Stereo- zum symmetrischen Mono-Betrieb. Ein Adapterkabel wie das rechts gezeigte gibt Balanced Kopfhörern mit 4-poligem XLR-Stecker einen Anschluss an die Ausgänge des ADI-2/4 Pro EX.

Für Mini-XLRs ist das Pinout (Signal zu Pin-Nummer) identisch.




**Trigger Out**
Für 3,5 mm Mono-Klinke. Die Buchse ist TRS, mit Tip auf +12 V, Ring und Sleeve sind auf Masse geschaltet.

# 34. Technischer Hintergrund

## 34.1 Lock und SyncCheck

In der analogen Technik kann man beliebige Geräte beliebig miteinander verschalten, eine Synchronisation ist nicht erforderlich. Digital Audio jedoch ist einem Grundtakt, der Samplefrequenz, unterworfen. Das Signal kann nur korrekt weiterverarbeitet oder transportiert werden, wenn alle beteiligten Geräte dem gleichen Takt folgen. Ansonsten kommt es zu Fehlabtastungen des digitalen Signales. Verzerrungen, Knackgeräusche und Aussetzer sind die Folge.

**!** *Innerhalb eines digitalen Verbundes darf es nur einen Master geben! Wenn der ADI-2/4 Pro EX seine interne Clock nutzt müssen sich alle anderen Geräte zu dieser synchronisieren.*

Digitale Signale bestehen aus einem Carrier (Träger) und den darin enthaltenen Nutzdaten (z.B. Digital Audio). Wenn ein digitales Signal an einen Eingang angelegt wird, muss sich der Empfänger (Receiver) auf den Takt des Carriers synchronisieren, um die Nutzdaten später störfrei auslesen zu können. Dazu besitzt der Empfänger eine PLL (Phase Locked Loop). Sobald sich der Empfänger auf die exakte Frequenz des hereinkommenden Carriers eingestellt hat ist er 'locked' (verriegelt). Dieser **Lock**-Zustand bleibt auch bei kleineren Schwankungen der Frequenz erhalten, da die PLL als Regelschleife die Frequenz am Empfänger nachführt.

Wird an den ADI-2/4 Pro EX ein SPDIF-Signal angelegt, zeigt der State Overview **LOCK**, also ein gültiges, einwandfreies Eingangssignal. Leider heißt Lock noch lange nicht, dass das empfangene Signal in korrekter Beziehung zur die Nutzdaten auslesenden Clock steht. Beide Samplefrequenzen müssen vollständig identisch sein, nicht nur in ihrer Frequenz, sondern auch in ihrer Phasenbeziehung. Dieser Status wird **Sync** genannt, und ist auch im State Overview zu sehen wenn gegeben.

Beispiel: Der ADI-2/4 Pro EX ist auf interne Clock mit 44,1 kHz eingestellt, und ein CD-Player an seinen Eingang angeschlossen. Der State Overview zeigt das Eingangssignal mit LOCK. Die Samplefrequenz des CD-Player wird ebenfalls intern erzeugt, und ist daher minimal höher oder niedriger als die des ADI-2/4 Pro EX. Ergebnis: Beim Auslesen der Nutzdaten kommt es regelmäßig zu Lesefehlern, die sich als Knackser und Aussetzer bemerkbar machen.

Um solche Probleme anzuzeigen enthält der ADI-2/4 Pro EX **SyncCheck**. Es prüft die verwendeten Clocks auf *Synchronität*. Sind diese nicht zueinander synchron (also absolut identisch) zeigt der Status Overview **LOCK**. Sind sie vollständig synchron erscheint **sync**.

In obigem Beispiel kann der CD-Player nicht im Modus Slave arbeiten, er wird immer seine interne Clock nutzen (Master). Dafür gibt es zwei Lösungen:

- Das Setzen der der Clock Source des ADI-2/4 Pro EX auf SPDIF. Der ADI-2/4 Pro EX folgt nun exakt der externen Clock des Eingangssignals, der State Overview wird dem SPDIF-Eingang ein stabiles **sync** attestieren.

- Das Aufschalten des SRC (Sample Rate Converters) auf den SPDIF In. Der SRC entkoppelt die Clocks, so dass der ADI-2/4 Pro EX weiter seine interne nutzen kann. In diesem Fall wird State Overview allerdings trotzdem **LOCK** beim SPDIF-Eingang anzeigen, da die beiden Frequenzen keine feste Phasenbeziehung haben.

In der Praxis erlaubt SyncCheck einen sehr schnellen Überblick über die korrekte Konfiguration aller digitalen Geräte. Damit wird eines der schwierigsten und fehlerträchtigsten Themen der digitalen Studiowelt endlich leicht beherrschbar.

## 34.2 Latency und Monitoring

**Preamp Mode**
Im Modus Preamp wird das analoge Signal digital konvertiert, vom DSP prozessiert, und wieder zu analog konvertiert. ADC und DAC weisen eine spezifische Verzögerung auf, verursacht von ihren Oversampling- und Antialias-Filtern. Diese Verzögerung wurde in den letzten Jahren stark verringert, und ist nun so gering, dass sie im Normalfall nicht mehr hörbar ist. Die Werte der AD- und DA-Wandlung stehen in der Tabelle unten. Die Gesamt-Latenz ist wegen des Datenaustauschs von FPGA und DSP circa 11 Samples höher (22 Samples bei Quad Speed). Bei 44,1 kHz ergeben sich 24 Samples Verzögerung, entsprechend 0,5 ms. Bei 192 kHz beträgt die gesamte Verzögerung 69 Samples, oder 0,36 ms.

**Low Latency**
Der ADI-2/4 Pro EX nutzt die neuesten Top AD- und DA-Wandler mit speziellen Low Latency Filtern, die überragenden Rauschabstand und niedrigste Verzerrung in Kombination mit superschneller Wandlung bieten. Die genauen Verzögerungswerte durch die AD- und DA-Wandlung der ADI-2/4 Pro EX Wandlerchips mit den schnellsten Filtern zeigt die folgende Tabelle.

| **Samplefrequenz kHz** | **44,1** | **48** | **96** | **192** |
|---|---|---|---|---|
| AD SD Sharp (4,4 x 1/fs) ms | 0,07 | 0,067 | 0,039 | 0,017 |
| AD SD Slow (3,3 x 1/fs) ms | 0,05 | 0,04 | 0,022 | 0,011 |
| DA SD Sharp (5,4 x 1/fs) ms | 0,12 | 0,11 | 0,06 | 0,028 |
| DA SD Slow (3,5 x 1/fs) ms | 0,08 | 0,07 | 0,056 | 0,018 |
| DA NOS (1 x 1/fs) ms | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,005 |

Diese Werte repräsentieren einen wichtigen Schritt zur weiteren Reduzierung der Latenz im rechnergestützten Studio. Die zusätzliche Latenz - zumindest der AD- und DA-Wandlung - kann man hier schlicht ignorieren.

**USB Recording und Playback**
Der Modus Class Compliant ist grundsätzlich nicht anders als andere Formate. Der Transfer von Daten in/aus dem Computer geschieht mittels Puffern. Die Größe dieser Puffer bestimmt die Latenz oder Verzögerung auf dem Weg hinein wie hinaus. Die Gesamtverzögerung vom analogen Eingang durch den Computer und die Computersoftware (DAW) wird *Round Trip Latency*, RTL, genannt. Auf typischen Computern ist eine RTL von 5 bis 10 ms zu erwarten.

Unter Mac OS X arbeitet Class Compliant identisch zum Standard-Audio. Die Latenzen sind daher auch identisch, und werden – wie üblich – innerhalb der DAW-Software durch Wahl der gewünschten Puffergröße eingestellt.

Unter iOS ist Class Compliant die einzige Möglichkeit Audio zu transferieren, und liefert üblicherweise eine ähnliche Performance mit verschiedenen Interfaces.

Unter Windows nutzt der ADI-2/4 Pro EX den Treiber der MADIface Serie, um ihn genau wie jedes andere RME-Audiointerface nutzen zu können, mit der gleichen spektakulären Performance, obwohl er ein Class Compliant Device ist. Sowohl WDM als auch ASIO sind verfügbar. Die Latenz unter ASIO hängt hauptsächlich von der im Settingsdialog eingestellten Buffer Size ab.

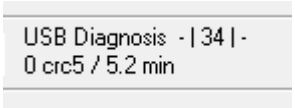
Typische RTL-Werte bei 44,1 kHz Samplefrequenz unter Windows ASIO, Filter SD Sharp: Gemessen mit Oblique Audio RTL Utility, https://oblique-audio.com/rtl-utility.php

| Puffergröße | RTL in Samples / Millisekunden |
|---|---|
| 128 Samples | 322 Samples, 7,3 ms |
| 64 Samples | 194 Samples, 4,4 ms |
| 32 Samples | 130 Samples, 2,95 ms |

## 34.3 USB Audio (Windows)

Ein ADI-2/4 Pro EX erreicht an einem modernen PC eine ähnliche Performance wie eine PCI-Soundkarte. Geringe CPU-Last und eine knacksfreie Nutzung von 64 Samples Puffergröße sind auf aktuellen Rechnern möglich. Auf etwas älteren Rechner dagegen verursacht schon ein simples Stereo-Playback eine CPU-Last von über 30 %. Ein kurzzeitig blockierter Rechner führt – egal ob WDM oder ASIO - zu einem Verlust eines oder mehrerer Datenpakete. Solche Probleme sind nur durch eine höhere Buffer Size (und damit Latenz) vermeidbar.

Der ADI-2/4 Pro EX enthält eine einzigartige Datenprüfung, die Fehler auf dem USB-Übertragungsweg erkennt und im Settingsdialog anzeigt. Außerdem enthält er einen speziellen Mechanismus, der die aktuelle Sampleposition automatisch korrigiert. Er erlaubt es, trotz Aussetzern mit Aufnahme und Wiedergabe fortzufahren.




Der ADI-2/4 Pro EX sollte – wie alle Audiointerfaces – eine möglichst ungestörte Datenübertragung zum Computer besitzen. Dies lässt sich am einfachsten garantieren, indem der ADI-2/4 Pro EX an einen eigenen Bus angeschlossen wird. Dies sollte ohne weitere Hardware möglich sein, da gängige USB 2.0 Interfaces immer im Doppelpack daherkommen. Eine Prüfung im Windows Geräte-Manager erfolgt folgendermaßen:

- ADI-2/4 Pro EX an einen USB-Port anschließen
- Gerätemanager starten, Ansicht nach Verbindung wählen
- ACPI x86-basierter PC, Microsoft ACPI konformes System, PCI Bus ausklappen

In diesem Zweig finden sich normalerweise zwei Einträge eines *USB2 Enhanced Host Controllers*. Über einen Root Hub sind daran dann die USB-Devices angeschlossen, auch der ADI-2/4 Pro EX erscheint dort. Durch einfaches Umstecken lässt sich in dieser Darstellung nun überprüfen, an welchem der beiden Controller er angeschlossen ist, und bei mehreren Geräten, ob diese am gleichen Controller hängen.

Diese Information lässt sich natürlich auch nutzen, um eine USB-Festplatte am Rechner zu betreiben, ohne den ADI-2/4 Pro EX zu stören, indem die Platte am anderen Controller betrieben wird. Außerdem gilt sie gleichermaßen für USB 3. Ports

Vor allem bei Notebooks kann es aber passieren, dass alle internen Geräte und alle Buchsen am gleichen Controller hängen, und der zweite Controller überhaupt nicht genutzt wird. Dann arbeiten alle Geräte am gleichen Bus und behindern sich gegenseitig.

Erfahrene RME Anwender kennen obigen Text aus den Handbüchern unserer anderen Interfaces mit sehr vielen Kanälen. Der ADI-2/4 Pro EX hat gegenüber diesen zwei Vorteile:

- Er lässt sich in den Stereo-Modus schalten, und baut dann nur einen isochronen Audiostream mit geradezu lächerlichen zwei Kanälen auf

- Er muss in den allermeisten Fällen nicht mit minimaler Latenz arbeiten. Das Einstellen der ASIO-Puffer auf höchste Größe bewirkt eine deutlich störungsfreiere und stabilere Aufnahme und Wiedergabe.

Aber auch der 6/8 kanalige Multichannel Modus ist, verglichen mit den von RME unterstützen bis zu 70/70 Kanälen auf USB 2.0 - immer noch eine Minimallast.

Nicht unterschätzen sollte man hohe Samplefrequenzen, bei PCM wie DSD. Denn die erfordern eine zu übertragende Datenmenge, die einem Vielfachen eines Kanals mit 48 kHz entspricht:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Basis | 48 kHz | 96 kHz | 192 kHz/DSD64 | 384 kHz/DSD128 | 768 kHz/DSD256 |
| Kanäle | 2 | 4 | 8 | 16 | 32 |

Und damit wird obiger Ratschlag wieder sehr relevant. Im Multichannel Modus zeigt sich:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Basis | 48 kHz | 96 kHz | 192 kHz/DSD64 | 384 kHz/DSD128 | 768 kHz/DSD256 |
| Kanäle | 8 | 16 | 32 | 64 | 128 |

Es bleibt festzuhalten: bei 192 kHz wird die USB-Schnittstelle trotz nur acht Kanälen mit Datenmengen gefordert, die 32 Kanälen bei Single Speed entsprechen.

## 34.4 M/S Processing

Das Mitte/Seite-Prinzip beschreibt eine spezielle Positionierungstechnik bei Mikrofonaufnahmen, als dessen Resultat auf einem Kanal das Mittensignal, auf dem anderen das Seitensignal übertragen wird. Diese Informationen lassen sich relativ einfach wieder in ein normales Stereosignal zurückverwandeln. Dazu wird der monaurale Mittenkanal auf Links und Rechts gelegt, der Seitenkanal ebenfalls, allerdings auf Rechts mit 180° Phasendrehung.

Zum Verständnis sei angemerkt, dass der Mittenkanal die Funktion L+R darstellt, während der Seitenkanal L-R entspricht.

Da während der Aufnahme in 'normalem' Stereo abgehört werden muss, bietet der ADI-2/4 Pro EX auch die Funktionalität eines M/S-Decoders. Dieser wird in den Settings der Hardware I/Os über die Option **M/S-Proc** aktiviert.

Das M/S-Processing arbeitet je nach Eingangssignal automatisch als M/S-Encoder oder M/S-Decoder. Bei Verarbeitung eines normalen Stereosignales erscheinen am Ausgang des M/S-Processings alle Monoanteile im linken Kanal, alle Stereoanteile im rechten Kanal. Das Stereosignal wird also Mitte/Seite encodiert. Dabei ergeben sich einige interessante Einblicke in die Mono/Stereo-Inhalte moderner Musikproduktionen.

Außerdem erlaubt es eine ganze Reihe von Eingriffsmöglichkeiten in die Stereobasis, da sich die Stereoanteile des Eingangssignals nun einfachst manipulieren lassen, indem der Seitenkanal mit Low Cut, Expander, Compressor oder Delay bearbeitet wird. Schleift man diese Effektkette per AD-Wandlung zurück in die DAW fehlt oft eine Rückwandlung des prozessierten Signals nach Stereo - kein Problem für den ADI-2/4 Pro EX, der diese Option auch im analogen Eingang anbietet.

Die andere Anwendung besteht darin, ein analoges Einzelkanalsignal auf beide analoge Eingänge zu geben (per Split-Kabel), dann die M/S-Verarbeitung zu aktivieren, und nur den digitalen linken Kanal zu analysieren. Diese Methode führt eine Monosummierung durch, die den Rauschabstand (SNR) des ADI-2/4 Pro EX um weitere 3 dB erhöht, um noch bessere Möglichkeiten der Messanalyse zu bieten.

Die bekannteste Anwendung in der Musikaufnahme ist die Manipulation der Basisbreite. Über eine Pegeländerung des Seitenkanals lässt sich die Stereobreite von Mono über Stereo bis Extended stufenlos manipulieren (diese Methode erfordert ein externes Mischpult).

## 34.5 Emphasis

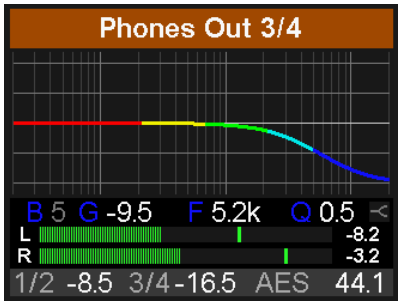
In der Anfangszeit von digitalem Audio, mit AD- and DA-Konvertern von nur 14 Bit Auflösung, kam eine aus der Rundfunktechnik bekannte Methode zum Einsatz: Pre- und De-emphasis. Dabei erfolgt vor der Konvertierung eine Höhenanhebung im Audiosignal. Bei der Wiedergabe sorgt ein Höhenfilter für eine gegensätzliche Absenkung. Insgesamt hoffte man auf diese Weise das durch AD- und DA-Wandlung verursachte Rauschen und Verzerrungen zu verringern.

Einige ältere CDs wurden mit Emphasis aufgenommen, und tatsächlich ist Emphasis Teil des Red Book Standards. Solche Aufnahmen erfordern ein Filter auf der Wiedergabeseite, sonst klingen sie zu brillant. Die Wiedergabe älterer Aufnahmen von Band kann ebenfalls De-emphasis erfordern, und selbst einer der ersten DAT-Rekorder nutzte noch Emphasis dauerhaft.

Digital zu Analog Wandlerchips beinhalten De-emphasis. Der ADI-2/4 Pro EX aktiviert die De-emphasis des DAC automatisch wenn die aktuelle Quelle AES oder SPDIF ist, und die Emphasis-Kennung im ankommenden Channel Status gesetzt ist. Die State Overview zeigt diesen Zustand mit einer roten Warnung, WARNING SPDIF EMPHASIS, deutlich an.

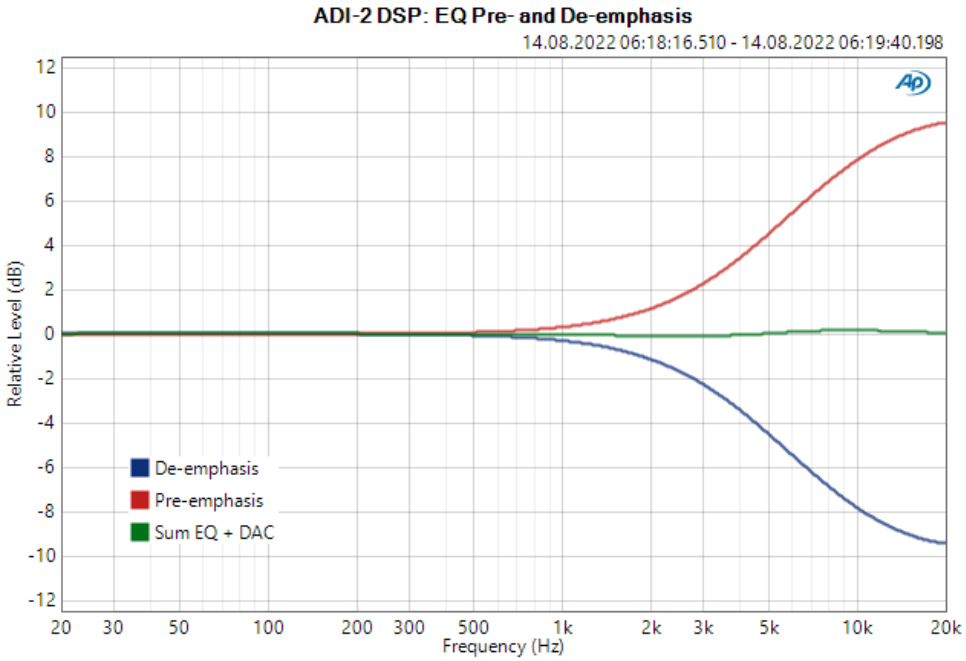
Warum eine Warnung? Wenn der ADI-2/4 Pro EX als Audiointerface zur Aufnahme des SPDIF-Signals in eine Datei genutzt wird, geht die Emphasis-Kennung verloren. Ebenso existiert kein Mechanismus, um bei einer Wiedergabe der aufgenommenen Datei das Emphasis-Filter eines DAC, hier des ADI-2/4 Pro EX, zu steuern. Daher ermöglicht die Option *De-emphasis On* im I/O Menü des Kanals auch eine manuelle Auswahl. Dies ist z.B. auch erforderlich wenn eine CD fälschlich Emphasis meldet, oder auch fälschlich nicht.

Eine Pre- und De-emphasis lässt sich auch außerhalb des DAC erzeugen, mit nur einem Band des Parametric EQ. Emphasis basiert auf einem RC-Filter erster Ordnung, mit Zeitkonstanten von 50 µs und 15 µs. Der Frequenzgang entspricht einer Höhenanhebung mit geringer Güte und +3 dB bei 3183 Hz. Der höchste Punkt des Shelf-Filters liegt bei 10610 Hz, die Verstärkung beträgt bei 20 kHz +9.49 dB.




Ein inverses Filter ergibt sich nach Selektion von Band 5 mit Filtertyp Shelf, Q auf 0,5, Frequenz auf 5,2 kHz, und Gain auf -9,5 dB. Eine Pre-emphasis entsteht mit den gleichen Einstellungen, aber Gain auf +9,5 dB.

Die Messung unten zeigt diese Einstellungen gegen die De-emphasis im DAC.



## 34.6 True Balanced Phones Mode

Kopfhörer teilen sich üblicherweise eine Leitung zwischen linkem und rechtem Kanal: die gemeinsame Masse - ein unsymmetrischer Aufbau. Eine andere Art einer leistungsfähigen Ausgangsstufe nutzt ein symmetrisches Design. Beide Kabel eines Lautsprechers sind 'Phase', es gibt keine Masseverbindung. Diese Technik wird meist im Auto verwendet, da die Betriebsspannung auf 12 Volt begrenzt ist, und symmetrischer Betrieb, hier Brückenschaltung genannt, doppelte Ausgangsspannung und vierfache Leistung an den Lautsprecher schickt.

Im symmetrischen Betrieb sind zwei identische Verstärker an jeweils eine Seite des Kopfhörers angeschlossen, und das Eingangssignal einer der Verstärker ist invertiert (180°). Sendet ein Verstärker eine positive Spannung aus, sendet der andere dieselbe als negative Spannung. Daher ist die vom Lautsprecher gesehene doppelt so hoch.

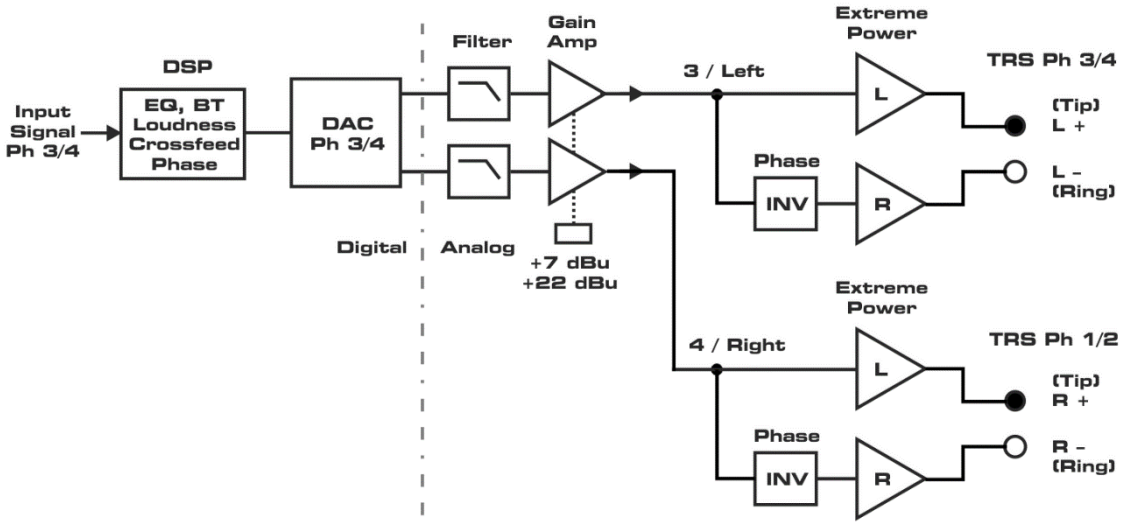
Trotz der von Kopfhörern benötigten, vergleichsweise kleinen Leistung, hat der Modus Balanced Phones einige interessante Aspekte:

- Die Ausgangsspannung wird verdoppelt. Beim ADI-2/4 Pro EX würde +19 dBu zu +25 dBu (6 dB Verstärkung). Nun hat kaum jemand einen Kopfhörer, der solch einen Pegel erfordert – nämlich 13,8 Volt Ausgangsspannung (mit VOL auf +2,5 dB sogar 18,4 V). Wird der Kopfhörer aber mit gleicher Lautstärke und effektivem Pegel wie zuvor betrieben, arbeiten die Treiberstufen mit 6 dB niedrigerem Pegel. Das kann sich positiv auf den Klirrfaktor und die Linearität auswirken.
- Die Ausgangsleistung wird vervierfacht. Eine für 1 Watt entwickelte Treiberstufe liefert 4 Watt, wenn eine gleiche zweite Stufe mit invertiertem Signal zum Einsatz kommt. Das ist eine signifikante Steigerung, die es erlaubt Ausgangsleistungen zu erreichen die selbst Bassheads fürchten, oder den Einsatz kleinerer Ausgangsstufen als üblich ermöglicht.
- Vollständig Masse-freier Betrieb verhindert EMI, sowie Probleme mit schwimmendem Bezugspotential in bestimmten (seltenen) Fällen.

Ein oft erwähnter Aspekt ist fragwürdig: ohne gemeinsame Leitung wäre die Trennung zwischen links und rechts optimiert. Das ist in der Theorie korrekt, hat aber keine Auswirkung in der hörbaren Realität, außer die Kopfhörer sind mit Kabeln versehen die man als defekt bezeichnen müsste.

Das untere Blockdiagramm zeigt den üblichen Weg, normale Kopfhörerausgangsstufen in den Balanced Modus zu schalten. Wie erwähnt sind zwei Stereo-Ausgänge notwendig, und jeweils eine Seite muss ein invertiertes Signal erhalten.

Standard Balanced Phones Design



Dieses Design, so verbreitet es auch ist, weist mehrere Nachteile auf:

- Eine analoge Invertierungsstufe muss in den analogen Signalweg
- Die Gleichtaktsituation des Signals am Kopfhörer wird durch den Unterschied von + und – Phase beeinträchtigt - ausgelöst durch den analogen Inverter
- Mehrere Relais und eine aufwändige Verkabelung mit vor- und zurückführenden Drähten vom/zum PCB sind typisch für ein solches Design

Der Vater des ADI-2/4 Pro EX, der ADI-2 Pro, verwendet eine andere, bessere Methode – den *Advanced Balanced Mode*. Er verwendet dazu beide DACs, also alle 4 Kanäle, und erreicht so sogar einen nochmals erhöhten Rauschabstand um 3 dB. Die Nutzung beider DACs bedeutet aber auch, dass im Balanced Phones Mode die hinteren Ausgänge nicht mehr gleichzeitig oder unabhängig zur Verfügung stehen – sie müssen daher gemutet werden.

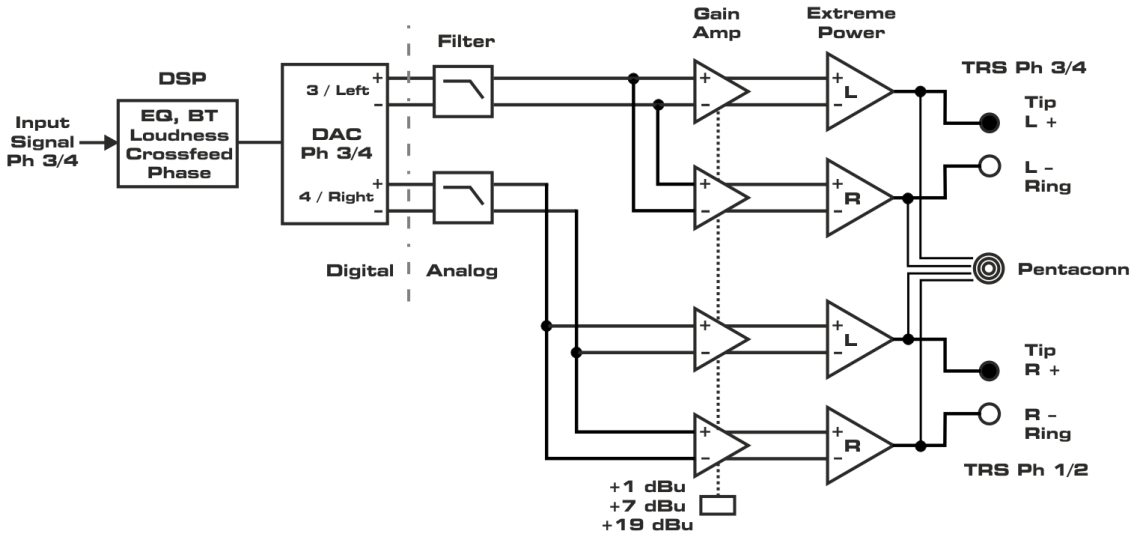
Diese Einschränkung löst der *True Balanced Mode* im ADI-2/4 Pro EX elegant, und erklärt auch den Namen des Gerätes, denn hier gibt es 2 symmetrische Eingangskanäle, aber 4 symmetrische Ausgangskanäle. Ein Balanced-betriebener Kopfhörer nutzt nur die DAC-Kanäle 3/4, die hinteren Ausgänge können weiterhin ein unabhängiges Signal per DAC 1/2 ausgeben.

Der True Balanced Mode macht sich eine wichtige Eigenschaft des ADI-2 (Pro wie DAC) zu nutze: das symmetrische Schaltungsdesign. Vom Ausgang des DAC-Chips über die Pegelanpassung bis zum Eingang der Extreme Power Ausgangstufe ist der gesamte Signalverlauf doppelt vorhanden, mit positiver und negativer Phase. Ein solch aufwändiger Aufbau verbessert fast alle technischen Daten, von SNR über THD bis zum Übersprechen. Und er erlaubt einen simplen Trick: ein invertiertes Signal kann ganz einfach erzeugt werden, indem positive und negative Verbindung vertauscht werden – was über ein Relais geschaltet ohne Performanceverlust möglich wird.

Die zweifache Invertierung und das Umlegen des Eingangs der Extreme Power Stufe Ph1/2 auf das Ausgangssignal von DAC 3/4 benötigt drei Relais, aber dank der symmetrischen Signalführung kommt es dabei zu keinerlei Beeinträchtigung des Audiosignals. Der sonst übliche, zwischengeschaltete aktive Invertierer entfällt. Die DAC-Kanäle 1/2 bleiben bei den hinteren XLR- und TRS-Ausgängen. Und das bisherige Konzept, welches die Phones-TRS Ausgänge auch als Balanced Line Ausgänge anbietet, wurde beibehalten, und mit der Pentaconn-Buchse um eine Balanced-Nutzung ohne Adapter erfolgreich erweitert.

Das untere Blockdiagramm zeigt das symmetrische, analoge Routing im True Balanced Mode.

True Balanced Phones Design



- Der gesamte Signalweg vom DAC zu den Kopfhörern bleibt unverändert. Es gibt keine zusätzliche aktive Elektronik im Signalweg des ADI-2/4 Pro EX.
- Die Signal-Invertierung geschieht vollständig transparent und verlustfrei
- Der gesamte Signalweg vom DAC bis zu den Kopfhörern ist symmetrisch
- Es gibt keine Umschaltung der Signale (oft mit Kabelbäumen) an den Ausgangsbuchsen

Im True Balanced Mode steigt der maximale Ausgangspegel auf +7 dBu für IEM, +13 dBu für Lo-Power und +25 dBu für Hi-Power. Der Rauschabstand verbessert sich bei Lo-Power und IEM um circa 1 dB.

Während der höhere Ausgangspegel für einige ältere und exotische Kopfhörer nützlich sein mag, macht eine 4-fach höhere Ausgangsleistung (um 8 Watt, pro Kanal) keinen Sinn. Glücklicherweise verhindert die Strombegrenzungsüberwachung des ADI-2/4 Pro EX einen Anstieg der Ausgangsleistung auf mehr als 4 Watt, und auf unter 2 Watt bei Impedanzen unterhalb 20 Ohm. Kapitel 34.18 zeigt die verfügbare Ausgangsleistung an den Kopfhörerausgängen.

## 34.7 Übersprechen am Kopfhörerausgang TRS

In den Tech Specs wird das Übersprechen (auch Kanaltrennung oder Crosstalk) am TRS-Kopfhörerausgang oftmals mit Werten zwischen 60 und 80 dB angegeben, während an den Line-Ausgängen typisch über 110 dB erreicht werden. Wie ist das möglich? Eine Erklärung findet sich in einem Artikel von Solderdude, *Resistance, Impedance and other issues.pdf*:

https://diyaudioheaven.wordpress.com/tutorials/power-impedance-etc/

Ab Seite 11 beschreibt und berechnet Solderdude das Übersprechen als Problem der gemeinsamen Masseleitung bei Kopfhörern. Was fehlt ist der Übergangswiderstand der gemeinsamen Masse, wie sie an den TRS gelötet ist, über den TRS selbst bis zur Klinkenbuchse (Kontakt- oder Übergangswiderstand), und diese dann auf die Platine.

Aber das sind doch höchsten 0,00x Ohm? Korrekt, aber genau da ist das Problem mit der üblichen logarithmischen Betrachtungsweise. Es handelt sich hier um einen simplen Spannungsteiler, der logarithmisch gesehen einfach nicht voran kommt. Bei einem Kopfhörer mit 32 Ohm verursacht ein Masseübergang mit x Ohm y Übersprechen:

| **x Ohm** | **y dB** |
|---|---|
| 0,1 | -50 dB |
| 0,01 | -70 dB |
| 0,001 | -90 dB |
| 0,0001 | -110 dB |

0,0001 Ohm sind in der realen Welt nicht zu schaffen. 0,001 Ohm auch nicht, weil die Konstruktion der Klinkenbuchse das einfach nicht hergibt. In der Praxis misst man in dB deutliche Unterschiede je nach verwendetem Klinkenstecker, was sowohl an der Konstruktion desselben als auch am Material liegt. 0,01 Ohm oder knapp darunter ist daher ein deutlich realistischerer Wert.

Die Verwendung eines 4-Pol XLR oder Pentaconn bringt bessere Werte, selbst wenn diese unsymmetrisch beschaltet sind. Zwei getrennte Kontakte ergeben halbierten Übergangswiderstand für Masse. Dahinter eine ideale Massezusammenführung und man erhält deutlich stabilere, leicht höhere Werte.

Auch wenn die Werte am TRS zunächst enttäuschen (gemessene 80 dB statt erwarteten 120), so sollte man lieber keinen Kopfhörer mit 3 Meter gemeinsamer Masseleitung messen (0,5 Ohm Kabelwiderstand = 36 dB Übersprechdämpfung). Siehe dazu auch die Messung in Kapitel 34.19, Übersprechen Phones Balanced / Unbalanced. Derartige Verlängerungskabel sind aber auch aus anderen Gründen nur selten empfehlenswert.

Aber wie relevant sind diese ‘niedrigen‘ Werte überhaupt? Ab wann hört man eigentlich Übersprechen? LPs schaffen nur 25 dB und bieten subjektiv bereits volles Stereo, UKW Radio liegt bei 30 bis 35 dB. Glücklicherweise erlaubt der ADI dies selbst auszuprobieren!

- Abspielen eines schön ‘breiten‘ Musikstücks als Mehrsekundenloop, Width von 1 auf 0,99 und kleiner verstellen. Typischerweise ist erst ab circa 0,95 eine Änderung hörbar.

- Balance im Player auf ganz links oder rechts stellen. Nun durch Verstellen von Width versuchen zu hören ab wann sich das Signal minimal auf die andere Seite verschiebt. Bei 0,99 ist es typisch noch nichts zu bemerken, aber bei 0,98 sollte eine sehr kleine Panoramaverschiebung detektierbar sein.

Die Tabelle unten zeigt welches Übersprechen in dB beim Test vorhanden war. Width arbeitet linear, und ist damit (anders als bei normaler Lautstärke) auch linear für das Gehör. Daher macht schon die Änderung von 1 auf 0,99 einen gewaltigen Sprung, und 0,9 entspricht dann LP-Niveau.

| **Width** | **R dB** | **L dB** | **X dB** |
|---|---|---|---|
| 1,00 | -114,8 | 0 | 114,8 |
| 0,99 | -46 | -0,1 | 45,9 |
| 0,98 | -40 | -0,14 | 39,9 |
| 0,97 | -36,5 | -0,2 | 36,3 |
| 0,96 | -34 | -0,2 | 33,8 |
| 0,95 | -32 | -0,3 | 31,7 |
| 0,9 | -26 | -0,4 | 25,6 |
| 0,8 | -20 | -0,9 | 19,1 |
| 0,7 | -16,5 | -1,4 | 15,1 |
| 0,6 | -14 | -1,9 | 12,1 |
| 0,5 | -12 | -2,5 | 9,5 |
| 0,4 | -10,5 | -3,1 | 7,4 |
| 0,3 | -9,1 | -3,7 | 5,6 |
| 0,2 | -8 | -4,4 | 3,6 |
| 0,1 | -6,9 | -5,2 | 1,7 |
| 0,0 | -6 | -6 | 0 |

Nach diesen Tests wird klar, warum die Industrie nie ein Problem damit hatte Kopfhörer mit 3-adrigen Kabeln auszuliefern. Und natürlich entfällt diese Problematik bei symmetrischem Betrieb (Balanced), man erhält die volle Übersprechdämpfung wie sie seitens DAC und Ausgangsstufe zur Verfügung steht.

Hinweis 1: Um Übersteuerung bei Mono = Width 0 zu verhindern wird der Pegel dort um 6 dB abgesenkt (Pan-Law). Beim Test ist daher zu beachten, dass es beim Verstellen auch zu einer Lautstärkeänderung kommt, nicht nur einer Basisbreitenänderung. In der Tabelle sieht man das als Wert des Kanals Links, die effektive Übersprechdämpfung ist daher die Differenz L - R (X dB).

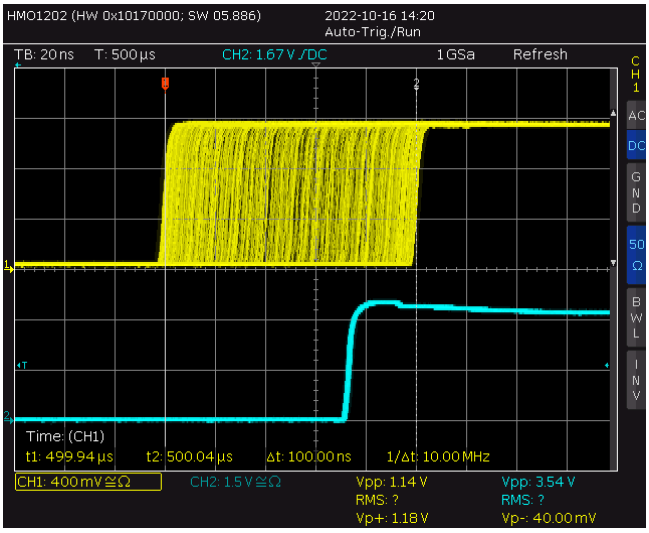
Hinweis 2: Das Übersprechen durch einen Widerstand in der gemeinsamen Masseleitung entspricht nicht vollständig dem Width-Effekt, da Width eine reine Mono-Bildung durchführt, während der gemeinsame Massewiderstand zu einem phasengedrehten Signal auf dem jeweils anderen Kanal führt. Ein sehr hohes Übersprechen führt daher auch zu einer Absenkung der Mono-Anteile, also meist des Bass. Diese Effekte sind jedoch für das obige Experiment, die Hörbarkeit eher geringen Übersprechens, nicht relevant.

## 34.8 SteadyClock, FS & EX

RMEs SteadyClock-Technologie garantiert exzellentes Verhalten in allen Clock-Modi. Die höchst effiziente Jitterunterdrückung erneuert und säubert jedes Clock-Signal. Aufgrund der effizienten Jitterunterdrückung arbeiten AD- und DA-Wandlung immer optimal und auf höchstem klanglichen Niveau, vollkommen unabhängig von der Qualität der Referenz-Clock.

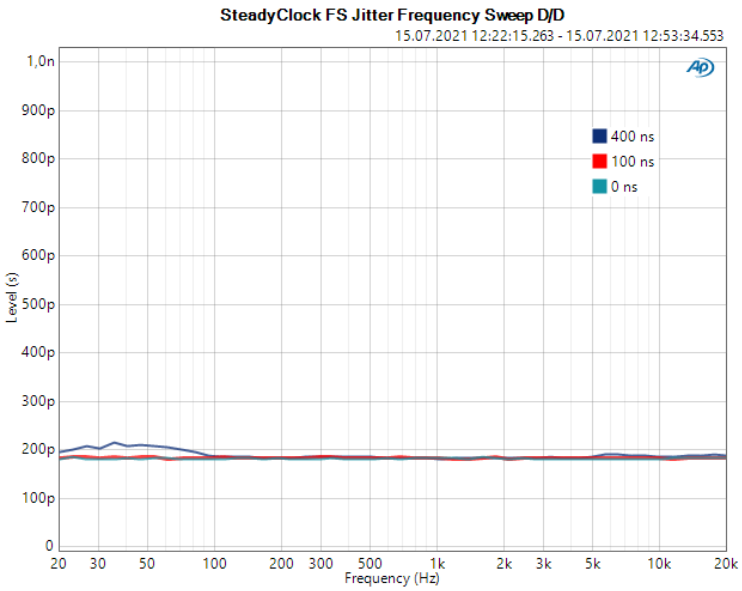
RME realisiert modernste Schaltungstechniken wie Hi-Speed Digital Synthesizer, Digital-PLL und 800 MHz Abtastfrequenz kosten- und platzsparend direkt im FPGA. Kombiniert mit analoger und digitaler Filterung entsteht eine professionelle Clock-Technologie die ihresgleichen sucht. Dabei ist SteadyClock vergleichsweise schnell, lockt sich in Sekundenbruchteilen auf das Eingangssignal, folgt auch schnellen Varipitch-Änderungen phasengenau, und lockt direkt im Bereich 28 kHz bis 200 kHz.

Die Analyse sogenannten *Interface-Jitters* mit Hilfe eines Oszilloskops zeigt anschaulich wie es funktioniert. Der Screenshot zeigt die steigende Flanke eines ein mit 50 ns Peak stark verjittertes, 48 kHz Wordclock-Signal (obere Linie, gelb). Dank SteadyClock wird daraus ein sauberes Taktsignal mit weniger als 2 ns Jitter (untere Linie, Blau). Das von SteadyClock prozessierte Signal wird nicht nur intern benutzt, sondern dient auch zur Taktung der digitalen Ausgänge, die somit von Jitter befreit bedenkenlos als Referenz-Clock nutzbar sind. Außerdem prozessiert SteadyClock jegliches Eingangssignal – auch SPDIF, AES, ADAT, MADI…




Der sogenannte *Sampling Jitter*, üblicherweise im Bereich von Pikosekunden, ist im ADI-2/4 Pro EX ebenfalls sehr niedrig. Ein Weg dies zu zeigen besteht in der Ausgabe eines speziell modulierten 11,025 kHz Sinus über den analogen Ausgang, und die Analyse des gesampelten Resultats. Jitterprodukte erscheinen in der FFT als symmetrische Seitenbänder in Form von schmalen Nadeln. SteadyClock FS weist keine auffälligen Seitenbänder auf. Bemerkenswert ist auch das identische Verhalten bei der Nutzung interner und externer Clock – ein typisches Merkmal der SteadyClock. Ein Video mit Erklärungen dazu ist auf RMEs YouTube-Kanal zu finden.

Das weiter verbesserte *SteadyClock FS* unterdrückt selbst tieffrequenten Jitter (ab 1 Hz), und weist eine noch höhere Jitterunterdrückung bei noch geringerem Eigenjitter auf. Dies lässt sich selbstverständlich auch messtechnisch nachweisen. In dieser Messung wird ein AES-Signal mit 0 ns (Referenz), 100 ns und 400 ns (!) Jitter angelegt, und dabei jeweils die Modulationsfrequenz im Bereich 20 Hz bis 20 kHz durchlaufen. Bei 50 Hz lassen sich circa 210 ps erkennen, entsprechend einer Jitterunterdrückung von > 65 dB. Das ist bei solch tiefen Frequenzen schlicht phantastisch.



*SteadyClock EX* enthält zwei weitere Funktionen. Die Masterclock des Geräts ist werkseitig mit einer Genauigkeit von ±1 ppm kalibriert. Über den neuen Menüpunkt *SR Trim* lässt sich die Masterclock in Schritten von 0,1 ppm um ±50 ppm feinabstimmen. Dies verbessert nicht nur die allgemeine Taktgenauigkeit, sondern ermöglicht auch z. B. virtuelle Synchronisation durch Angleichung der Frequenz, mit Geräten die nicht synchronisiert werden können. Und vieles mehr.

## 34.9 ADI-2/4 Pro EX als Mess-Frontend

Audio Mess-Systeme waren/sind recht teuer. Schon vor Jahren begannen deutlich günstigere, Software-basierte Mess-Systeme die teuren Referenzen zu ersetzen, und zwar immer dann wenn die Messung keine absolute Genauigkeit erforderte. Auch wenn die Software selbst 100% genau ist, so ist doch die als Generator und Analyser genutzte Hardware oft nur eine Soundkarte. Das begrenzt Rauschabstand, Klirrfaktor und Frequenzgang auf die Werte eben dieser.

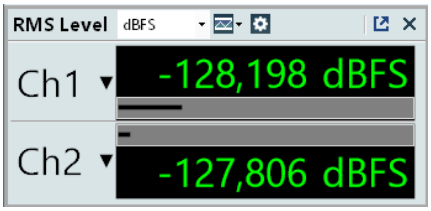
Bei RME kommen nicht nur die bekannten Referenzen Audio Precision und Rohde&Schwarz zum Einsatz, sondern auch einfachere, manchmal sogar flexiblere oder ungewöhnliche Lösungen. Eines der Entwicklungsziele des ADI-2/4 Pro EX war seine Nutzung als Hardware-Frontend für Audio-Mess-Software. Abgesehen von wenigen Einschränkungen sollte es möglich sein, die meisten Audiointerfaces, DACs, ADCs und analoges Equipment des täglichen Gebrauchs zu messen. Dazu muss der ADI-2/4 Pro EX naturgemäß sehr gute Messwerte aufweisen.

Die überragenden, realen Werte des ADI-2/4 Pro EX machen ihn zu einem der besten Hardware-Frontends. Bis zu 125 dB Dynamik (RMS unbewertet), kein Brummen, Unterstützung für verschiedene Referenzpegel, niedrigstes Rauschen an den Ein- und Ausgängen, sehr niedrige Klirrwerte, sehr weiter und linearer Frequenzbereich, galvanisch getrennter Betrieb per Batterie/Akku, sehr geringe Pegeltoleranzen, flexibles Handling und Konfiguration – der ADI brilliert sowohl auf dem Schreibtisch als auch auf dem Messplatz!

**Tipps für optimale Messresultate**

*Rauschabstand (und damit THD+N) am analogen Eingang durch Mono-Schaltung verbessern*

Dazu per Splitkabel die Quelle auf beide Eingänge gleichzeitig legen und M/S-Processing im Analog Input aktivieren. Der linke Kanal weist wie im Bild rechts zu sehen bei unverändertem Pegel nun einen SNR von bis zu **128 dB** statt 125 dB (AES17) auf.
Der Wert des rechten Kanals ist für diese Anwendung ungültig, er zeigt die Differenz aus L und R.




*Rauschabstand (und damit THD+N) am analogen Ausgang durch Mono-Schaltung verbessern*

Ein ähnlicher Trick verbessert die DA-Seite. Dazu per Splitkabel beide Ausgänge, die das gleiche Signal ausgeben müssen, auf einen Kanal zusammenlegen. Dieser 'Kurzschluss' nutzt interne Widerstände des ADI für eine Verbesserung des SNR um 2,5 dB.

*THD / THD+N Messen*

Messungen des THD und THD+N erfordern meist kein aktives Notch-Filter vor dem analogen Eingang. Ein solches verbessert aber die Messgenauigkeit bei hochwertigen DUTs, kann also durchaus nützlich sein.

*Maximale Auflösung am analogen Eingang*

Wenn immer möglich sollte der analoge Eingang auf den niedrigsten Ref Level gestellt werden. Während sich der SNR von +24 dBu zu +1 dBu kaum ändert (125 zu 122 dB), ändert sich das Grundrauschen mit dem Ref Level. Das bedeutet: bei +24 dBu liegt das Grundrauschen bei -101 dBu, bei +1 dBu aber bei deutlich niedrigeren -121 dBu. Bei niederpegeligen Signalen erfasst man also durch eine Anpassung des Ref Level auch 20 dB niedrigere Signale.

*Messungen des Frequenzgangs*

Da die meisten aktuellen Geräte eine Samplefrequenz von 192 kHz unterstützen, muss ein Hardware-Frontend mit 384 kHz arbeiten - sonst kann es nicht den vollen Frequenzgang des 192er erfassen. Der ADI-2/4 Pro EX erfüllt diese Anforderung mit Leichtigkeit.

*Single Sample Impuls*
Die Wiedergabe eines Single Sample Impulses ohne Ein- und Ausschwingen gelingt mit der Filtereinstellung NOS.

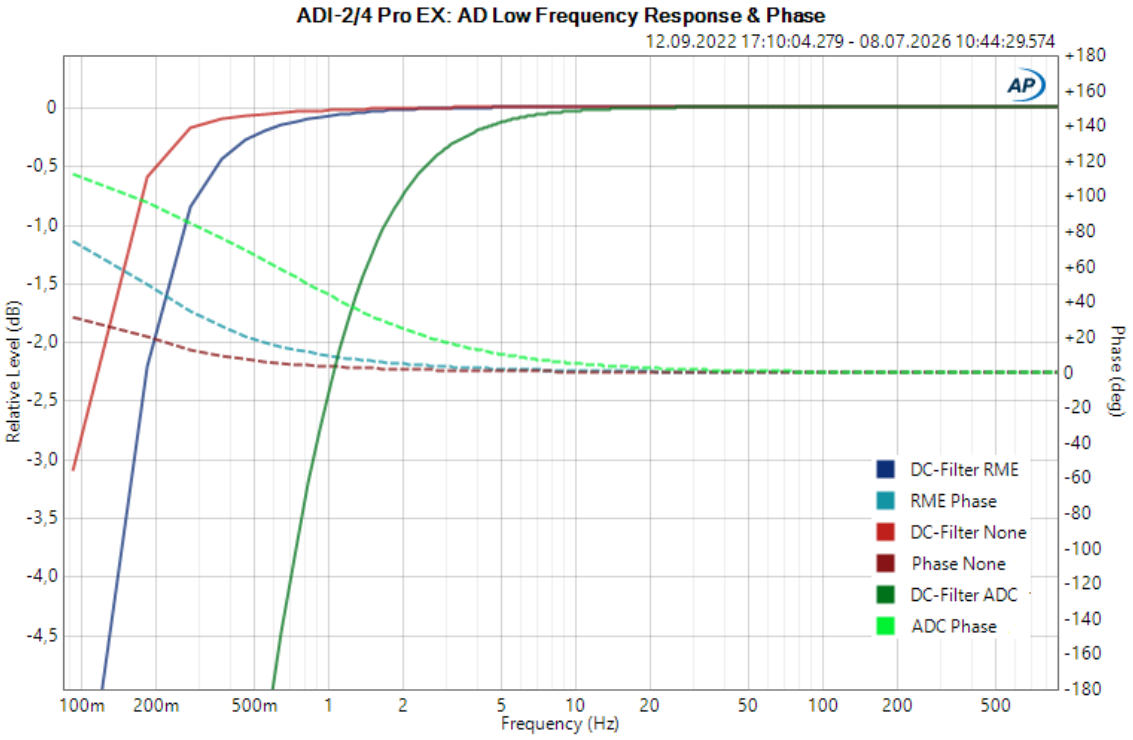
*DC und Erfassung sehr tiefer Frequenzen*
Audio-AD-Wandler besitzen immer ein DC-Filter, da die ADCs mit einer festgelegten Vorspannung arbeiten (VCOM), und jede Abweichung davon zu einer Verschlechterung der Wandlung führt. Eine extern zugeführte Gleichspannung würde genau das bewirken. In allen *Pro* verhindern zwei unipolare Nichicon Audio-Elkos, direkt an der Eingangsbuchse, das Eindringen externer Gleichspannung. Der Rest des analogen Signalwegs ist DC-gekoppelt, um eine möglichst niedrige Grenzfrequenz und Phasenabweichung zu erhalten.

Die Kombination von relativ hochohmigem Eingang (47 kOhm) mit 47 µF Koppelkondensatoren führt zu einer extrem tiefen Grenzfrequenz von (berechneten) 0,07 Hz.

Der ADI-2/4 Pro EX kann diese niedrige Grenzfrequenz auch tatsächlich effektiv nutzen - viele andere Wandler könnten das nicht, denn der analoge Eingangsteil weist einen geringen DC-Offset auf, der vom ADC erfasst wird, und sich im aufgenommenen Audiosignal als fester DC-Anteil zeigt. Wird dieser zu hoch kommt es zu Klickgeräuschen am Anfang, Ende, beim Editieren etc.

Der DC-Offset wird üblicherweise auf digitaler Ebene über einen High-Pass mit 1 Hz Grenzfrequenz innerhalb des ADC beseitigt. Der ADC des ADI-2/4 Pro EX bietet ein solches Filter, welches auch mit DSD funktioniert. Zusätzlich steht ein von RME entwickeltes PCM-Filter bereit, welches eine Grenzfrequenz unter 0,5 Hz und sehr geringe Phasenabweichung aufweist. Dieses ist per Default aktiv, der DC-Anteil sinkt damit auf unter -130 dBFS.

Für die Messung extrem tieffrequenter Signale kann das RME-Filter deaktiviert werden, um eine noch niedrigere Grenzfrequenz zu erreichen. Die mit dem APx555B dann real gemessene Grenzfrequenz bei -3 dB liegt tatsächlich im berechneten Bereich, unter 100 mHz.

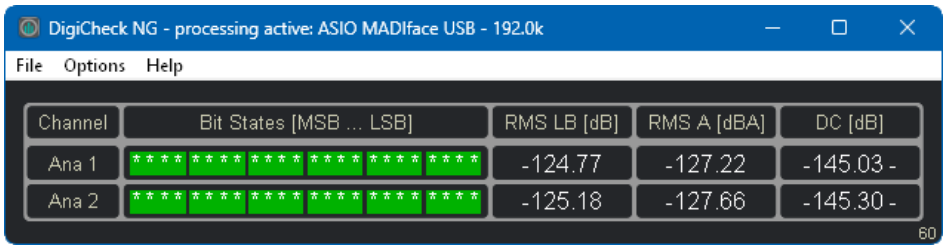



*Noise und Out-of-band Signalanteile*
Siehe nächstes Kapitel

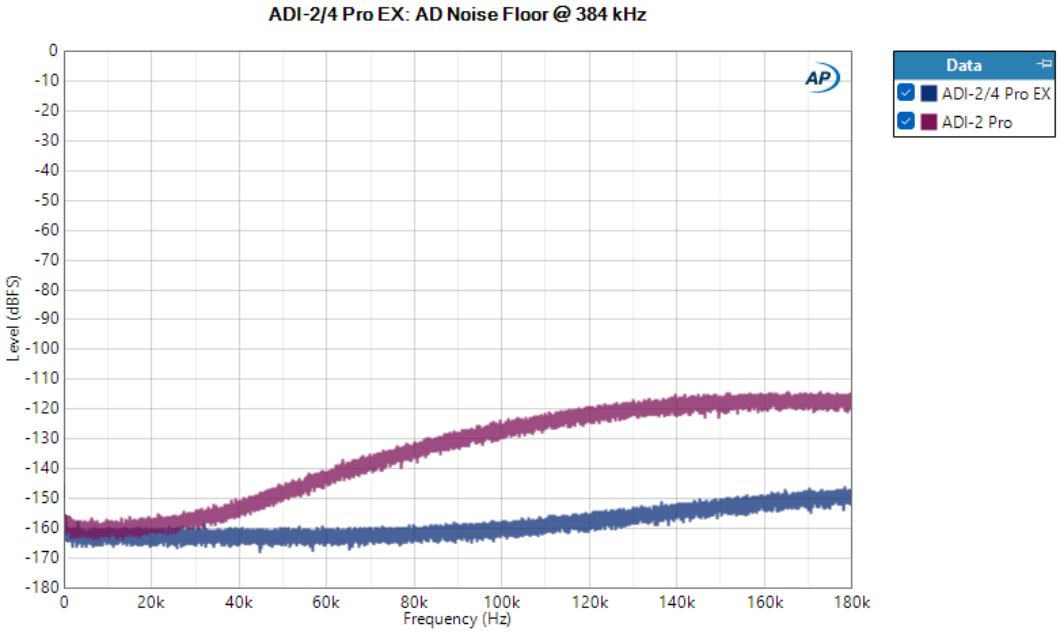
## 34.10 Rauschabstand in den Hi-Speed Modi

Der hervorragende Rauschabstand der AD-Wandler des ADI-2/4 Pro EX lässt sich auch ohne teures Mess-Equipment verifizieren, mittels der Aufnahme-Pegelanzeigen diverser Software. Bei Umschaltung in den DS- und QS-Betrieb steigt das angezeigte Grundrauschen jedoch von circa -124 dB auf circa -121 dB bei 96 kHz, und –118 dB bei 192 kHz etc. Hierbei handelt es sich um keinen Fehler. Bei dieser Art der Pegelmessung wird das Rauschen im gesamten Frequenzbereich erfasst, bei 96 kHz Samplefrequenz also von 0 Hz bis 48 kHz (RMS unbewertet), bei 192 kHz von 0 Hz bis 96 kHz usw.

Durch die verdoppelte bzw. vervierfachte Bandbreite ergibt sich bei einer breitbandigen Messung ein verringerter Rauschabstand, während sich der hörbare Rauschanteil nicht im Geringsten verändert. Wird der Messbereich bei 192 kHz Samplerate auf den Bereich 20 Hz bis 20 kHz begrenzt (sogenannter Audio-Bandpass), ergibt sich wieder ein Wert von -124 dB. Dies ist auch mit DIGICheck nachvollziehbar. In der Funktion **Bit Statistic & Noise** misst DIGICheck das Grundrauschen mit *Limited Bandwidth*, ohne DC und unhörbare hochfrequente Anteile.



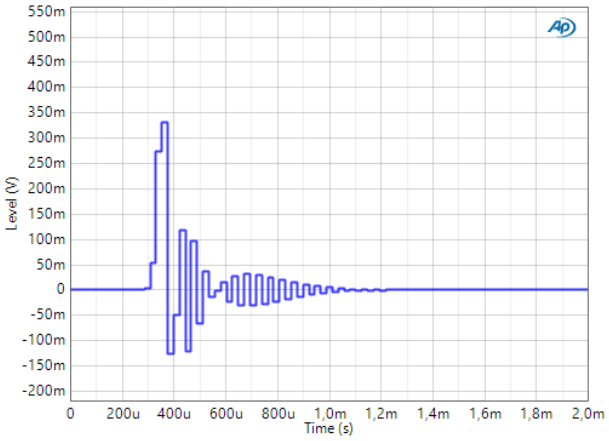

Der im *ADI-2 Pro* verwendete ADC zeigt - wie fast alle Audio-ADC - in einer FFT ab 40 kHz einen Anstieg des Rauschens. Das führt bei breitbandiger Messung zu einem Wert von -92 dBFS für das Grundrauschen. Im *ADI-2/4 Pro EX* kommt der ES9823Pro zum Einsatz, der neben sehr niedrigem Klirr auch nahe der Vollausteuerung bis 100 kHz keinen Anstieg des Rauschens zeigt, und darüber nur einen vergleichsweise geringen. Bis zu einer Samplefrequenz von 384 kHz zeigt die Messung ein gleichmäßiges, sehr geringes Grundrauschen. Diese Eigenschaften machen den ADC auch für Messzwecke ideal.



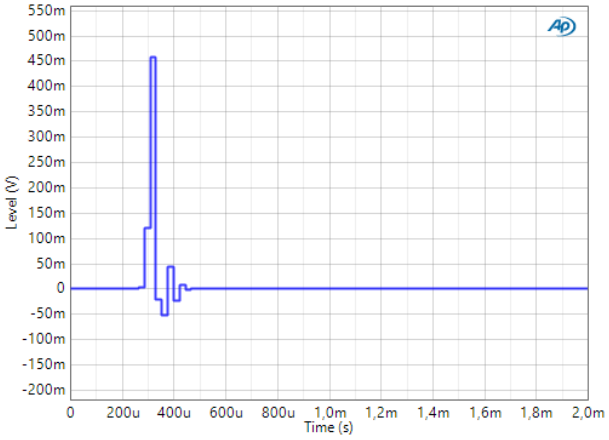

Hinweis: Wie im professionellen Umfeld üblich sind die Post FX Pegelanzeigen des ADI-2 Pro EX auf 45 kHz bandbegrenzt. Sie zeigen daher alles im Audiobereich und knapp darüber, nicht jedoch die extremen Rauschpegel von 768 kHz und DSD.

## 34.11 AD Impulsantworten

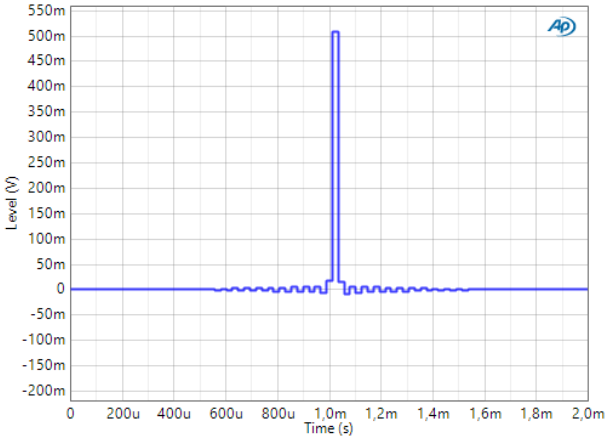
Der ADI-2/4 Pro EX bietet auf AD-Seite vier Oversamplingfilter, rechts von oben nach unten: *Short Delay Sharp, Short Delay Slow, Sharp* und *Slow*. Diese verhalten sich prinzipiell genau wie die im nächsten Kapitel beschriebenen Filter des DAC. SD Sharp und Sharp bieten den linearsten Frequenzgang und Unterdrückung von Spiegelungen (Aliasing) bei hochfrequenten Eingangssignalen. SD Slow und Slow versuchen eine gute Aliasingunterdrückung mit einer optimalen Impulsantwort zu kombinieren, müssen dazu aber relativ früh im Hörbereich eingreifen. Siehe Kurven in Kapitel 34.15. SD Sharp/SD Slow haben einen fast identischen Frequenzgang wie Sharp/Slow.



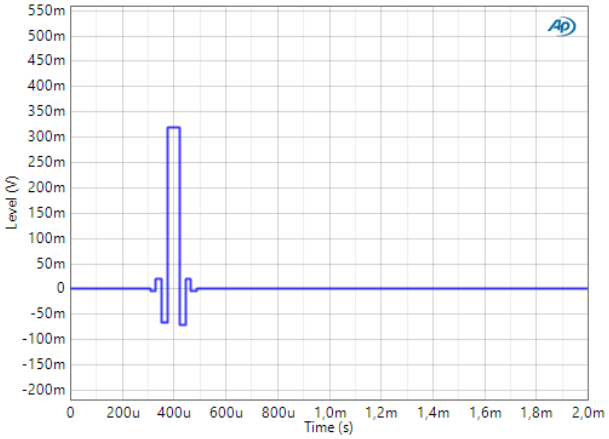

Die Bilder zeigen die Impulsantworten der vier Filter bei 44,1 kHz. Das Quellsignal ist ein analoger Single Sample Impuls (siehe Bild NOS in Kapitel 34.12), synchronisiert zum Samplevorgang. Der Impuls enthält Frequenzanteile oberhalb der halben Samplefrequenz, die vom Aliasingfilter des AD-Wandlers entfernt werden. Daher ist es bei 44,1 kHz Samplefrequenz unmöglich, eine solche Signalform ohne Verrundung, oder Pre/Post-Ringing zu digitalisieren.




*SD Sharp* und *SD Slow* sind IIR-Filter, die hauptsächlich Nachschwingen erzeugen, aber nicht phasenlinear sind. Der Vorteil von IIR liegt in der extrem kurzen Latenz von wenigen Samples, was besonders nützlich beim Monitoring im Studio ist.




*Sharp* und *Slow* sind FIR-Filter, und weisen sowohl Vor- als auch Nachschwingen auf. FIR besitzt generell eine etwas höhere Latenz, ist dafür aber phasenlinear über den Frequenzgang. Slow zeigt hier eine geringere Amplitude - die bereits im Hörbereich erfolgende Absenkung, aber auch sehr geringes Vor- und Nachschwingen.




Im Modus *Preamp* wird das analoge Signal erst AD, dann DA konvertiert. Im Werkszustand passiert das mit 192 kHz Samplefrequenz. Dabei wird der gleiche Impuls sehr viel sauberer aufgenommen und wiedergegeben, denn die vierfach höhere Samplefrequenz tastet den 44.1 kHz Single Sample Impuls mindestens vierfach ab, und auch die Filter arbeiten bei sehr viel höherer Frequenz. Das Pre- und Post-Ringing ist daher vier mal so schnell, und insgesamt nur ein Viertel so lang. Aber auch dann erzeugt Slow die perfekteste Impulsantwort.

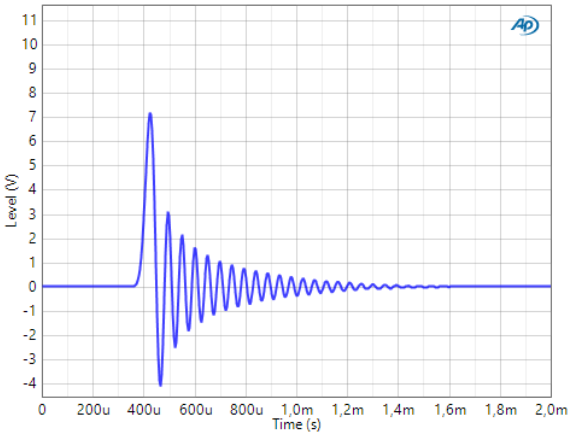
SD Slow und Slow arbeiten optimal ab 88,2 kHz Samplefrequenz, da dann die Absenkung außerhalb des Hörbereichs beginnt, bei fast perfekter Impulsantwort – sowohl durch das Filter, als auch durch die doppelte Samplefrequenz.

Hinweis: Bei 705,6 und 768 kHz Samplefrequenz ist die AD-Filterauswahl ausgegraut, der ADC nutzt ein *Minimum Phase (SD) Slow Roll-Off* Filter. Eine andere Auswahl ist nicht möglich.

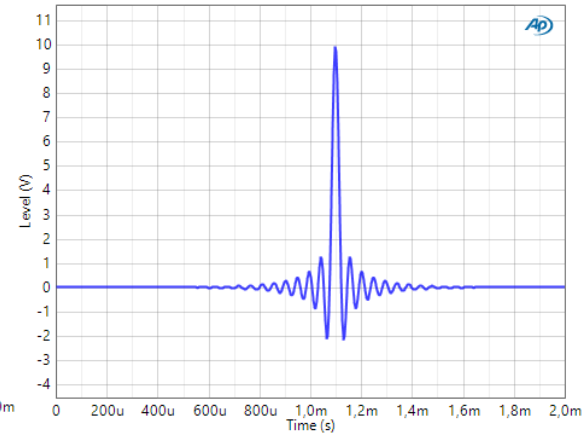
## 34.12 DA Impulsantworten

Die folgenden Bilder zeigen das analoge Ausgangssignal der Oversamplingfilter des DAC, angeregt von einem digitalen Single Sample Impuls bei 44,1 kHz Samplefrequenz. Slow hat zwar die optimalste Antwort, verliert aber schon bei 15 kHz circa 1,2 dB, siehe Kapitel 34.14. Die beiden Short Delay sind IIR-Filter, die anderen beiden FIR. FIR ist phasenlinear über den Frequenzgang.

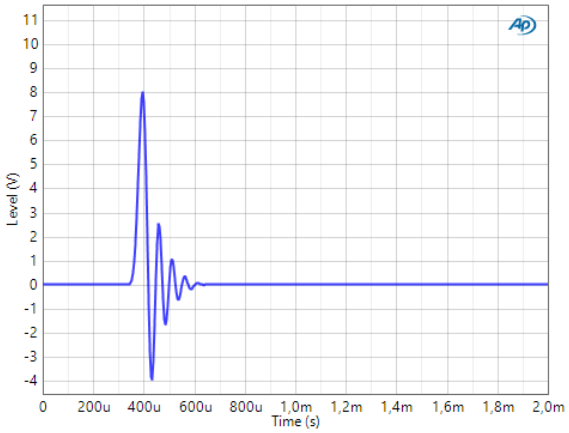
**Short delay Sharp**



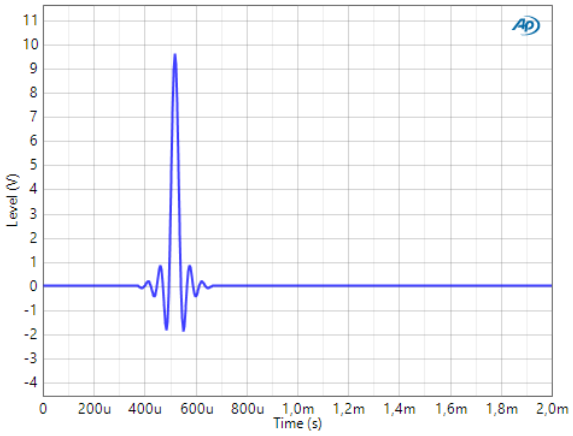

**Sharp**



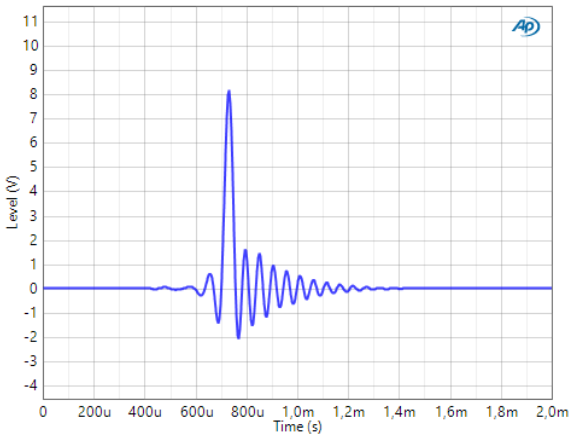

**Short Delay Slow**



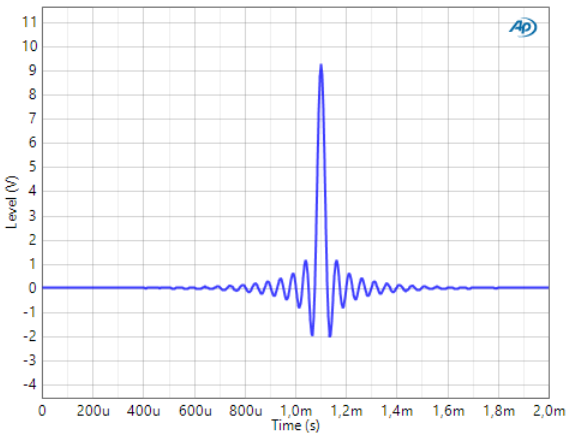

**Slow**




**SD LD (Short Delay Low Dispersion)**
Das Filter mit dem sperrigen Namen *Short Delay Low Dispersion* versucht einen Kompromiss aus Linearität, Latenz und Preringing. Anders als in früheren Versionen ist das Filter nicht mehr Fast Roll-Off, sondern Slow Roll-Off, siehe Kapitel 34.15.



**Brickwall**

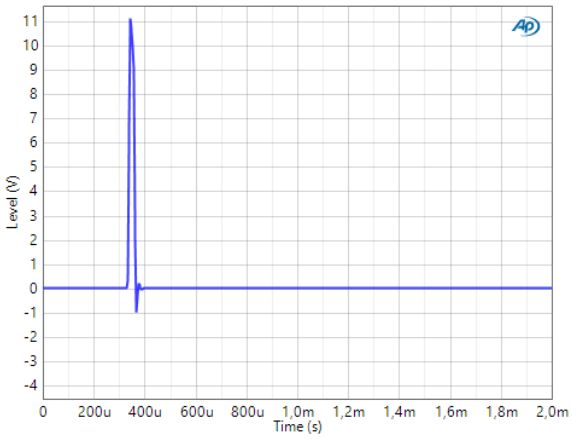


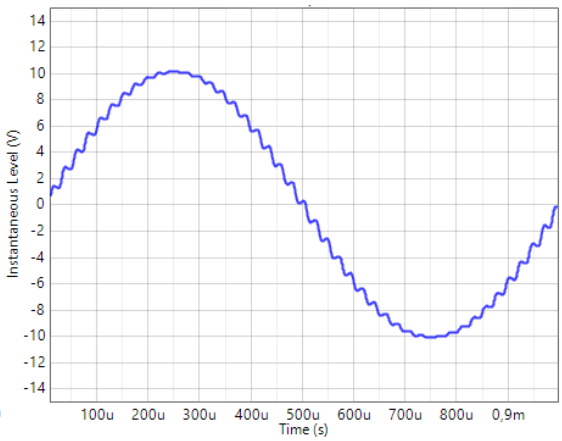

Alle obigen Filter verletzen absichtlich eine Regel der Digitaltechnik – bei der halben Samplefrequenz sollte das Filter bereits maximale *Sperrdämpfung* aufweisen, bei 44,1 kHz Samplefrequenz also bei einer Audiofrequenz von 22,05 kHz. In der Praxis kommt es aber mit einem leicht höher liegenden Filter (24 kHz) zu keinerlei Nachteilen. Jedoch ist das Filter damit weiter aus dem Hörbereich (gut für die Ohren), und einfacher in Hardware umzusetzen (gut für die Chiphersteller) – daher sind die allermeisten Filter derart implementiert.. Als Alternative ist das Sharp-Filter auch mit regelgerechter Sperrdämpfung unter dem Namen *Brickwall* auswählbar. Die Messungen zeigen dass das Filter absolut gleich ist, aber etwas früher einsetzt, da die Spitze im Pegel leicht reduziert ist. Das Filter ist also nicht – wie *Brickwall* suggeriert – steiler, sondern einfach nur etwas nach unten verschoben. Siehe auch Kapitel 34.15.

**NOS (Non-Oversampling, SuperSlow)**

Der AKM DAC der ADI-2 Pro enthält ein weiteres Filter, *Super Slow* genannt, dessen Impulsantwort perfekt aussieht. Eine Prüfung des Ausgangssignals mit einem DSO zeigt jedoch Stufen, die eher typisch für sogenanntes Non-OverSampling (NOS) sind. Deshalb wird dieser Modus im DAC Filter-Menü auch *NOS* genannt. Es gibt aber keine hörbare Verzerrung, denn die Stufen entsprechen sehr hochfrequenten Harmonischen, meist deutlich höher als 20 kHz.

Zu beachten ist allerdings, dass Slow- und insbesondere NOS-Filter sehr viel mehr Spiegelfrequenzen im Audiobereich, und Noise außerhalb desselben erzeugen als Sharp-Filter.

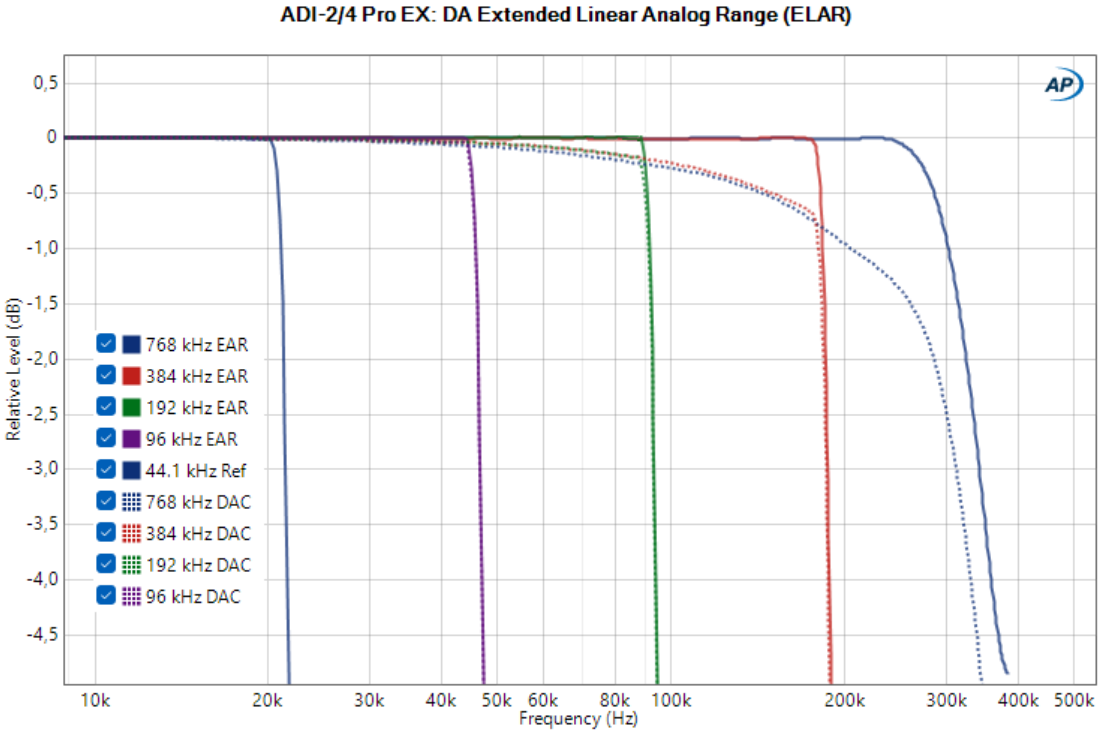



Da das NOS-Filter in HiFi- und audiophilen Kreisen sehr beliebt ist, aber in ESS DACs generell fehlt, hat RME das Filter des AKM DAC nachgebildet, und lädt die passenden Filterkoeffizienten bei Auswahl von NOS in Echtzeit in den ESS Chip. Wunder der Technik…

Hinweis: Bei 705,6 und 768 kHz Samplefrequenz ist die DA-Filterauswahl ausgegraut. Dort benutzt der DAC ein *Minimum Phase (SD) Slow Roll-Off* Filter. Eine andere Auswahl ist nicht möglich.

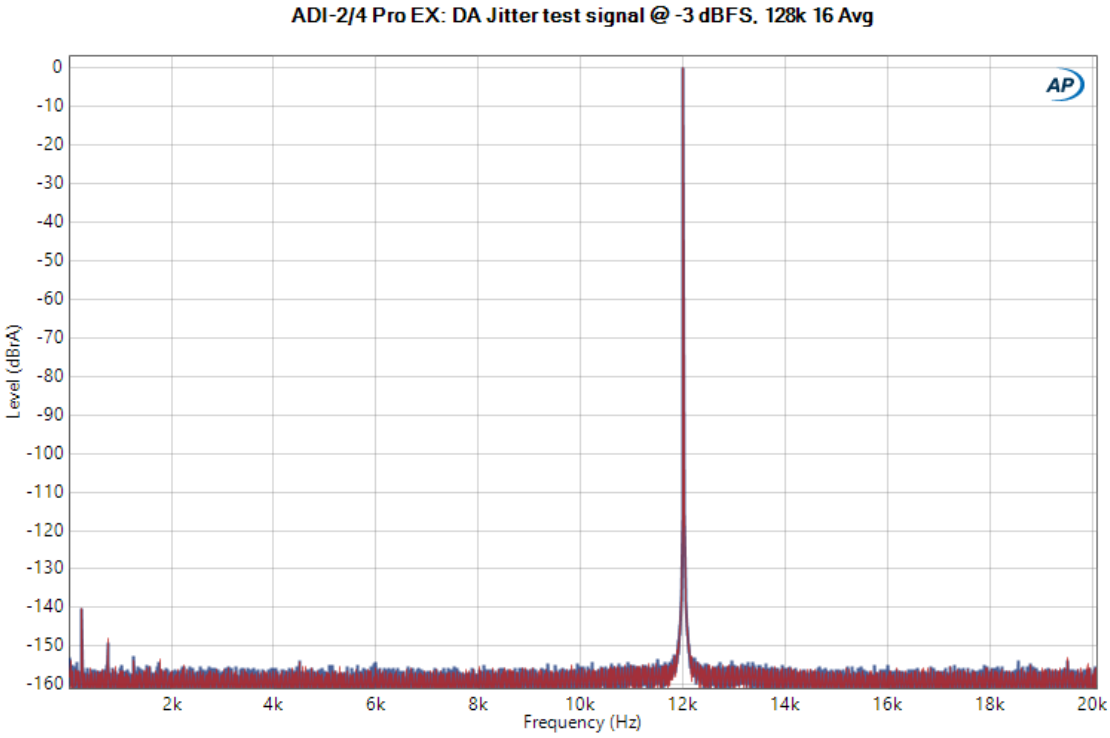
## 34.13 DA: Extended Linear Analog Range (ELAR)




Detailansicht des Frequenzgangs des DAC mit und ohne (gepunktete Linie) RMEs *Extended Linear Analog Range* Technologie.

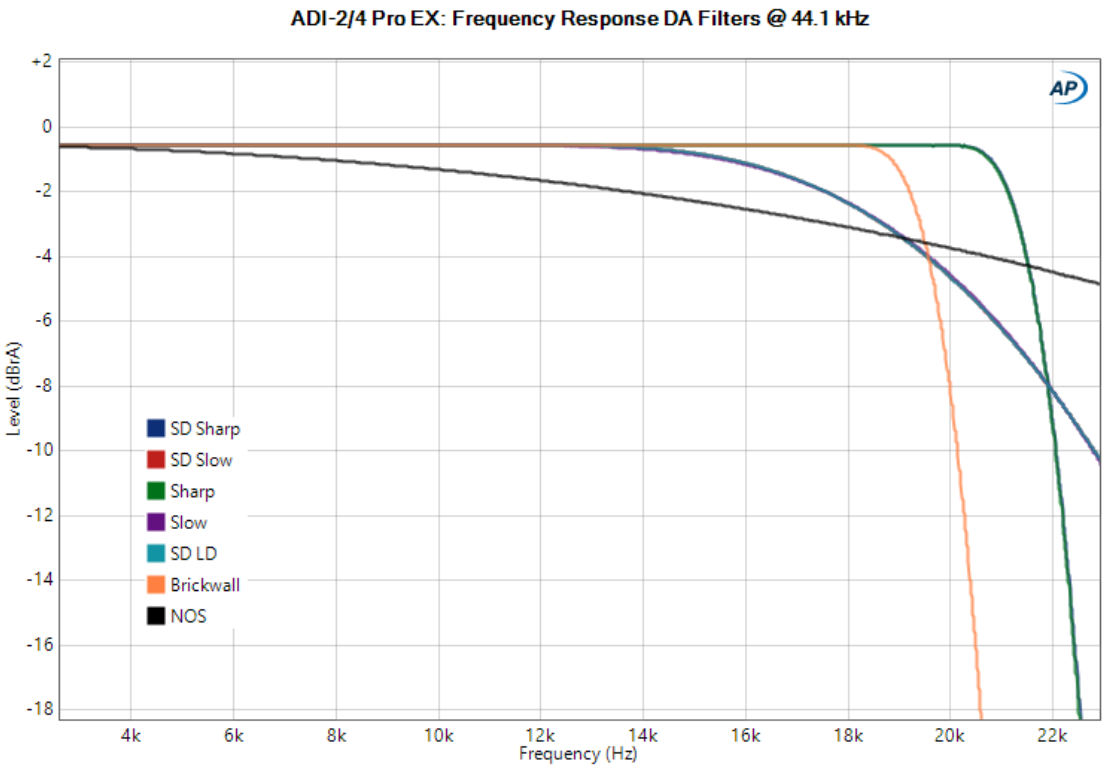
Hinweis: 44,1 kHz bis 384 kHz gemessen mit Filter Sharp/SD Sharp.

## 34.14 DA Jitter Test

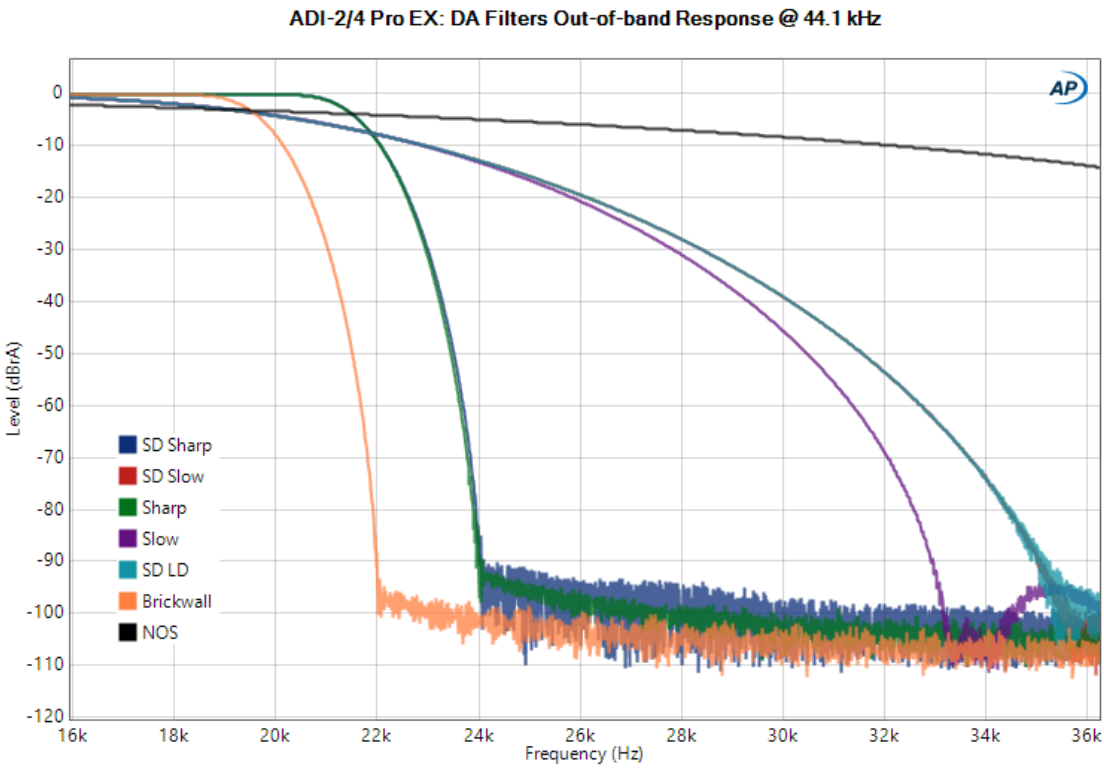



Hinweis: Identische Messung für USB (interne Clock) und SPDIF (externe Clock).

## 34.15 DA Filterkurven @ 44,1 kHz

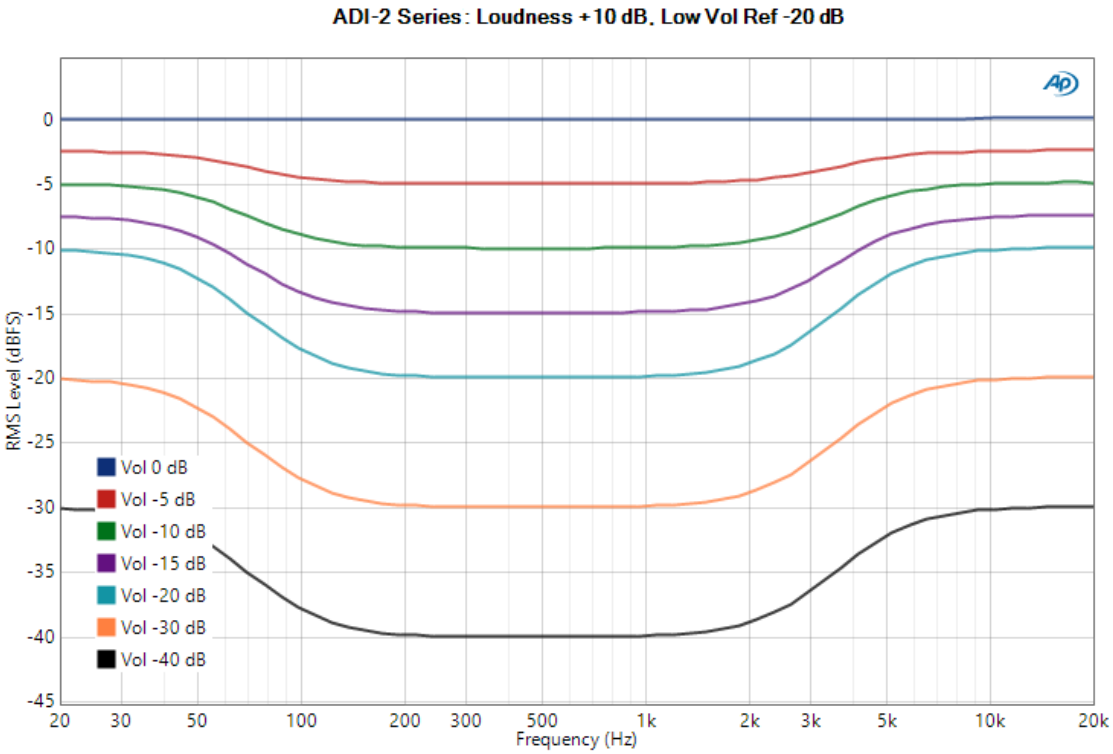



Hinweis: Sharp/SD Sharp und Slow/SD Slow/SD LD sind deckungsgleich. NOS weist einen sehr frühen Abfall auf.

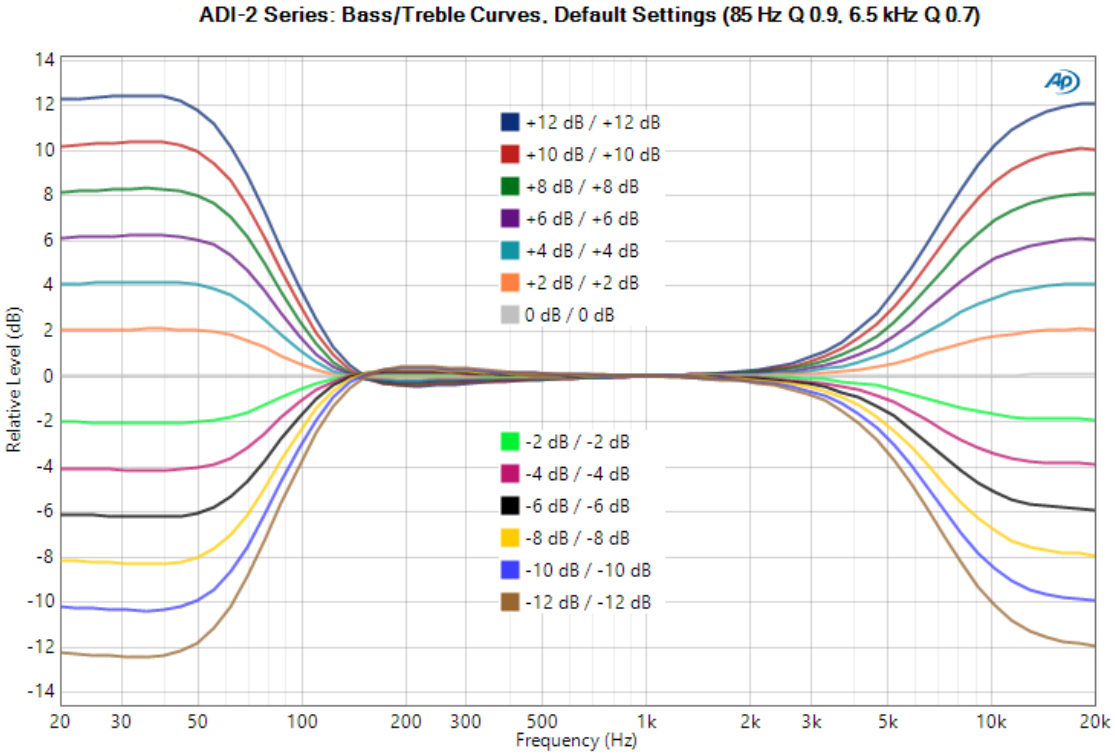



Hinweis: SD Slow versteckt sich hinter SD LD.

## 34.16 Loudness



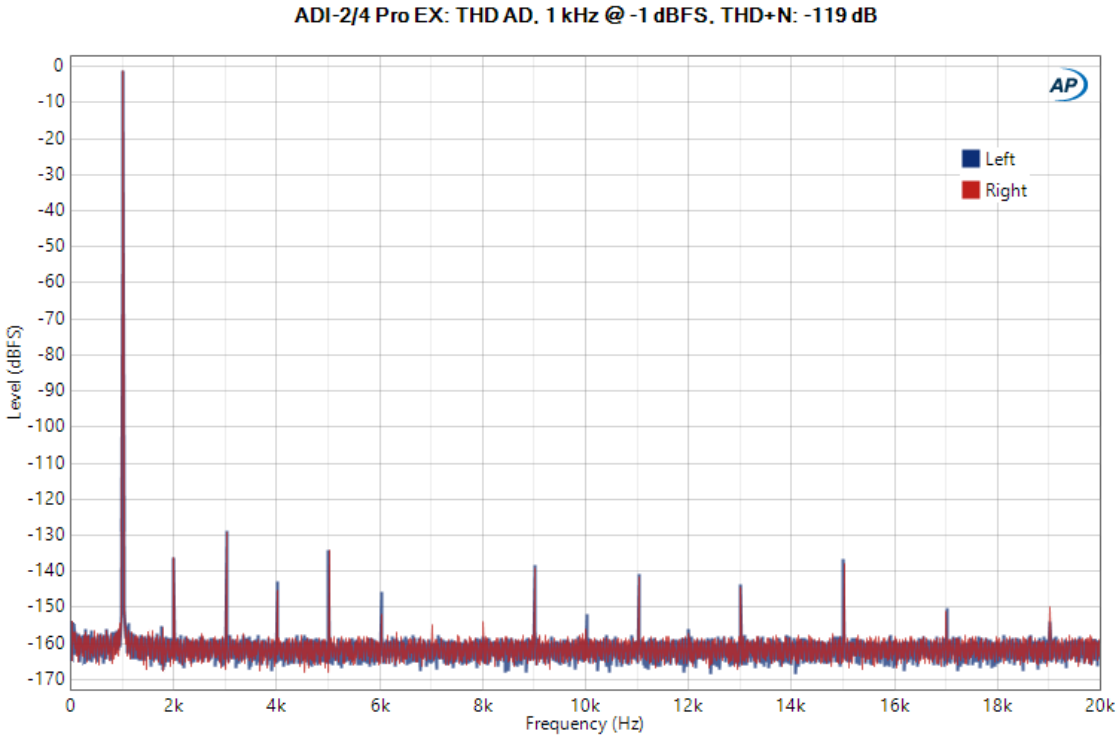

## 34.17 Bass / Treble



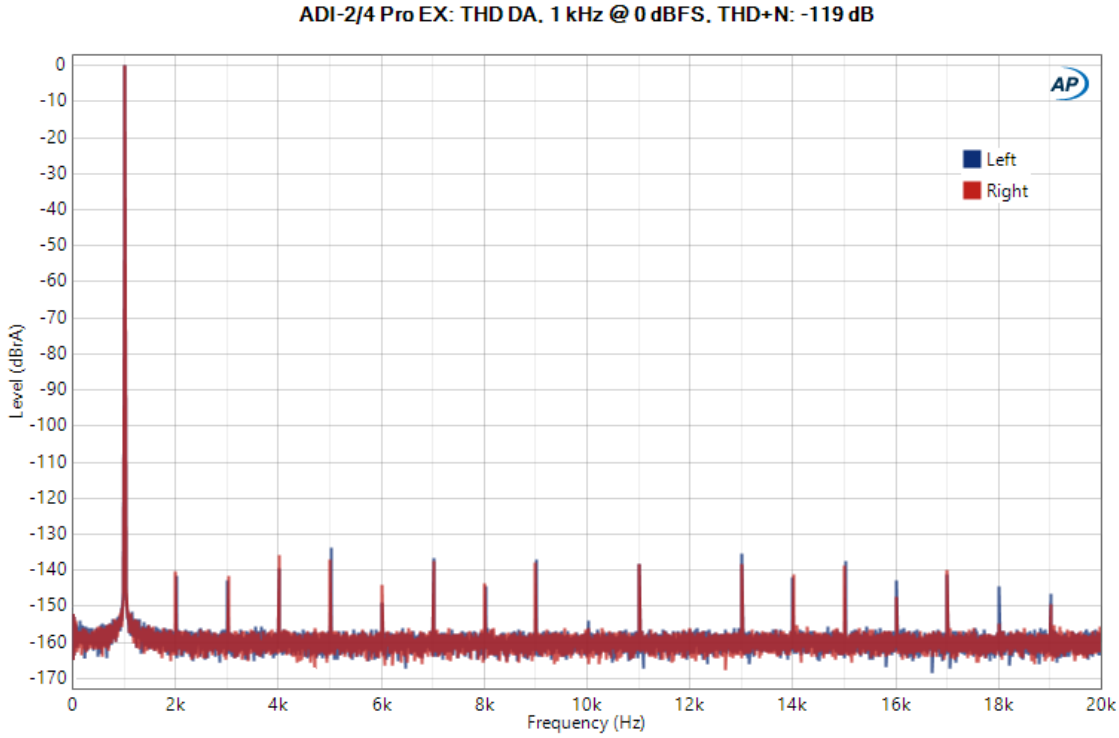
## 34.18 Messungen Klirrverhalten Analog I/O

Die folgenden Messungen zeigen spektrale Analysen der AD- und DA-Wandlung des ADI-2/4 Pro EX, inklusive analoger Ein- und Ausgangsstufen. Während das Rausch- und Modulationsverhalten bei allen Geräten identisch ist, weisen die verwendeten AD- und DA-Chips Toleranzen bei der Höhe und Verteilung der Harmonischen auf. Der hier gezeigte Klirr ist daher bei jedem Gerät geringfügig anders, und kann um einige dB niedriger als auch höher sein.

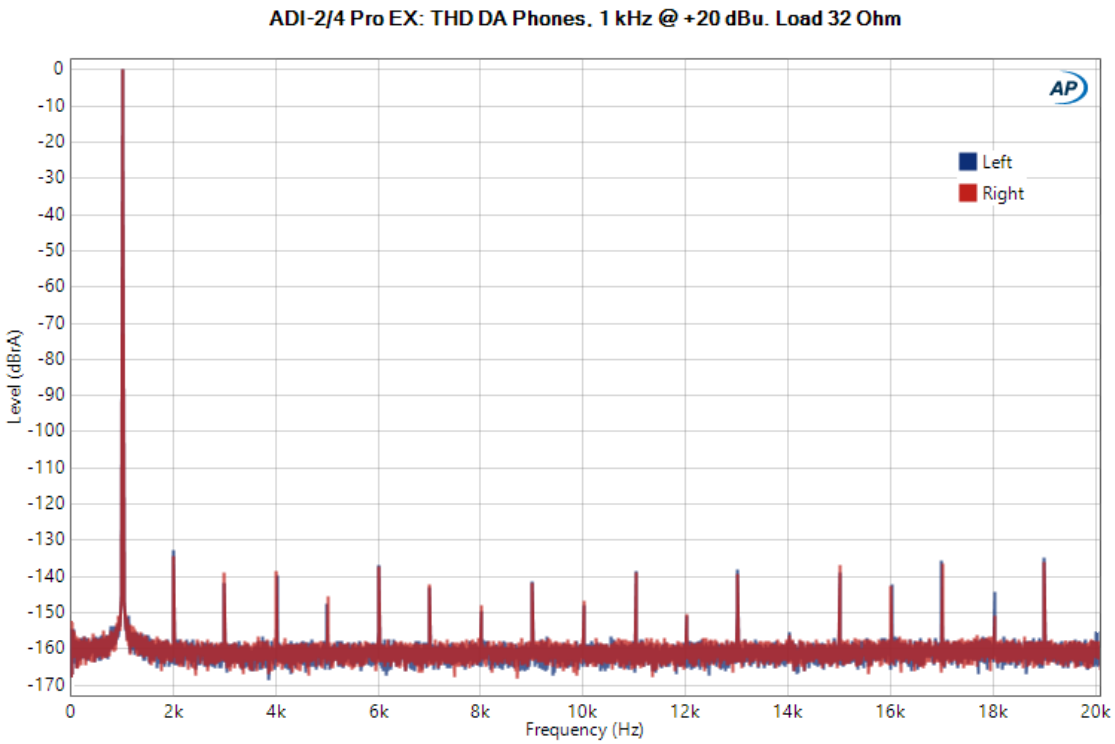
### Eingänge XLR / TRS




### Ausgänge XLR und TRS Hinten

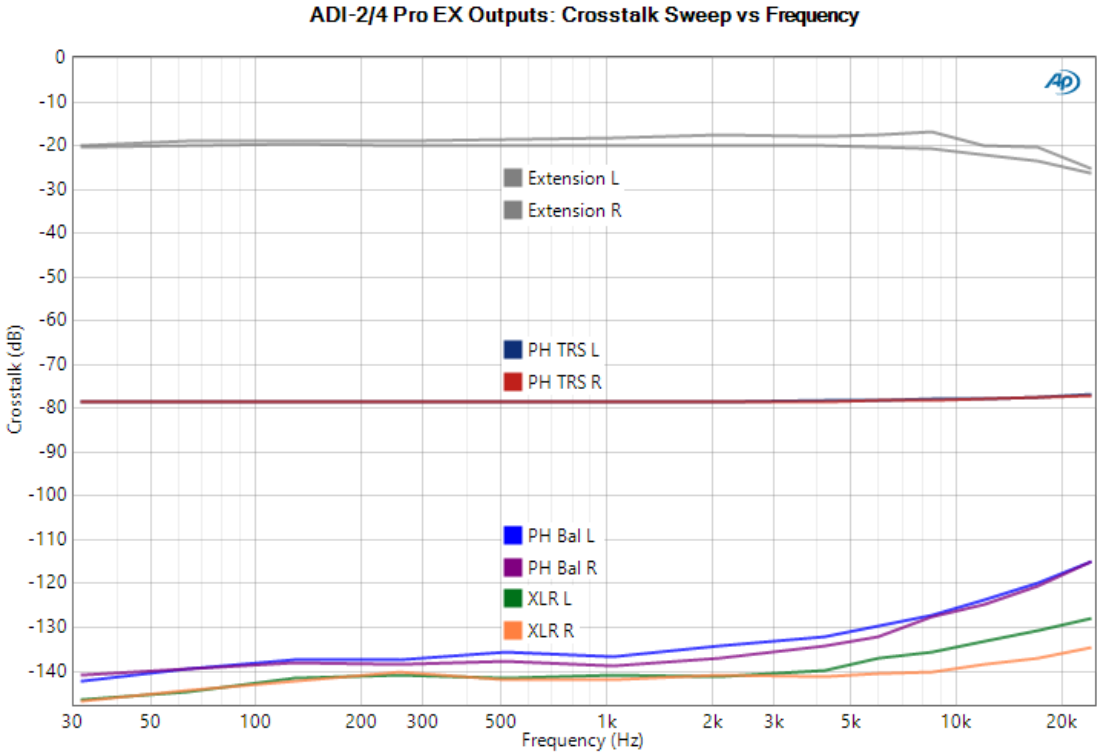


### Ausgang Phones TRS



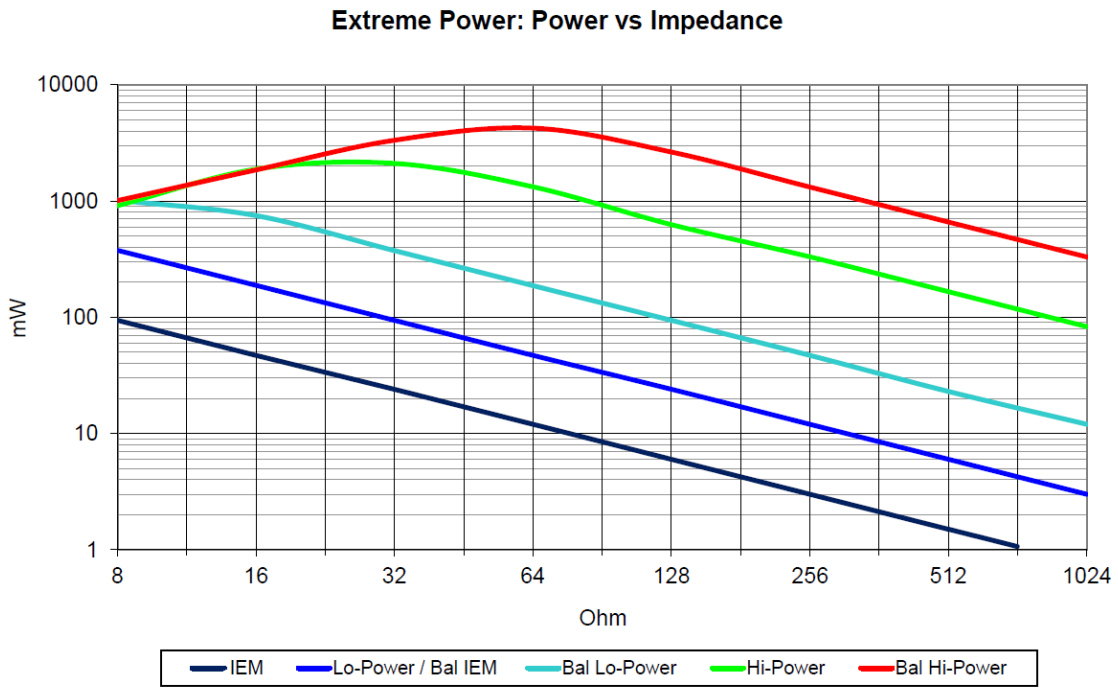

+20 dBu Ausgangspegel an 32 Ohm entsprechen 1,9 W (pro Kanal)

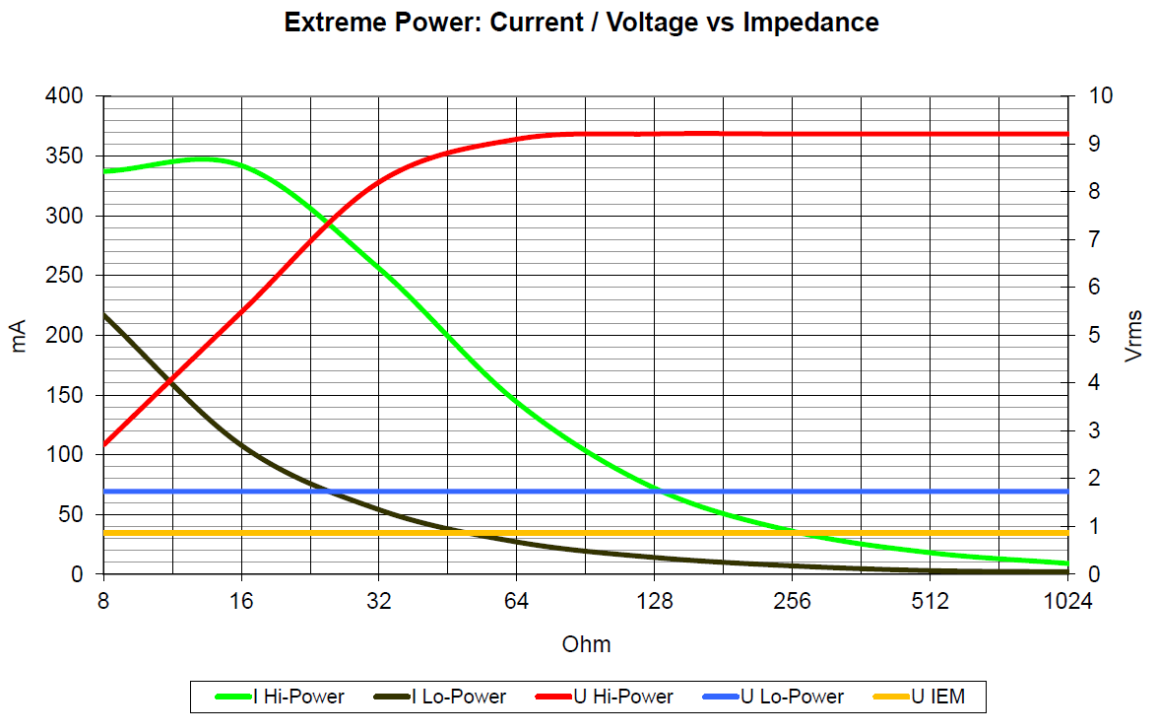
## 34.19 Übersprechen Phones Balanced / Unbalanced




Von oben nach unten (alle 32 Ohm Last): Verlängerungskabel TRS, 3 Meter. TRS Phones Out 1/2 und 3/4. Phones Balanced Mode mit 2 x TRS Out oder Pentaconn. Ohne Last: XLR Out 1/2.

## 34.20 Extreme Power Leistungsdiagramm

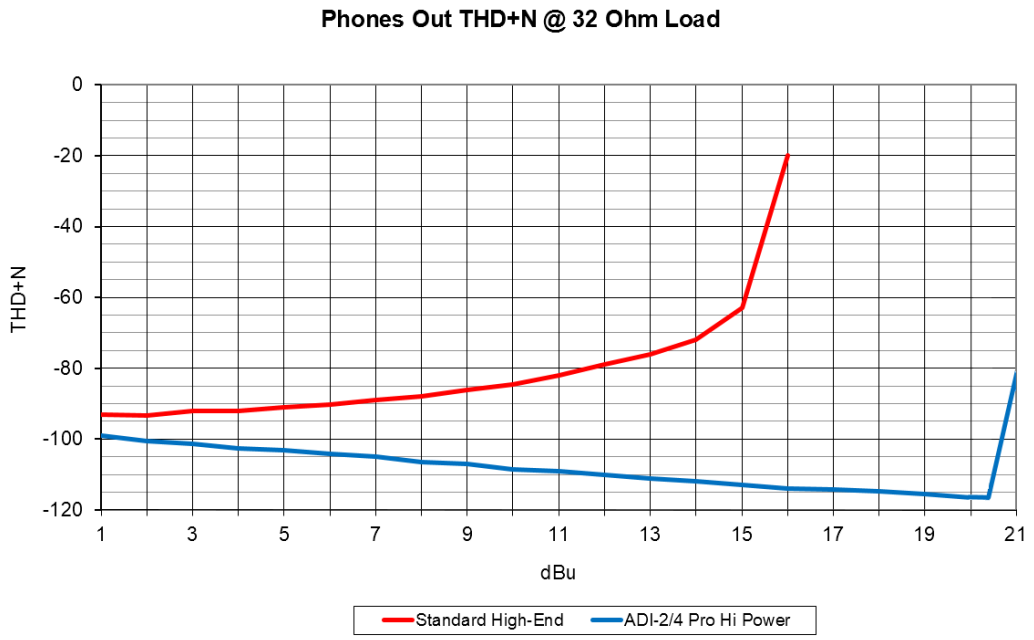



Hinweis: Da der maximale unverzerrte Ausgangspegel bei VOLUME +2,5 dB erreicht wird, wurden die Hi-Power Messungen (Unbalanced und Balanced) mit dieser Einstellung vorgenommen. Low Power und IEM wurden bei VOLUME 0 dB erfasst.

## 34.21 Vergleich des Klirrverhaltens Phones Out

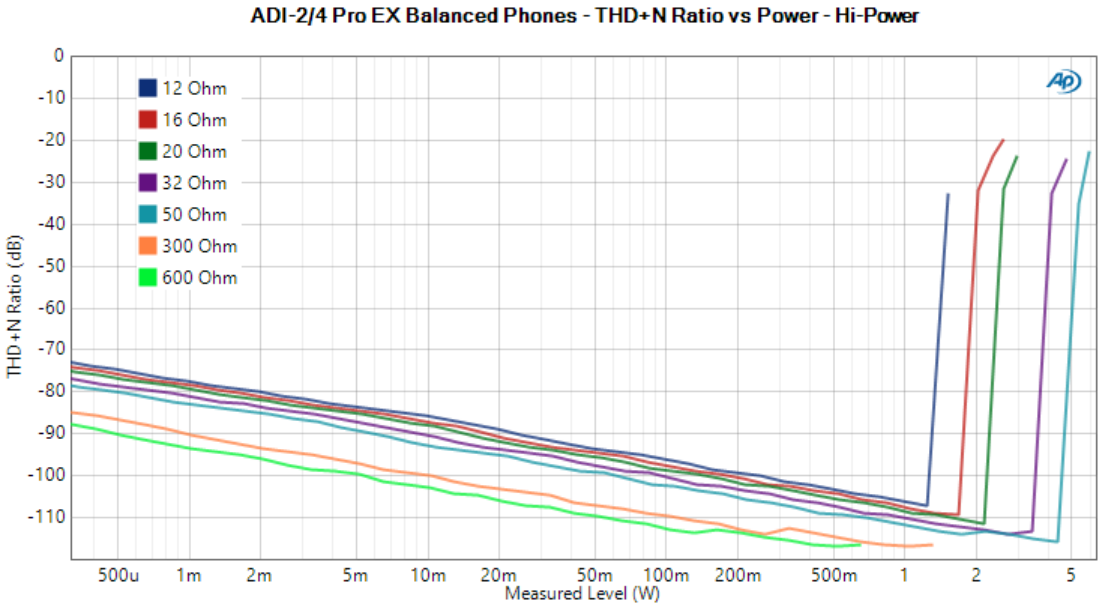
Die Extreme Power Ausgangsstufe bleibt unter Last bis zum Erreichen des maximalen Pegels (Clipping) quasi verzerrungsfrei, was mit steigendem Pegel zu einem immer niedrigeren (besseren) THD+N führt. Das ist bei vielen anderen Kopfhörerverstärkern nicht der Fall.



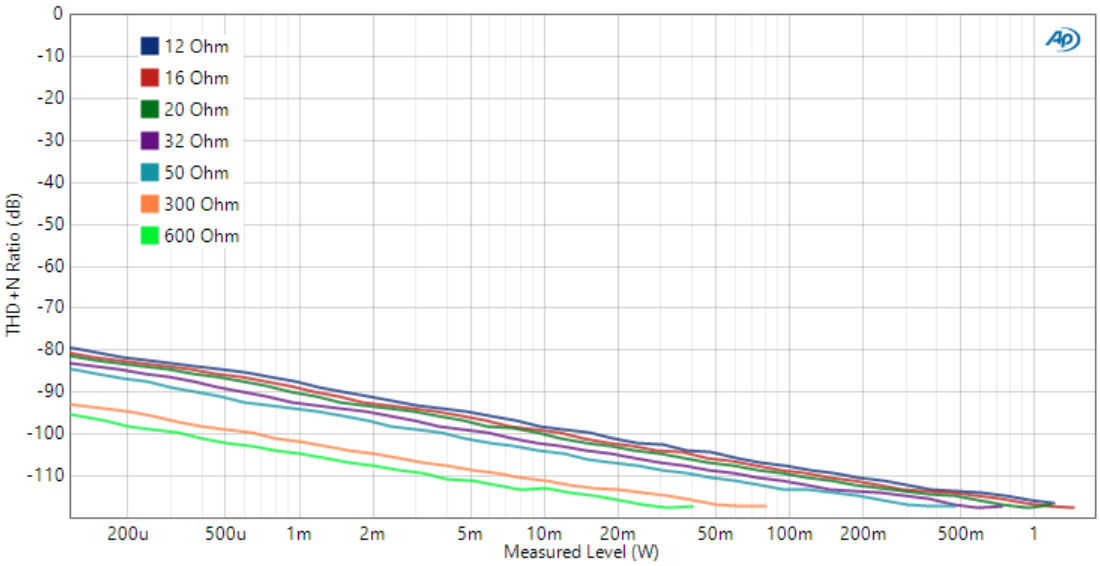

Soweit unsere Marketingabteilung. Wie das im Detail und real gemessen aussieht zeigen wir gerne im folgenden Kapitel.

## 34.22 Messungen Klirrverhalten und Ausgangsleistung unter Last

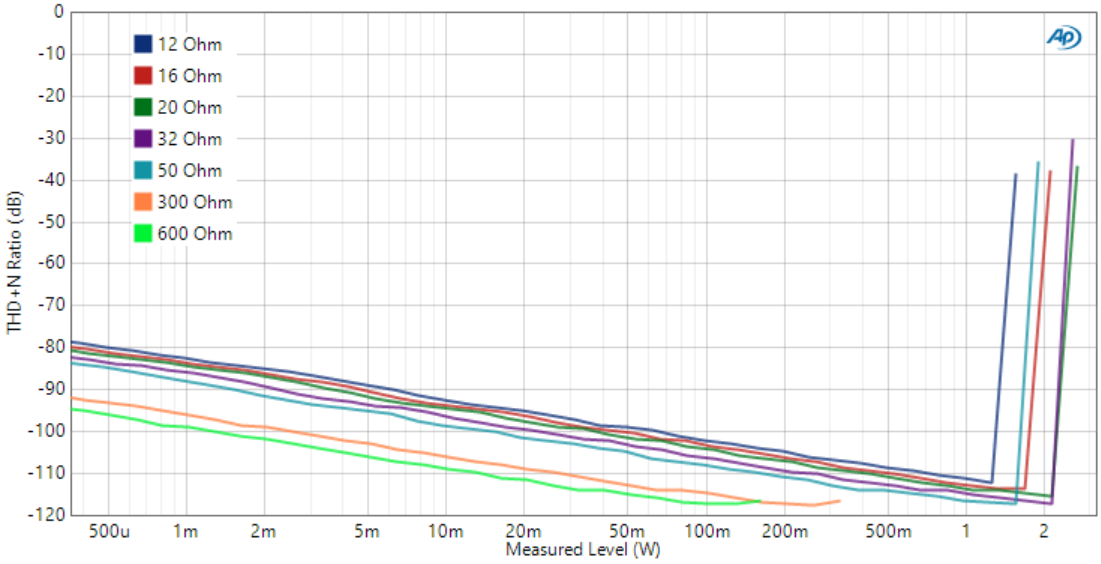
Gemessen mit Audio Precision APx555B und der Neurochrome HP-Load. Maximale Ausgangsleistung ist im Lo-Power und IEM Mode mit VOLUME auf +2,5 dB. IEM Balanced entspricht der Messung Lo-Power Unbalanced.



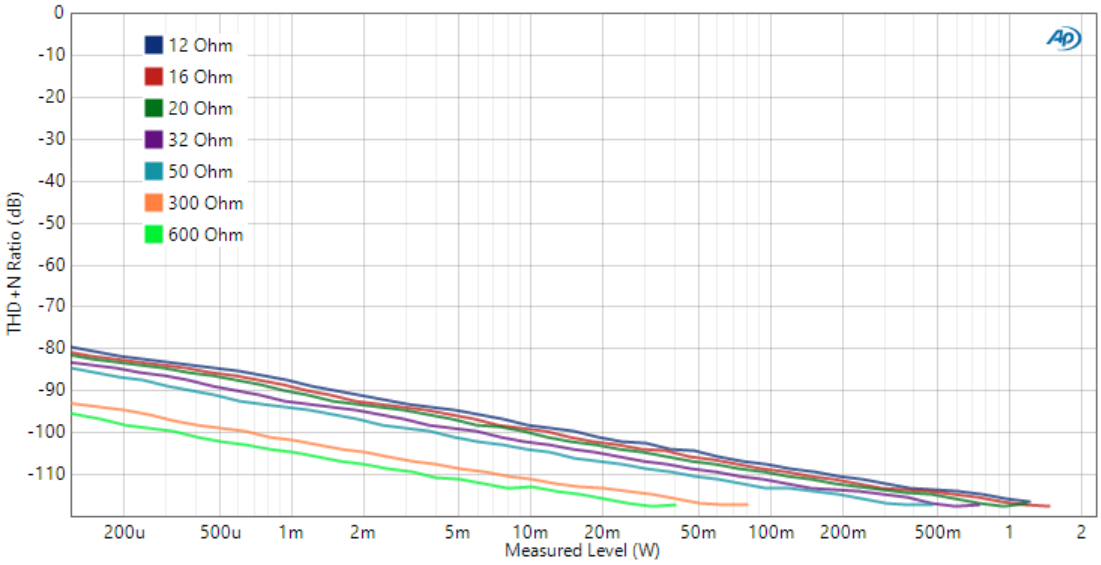
**ADI-2/4 Pro EX Balanced Phones - THD+N Ratio vs Power - Lo-Power**

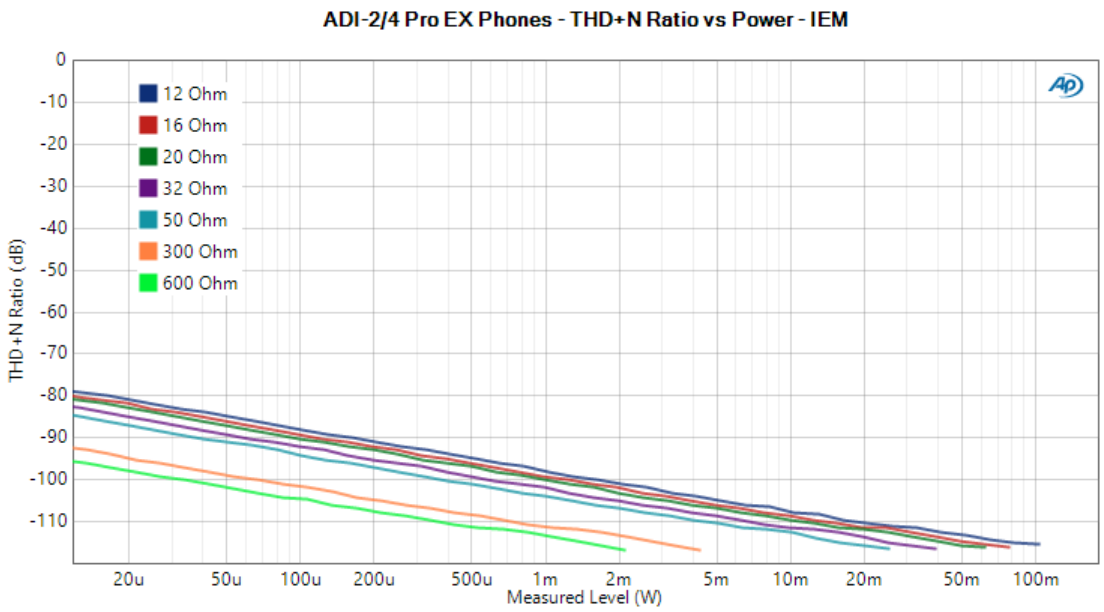



**ADI-2/4 Pro EX Phones - THD+N Ratio vs Power - Hi-Power**




**ADI-2/4 Pro EX Phones - THD+N Ratio vs Power - Lo-Power**

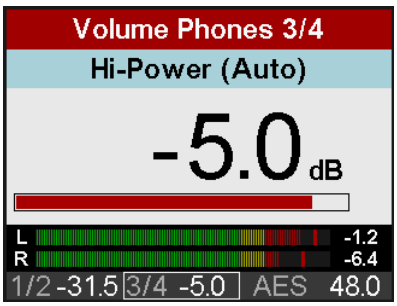





## 34.23 Impedanz-korrigierte Pegelanzeige PH 1-4

Die horizontale Pegelanzeige diverser Bildschirme der Ausgänge 1 bis 4 zeigt den in den DAC eingespeisten digitalen Pegel. Oberhalb 20 Ohm stimmt die Anzeige mit dem realen analogen Ausgangspegel überein (0 dBFS = +19 dBu). Bei 20 Ohm erreicht der ADI-2/4 Pro EX aber nur +18 dBu, bei 16 Ohm +16,5 dBu am Phones Out, weil eine sinnvolle Strombegrenzung zu hohe Ausgangsleistungen bei kleineren Impedanzen verhindert. Der höchste unverzerrte Wert wäre bei 16 Ohm im Hi-Power Modus -2,5 dB auf der Pegelanzeige. Sie müsste entweder ihre Farbe auf rot wechseln, oder den Nullpunkt auf -2,5 umskalieren. Dann wäre der Anwender immer klar informiert, welcher maximale Pegel unverzerrt vom Gerät ausgegeben werden kann.

Das Ansprechen der Strombegrenzung der Extreme Power Ausgangsstufe lässt sich dynamisch auswerten und für eine vereinfachte Impedanzerkennung nutzen, welche dann als Grundlage für eine Umskalierung des Level Meters dient.




Genau das geschieht vollautomatisch im ADI-2/4 Pro EX. Die Zahlenwerte rechts bleiben als Pre-DAC-Info unverändert, jedoch verschiebt sich der gelbe und erweitert sich der rote Bereich nach links.

Nach korrekter Lautstärkeeinstellung, mit der das Level Meter unterhalb des roten Bereichs bleibt, kann sich der Anwender nun 100% sicher sein, dass der ADI-2/4 Pro EX absolut verzerrungsfrei arbeitet, selbst in den extremsten Anwendungsfällen.

Hinweise zur Funktion: Die Umskalierung tritt erst ein, wenn der höchstmögliche unverzerrte Pegel überschritten wird. Die Umskalierung bleibt so lange erhalten bis der Klinkenstecker entfernt wird. Eine länger andauernde Übersteuerung, in diesem Fall eine Überlastung, führt zur Aktivierung der Overload-Warnung mit Abschaltung des Kopfhörerausgangs.

## 34.24 Digital Volume Control

Der ADI-2/4 Pro EX verzichtet bewusst auf eine analoge Lautstärkeeinstellung mittels Potentiometer. Seine digitale Pegeleinstellung in TotalMix-Technologie übertrifft eine analoge in praktisch allen Punkten. Typische Nachteile einer Einstellung mit Potentiometer sind:

- Gleichlaufabweichungen führen zu Panoramaverschiebungen und deutlichen Lautstärkeabweichungen links/rechts, insbesondere nahe den Endpunkten des Einstellweges.

- Im mittleren Einstellbereich kommt es zu erhöhtem Übersprechen und Änderungen im Frequenzgang. Änderungen im Frequenzgang treten auch an den Endbereichen des Einstellweges auf.

- Der Einstellbereich für eine optimale Lautstärkeeinstellung ist oftmals zu klein, oder am unteren oder oberen Ende des Poti-Drehbereichs.

- Nicht reproduzierbare Einstellungen (außer 0 und 11).

- Höherer THD/THD+N. Ein Punkt, der Messtechnikern aus der Praxis bestens bekannt ist. Sobald ein analoges Potentiometer im Signalweg ist verursacht der instabile Kontakt des Schleifers mit der Widerstandsbahn Störgeräusche, die sowohl THD (Klirr) als auch N (Noise) enthalten, selbst im stationären Zustand. So werden aus den -110 dB des DAC schnell -80 bis -70 dB.

Spezielle Lautstärke-ICs, welche mittels zahlreicher elektronischer Schalter verschiedene Widerstandswerte aktivieren, vermeiden zwar einige der genannten Punkte. Leider erreichen selbst die besten dieser ICs weder THD noch Dynamik des im ADI-2/4 Pro EX verwendeten DACs, würden also dessen analoges Ausgangssignal beeinträchtigen.

*All dies ist jedoch für RMEs digitale Lautstärkeeinstellung kein Thema!*

Eine analoge Lautstärkeeinstellung hat tatsächlich nur in einem einzigen Punkt einen (theoretischen) Vorteil: dem maximalen Rauschabstand bei höherer Pegelabsenkung. In der Realität holt die aktuelle Schaltungstechnik die Theorie ein - der SNR am Ausgang eines derart aufgebauten Gerätes ist auch nicht besser als der eines mit digitaler Einstellung. Dies gilt umso mehr je hochwertiger der DA-Wandler arbeitet, und je weniger Rauschen er aufweist. So wie beim ADI-2/4 Pro EX, der mit vier, diskret realisierten Referenzpegeln, den maximalen Rauschabstand des DAC über einen weiten Pegelbereich von 23 dB zur Verfügung stellt.

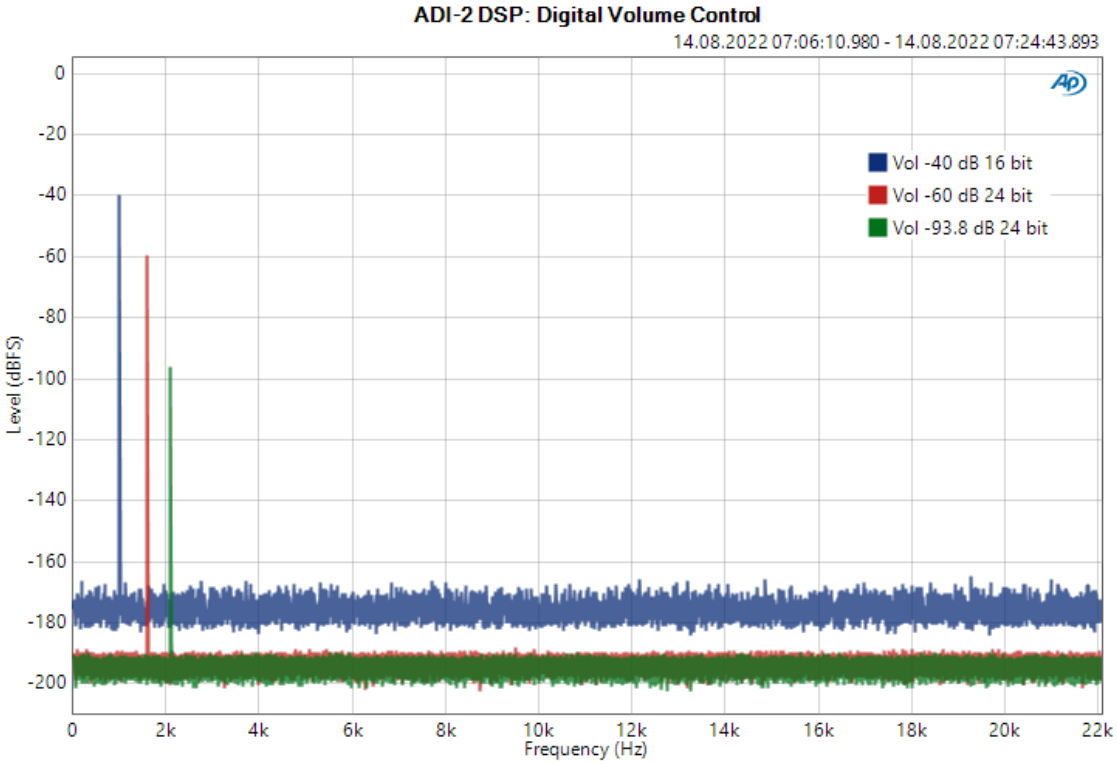
Der größte Kritikpunkt an einer digitalen Pegelverstellung ist ein angeblicher Auflösungsverlust bei höheren Absenkungen. So würde bei einem Rauschabstand von 117 dB, was grob 19 Bit verfügbarer Auflösung entspricht, und einer Pegelabsenkung um 48 dB (8 Bit) noch 11 Bit Auflösung verbleiben. Eine solche, wichtige Details weglassende Beweiskette, endet dann mit: die Musik muss an leisen Stellen verzerrt klingen, und der Rauschabstand beträgt nur noch unbrauchbare 69 dB.

Ersteres ist schlicht falsch, letzteres in der Praxis irrelevant. Der reduzierte Rauschabstand ist tatsächlich vorhanden, nur stört er nicht im Geringsten, denn das Grundrauschen war schon vorher unhörbar (unterhalb der Hörschwelle), und ist es nach der Pegelabsenkung immer noch. Außerdem weisen Geräte mit Potentiometer diesen Effekt ebenfalls auf, denn das Poti sitzt niemals am Ausgang, sondern mitten in der Schaltung, gefolgt von weiterer Elektronik, die ebenfalls ein festes Grundrauschen aufweist.

Die Qualität der digitalen Volume Control des ADI-2/4 Pro EX lässt sich am besten messtechnisch aufzeigen. Für eingeschworene Verfechter der analogen Einstellung wird es jetzt hart, denn hier zeigt sich sehr klar, dass die einer digitalen nachgesagten Nachteile, wie Rauhigkeit und Verzerrungen bei höheren Absenkungen, schlicht nicht existieren – zumindest bei RME.

Die folgende Messung zeigt einen Vollpegel-Sinus von 1 kHz, mit 16 Bit ohne Dither, der um 40 dB im Pegel reduziert wird. Außerdem einen Vollpegel-Sinus 1 kHz 24 Bit mit jeweils 60 dB und 93,8 dB Vol-Absenkung, also der untersten Lautstärkeeinstellung des ADI-2/4 Pro EX.

Eine hochauflösende FFT ermöglicht es, die Bestandteile des Signals in einzelne Frequenzen zu zerlegen, und so Störprodukte bis zu einem Pegel von -190 dBFS nachzuweisen. Die Messung zeigt, dass das ungeditherte 16 Bit Signal keine Verzerrungsprodukte oberhalb von -170 dBFS aufweist. Bei einer Volume-Einstellung von -40 dB ergibt sich somit ein messbarer Mindest-THD von knapp -130 dB. Bei 24 Bit ergibt ein Vol von -60 dB ebenfalls eine Klirrfreiheit von -130 dB, und bei Vol -93,8 dB sind es immer noch -93 dB.




Dies zeigt anschaulich, dass Verzerrungsprodukte der digitalen Lautstärkeeinstellung nicht etwa vom Rauschen des DACs übertönt werden, sondern gar nicht erst entstehen. Sie arbeitet selbst mit einem ungeditherten 16 Bit Signal perfekt, es entstehen keinerlei nachweisbare Verzerrungen.

Wird die Volume Control am analogen Ausgang gemessen, reduziert sich der nachweisbare THD durch das Eigenrauschen des DAC (SNR 120 dB RMS unbewertet) bei Vol -60 dB auf -100 dB. In der obigen Messung entspricht dies einem gleichmäßigen Rauschteppich bei -160 dBFS. Die digitale Volume Control des ADI-2/4 Pro EX arbeitet also um einiges genauer und sauberer als es aktuelle Spitzen-DACs erfordern.

Zusammengefasst lässt sich festhalten:

*RMEs digitale Lautstärkeeinstellung in 42 Bit TotalMix Technologie vermeidet alle Nachteile analoger Pegeleinstellung per Poti, ist einfach zu bedienen, bietet reproduzierbare Einstellungen, und allerhöchste Klangqualität.*

## 34.25 Bit Test

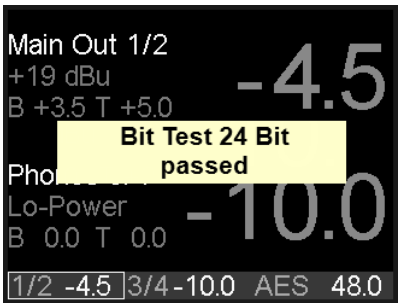
Ein Bit Test dient zur Überprüfung des Wiedergabewegs auf unerwünschte Veränderungen der Wiedergabedaten. Eine Wiedergabesoftware kann Bits abschneiden, dithern, oder den Pegel verändern, ohne dass diese Änderungen nach außen sichtbar sind. Ein schlecht programmierter Treiber kann ebenfalls Bits manipulieren, und eine Wiedergabehardware könnte sowohl fehlkonstruiert als auch defekt sein (hängende Bits, vertauschte Bits). Selbst solche Eigenschaften wie richtige Kanalzuweisung, Synchronität links/rechts und Polarität kann ein gut gemachter Bit Test prüfen.

Mit einem Bit Test lassen sich solche Fehler erkennen und – noch wichtiger – ausschließen.

**Wie funktioniert's?**

Die meisten Bit Tests dauern relativ lang, und sind bei Wiedergabe über Kopfhörer oder Lautsprecher laut und unangenehm. RME nutzt ein eindeutiges Bit-Muster, mit definierten Pegeln und Pausen. Dieses besteht aus nur 400 Samples (< 10 ms), und klingt wie ein dumpfer, mittellauter Knacks – harmlos für Ohren und Equipment. Die kurze, aber effiziente Testsequenz ermöglicht eine Prüfung unter anderem auf folgende Änderungen und Fehler:

Pegeländerung, Equalizing, Dynamikbearbeitung, Polarität, Kanalvertauschung, Sampleversatz, hängende oder verdrehte Bits, Dither, Bitreduktion.




Das Signal gelangt per USB, AES oder SPDIF/ADAT in den ADI-2/4 Pro EX. Dieser besitzt drei ständig mitlaufende Prüfeinheiten. Wird das Testsignal korrekt erkannt gibt das Gerät eine Meldung im Display aus: *Bit Test 16 Bit, 24 Bit* oder *32 Bit - passed*, je nach detektiertem Signal. Ist der Übertragungsweg nicht Bit-Transparent, das Signal nur minimal verändert, erscheint die Meldung nicht, der Bit Test wurde also nicht bestanden. Es erfolgt kein Fehlerhinweis.

RME stellt mehrere Audiodateien zum freien Download zur Verfügung: 44.1, 96 und 192 kHz in jeweils 16 Bit, 24 Bit und 32 Bit. Diese Dateien im WAV-Format lassen sich plattformunabhängig auf Windows, Mac OS X und Linux abspielen. Für eine leichtere Nutzung (Loop, Player mit Fade-In/Out) enthalten die Dateien das Bit-Muster mehrfach, und sind 4 Sekunden lang.

Download:
http://www.rme-audio.de/download/bit_test_wavs.zip

Das Zip-Archiv enthält:

| | | |
|---|---|---|
| 441_16_adi2pro_bittest.wav | 441_24_adi2pro_bittest.wav | 441_32_adi2pro_bittest.wav |
| 96_16_adi2pro_bittest.wav | 96_24_adi2pro_bittest.wav | 96_32_adi2pro_bittest.wav |
| 192_16_adi2pro_bittest.wav | 192_24_adi2pro_bittest.wav | 192_32_adi2pro_bittest.wav |

Theoretisch reicht die Nutzung des 32 Bit Files. Werden die unteren Bits auf dem Übertragungsweg einfach nur abgeschnitten, erscheint die entsprechende Meldung mit der jeweils erkannten Bitauflösung, also 24 oder 16 Bit.

Hinweise:

- iOS, AES, SPDIF und ADAT sind auf 24 Bit begrenzt.
- In Mac OS X bieten einige Player einen Direct Mode mit 32 Bit Integer im Non-Mixable Format. Der 32 Bit Test kann trotzdem fehlschlagen. Aktuell besteht ihn HQPlayer 3.20.
- SPDIF/ADAT und AES werden hinter dem Clocking und dem SRC geprüft. Das Gerät muss sich also korrekt auf das digitale Eingangssignal synchronisieren, und der SRC (Default: SPDIF In, aktiv) muss deaktiviert sein.

## 34.26 Digital DC Protection

Eine Schutzschaltung, die am Ausgang eines Verstärkers Gleichspannung detektiert, und bei zu hoher die Lautsprecher abtrennt, ist Standard bei Endstufen. Gleichspannung bedeutet nicht nur dass die Membran der Lautsprecher nicht in der idealen Mittelposition verbleibt (stattdessen dauerhaft heraus steht oder eingezogen ist), sondern daß der Lautsprecher auch einem größeren, konstanten Stromfluss ausgesetzt ist. Lautsprecher (wie auch Kopfhörer) sind aber für Wechselspannung (AC) konzipiert, nicht für Gleichspannung (DC).

RMEs *Extreme Power* Ausgangsstufe liefert genug Spannung und Strom, um im Fall eines Defektes den angeschlossenen Kopfhörer zu zerstören. Daher besitzt der ADI-2/4 Pro EX die bei Endstufen übliche Schutzschaltung in Hardware. Ab circa 1,2 V DC wird der Kopfhörer per Relais von der Endstufe getrennt. Diese Schutzschaltung hat sich – insbesondere in Kombination mit der Überlasterkennung und dem Hochregeln der Wiedergabelautstärke – weltweit bewährt.

Mit dem Gleichspannungsschutz auf digitaler Ebene (Digital DC Protection, DCP), geht RME einen Schritt weiter. DCP detektiert DC im digitalen Quellsignal, PCM wie DSD.

DCP bietet drei verschiedene Einstellungen. ON aktiviert die digitale Erkennung, schaltet den entsprechenden Ausgang bei festgestelltem DC stumm, und zeigt einen Warnbildschirm an. Verschwindet der DC-Anteil im Signal wird der Ausgang nach wenigen Sekunden wieder freigegeben. OFF deaktiviert die Stummschaltung, wobei die Phones-Ausgänge weiterhin durch die DC Hardwareschutzschaltung geschützt sind. Die Erkennung bleibt aktiv und zeigt einen kleineren Warnbildschirm. Die Option DCP Filter entfernt DC und Infraschall, und erlaubt es so auch problematische Audiosignale wiederzugeben.

*Filter* fügt dem Signalpfad einen speziellen, sanften Hochpass 1. Ordnung hinzu, der keine Verzögerung (Latenz), sehr geringe Verzerrung, und geringere Phasenabweichung als Standard-Digitalfilter aufweist. Dieses Filter entfernt absichtlich nicht nur Gleichspannung, sondern dämpft durch seine Eckfrequenz von 7 Hz auch unhörbaren, aber oft zu findenden Infraschall. Das Filter arbeitet in allen Samplefrequenzen, aber nicht im DSD-Modus.

Verglichen mit der Hardwareschaltung besitzt DCP mehrere Vorteile:

- Sehr viel genauere und niedrigere Erkennung

Ein besonders steiles Filter trennt Musik (ab 5 Hz) und DC (unter 5 Hz). Selbst bei besonders Tiefbass-reicher Musik kommt es niemals zu einer Fehlauslösung. Gleichzeitig kann die Auslösung einer DC-Erkennung sehr viel früher als mit üblicher Hardware erfolgen. So schaltet der XLR-Ausgang des ADI-2/4 Pro EX schon bei 0,27 V DC (gemessen am Ausgang) ab. Und bei niedrigeren Pegeln sogar schon bei 36 mV. Aber eben nur, wenn es sich auch wirklich um DC handelt.

- Schutz aller analogen Ausgänge

Während die Hardwareschaltung nur die Kopfhörerausgänge überwacht, kann DCP auch die DC-Ausgabe an den Line-Ausgängen verhindern.

- Schutzfunktion auch mit unüblichen Signalen

Eine Hardwareschutzschaltung reagiert oft nicht wenn ein Kanal mit positivem DC, der andere mit negativem DC belegt ist. Das ist in der Praxis zwar ein sehr unwahrscheinlicher Fall – DCP erfasst den DC aber auch dann, und reagiert.

- Bezug zum Ausgangspegel

Der Schwellwert für eine DC-Abschaltung ist bei DCP sowohl an die Lautstärkeeinstellung, als auch den aktuellen Referenzpegel angepasst. So sind am High Power Kopfhörerausgang bis zu 0,38 V DC möglich, während es bei Low Power nur 0,068 V sind. High Power Kopfhörer sind entweder sehr robust oder hochohmig. In beiden Fällen können sie deutlich mehr DC vertragen als empfindliche Varianten, die schon bei kleinem Pegel relativ laut wiedergeben.

Auf digitaler Ebene beträgt der Ansprechpegel zwischen -31 dBFS und -16,5 dBFS, je nach Lautstärkeeinstellung, Referenzpegel und Hardwareausgang.

**DC behaftete Quellen**
Wer einfach nur Musik hören will erwartet (zu Recht) dass diese keine unhörbaren Signalanteile enthält, welche Effekte zwischen leichter Verzerrung bis zur Zerstörung verursachen können. Typische DC-Quellen in kommerziell verfügbarer Musik stammen beispielsweise aus der Frühzeit der Digitaltechnik. Erste AD-Wandler (Beta, Video, DAT) litten mangels ausgefeilter DC-Filter an ebensolchem, typische Werte liegen zwischen -60 und -40 dBFS. Das ist harmlos, auch wenn es Knacksgeräusche am Anfang/Ende eines Tracks erzeugen kann.

Viele frühe DSD-Aufnahmen weisen einen relativ hohen DC-Anteil von bis zu -33 dBFS auf, weil das digitale DC-Filter des AD-Chips nur im Modus PCM funktioniert, bei DSD also komplett abgeschaltet ist. Doch Logarithmus sei Dank – auch -33 dBFS stellen nach Umwandlung in lineare Volt noch kein gefährliches Signal dar. Dennoch ist dies nah an der Schwelle, die DCP im empfindlichsten Fall aufweist.

**Shocking**
Heutiger DC kommt zumeist aus rein digitalen, in diesem Fall wohl eher als fehlerhaft zu bezeichnenden Quellen. Ein im RME Forum gepostetes Beispiel mag sogar das schlimmste sein, was man in seiner Musiksammlung finden kann: der Titel *Blue Light* der Band *Bloc Party*, in der *Anti Gravity Remix* Version. Ab 0:27 zieht einem ein DC von -13 dBFS (kein Tippfehler) die Schuhe aus, ab 0:51 werden unfassbare -8 dBFS auf die bedauernswerte HiFi-Anlage losgelassen – dieser Mix hätte nie veröffentlicht werden dürfen.

Ein anderes, wenn auch weniger drastisches Beispiel, ist *The Turnaround* von *Gemini*. Der pumpende untere Balken im Analyzer ab 0:05 ist leider kein genialer Sub-Tiefbass, sondern tatsächlich DC (zwischen -20 dBFS und -14 dBFS). Das wurde während der ansonsten sehr gelungenen Produktion wohl übersehen.

Die Auswirkung solcher Signale lässt sich sehr anschaulich zeigen – bei direkter Sicht auf die Membran eines Tieftöners. Zwar besitzen fast alle Endstufen einen kapazitiv gekoppelten Eingang, blocken also DC. Doch ist diese Ankopplung üblicherweise sehr tief angelegt. Daher wird die Membran beim Auftreten von DC stark verschoben, und bewegt sich dann langsam wieder zurück. Beim Abschalten des DC passiert das Gleiche in anderer Richtung. Bei *The Turnaround* bewegt sich die Membran langsam vor und zurück (nomen est omen), mit maximaler Auslenkung schon bei passabler Lautstärke. Das muss ja nicht sein, daher: *DCP Filter to the rescue!*

**Infraschall**
Bei Film-Soundtracks gibt es solche die am tiefen Ende (um 10 Hz) abgeschnitten wurden, um die Subwoofer nicht unnötig zu belasten. Und völlig unbegrenzte Produktionen, bei denen die Verstärker abschalten und die Membranen schwingen, als ob sie das Gehäuse verlassen wollten. Was vielleicht lustig oder sogar beeindruckend aussieht, nützt leider nichts - so tief ist kein Ton hörbar, und die Subs sind auch nicht in der Lage, derart tiefe Frequenzen in physikalisch spürbare Bewegung umzusetzen (das passiert oberhalb von 10 Hz). Aber diese niedrigen Frequenzen verursachen zusätzliche Verzerrungen und verbrauchen wertvolle Leistung!

Daher ist es empfehlenswert die Einstellung DCP Filter permanent zu verwenden. Das Umschalten zwischen DCP Filter und OFF bietet eine schnelle und einfache Prüfung, ob durch den dann hinzugefügten Hochpass etwas verloren geht. Während sich die Lautsprechermembranen nun nicht mehr wie verrückt bewegen, sollte sich der Klang selbst nicht verändert haben.

Hinweis: Aus technischen Gründen ist das DCP Infraschallfilter hinter den Pegelanzeigen und Loopback platziert. Seine Wirkung ist daher weder auf den Pegelanzeigen sichtbar, noch über die Loopback-Funktion digital messbar. Es kann nur an den analogen Ausgängen verifiziert werden.

## 34.27 Tipps zum Einsatz im Bereich Hi-Fi

Der ADI-2/4 Pro EX ist nicht nur bei professionellen Anwendungen, sondern auch beim Einsatz zu Hause an der Stereoanlage ein Gewinn. Doch während im Tonstudioumfeld arbeitende Anwender Steckerformate und Referenzpegel im Schlaf beherrschen, verursachen die nicht vorhandenen Cinch-Buchsen bei anderen die Frage, ob sich das Gerät überhaupt für Hi-Fi eignet, und wie es dann anzuschließen ist. Dieses Kapitel beantwortet solche Fragen.

**Kann ich mittels Fernbedienung die Eingänge umschalten?**

Der ADI-2/4 Pro EX besitzt fünf Eingänge, die an bis zu fünf Ausgänge geleitet werden können. Eine simple Eingangsumschaltung ist daher eigentlich nicht möglich Außerdem erfordern die verschiedenen Quellen (AES, SPDIF, USB, Analog) ein aufwändiges Clock-Management, welches wiederum zusätzliche Einstellungen beim Umschalten erfordert.

Wird der ADI-2/4 Pro EX wie ein herkömmlicher DAC genutzt hilft der **Basic Mode DAC** (manuelle Auswahl) in Kombination mit dem **CC-Mode Stereo** (Werkseinstellung). Dies begrenzt das Gerät auf einen Betrieb mit einem Stereo I/O, wobei wesentliche Vorteile wie getrennte Lautstärke- und EQ-Einstellungen für Line und Phones erhalten bleiben. Die aktuell genutzte Clock-Quelle ist hier automatisch der gewählte Eingang.

Im Basic Mode DAC bestimmt *I/O – Line Output 1/2 - Settings – AD/DA Source* die Quelle des abgehörten Signals, auch für Phones Out 3/4. Verfügbar sind AES, SPDIF c(oaxial), Optical (SPDIF/ADAT), Analog (XLR/TRS) und USB 1/2. Eine Umschaltung ist über dieses Menü direkt am Gerät möglich, aber auch über die Fernbedienung, denn die fünf Quellen sind ab Werk über die Funktion **Remap Keys** den Tasten 1, 2, 5, 6 und 7 zugewiesen.

Zur Umschaltung in den Basic Mode DAC ist wie folgt vorzugehen:

- Taste *SETUP* am Gerät drücken
- Den unteren Encoder 2 drehen bis *Device Mode / DSD* erscheint
- Ein Mal auf den Encoder 2 drücken so dass *Basic Mode* markiert erscheint
- Encoder 2 nach rechts drehen bis *DAC* erscheint
- Zum Verlassen des Menüs Taster *SETUP* drücken

Nun lässt sich über die Fernbedienung der abzuhörende Eingang auswählen:

| Taste | Eingang | Beschriftung |
|---|---|---|
| 5 | SPDIF c | COAX |
| 6 | Optical | OPT |
| 7 | USB | USB |
| 1 | Analog | - |
| 2 | AES | - |

Nach Drücken einer der Tasten erscheint eine Info Message. Ist der Basic Mode DAC nicht aktiv wird darauf ebenfalls hingewiesen, da die Eingangsumschaltung dann nicht verfügbar ist.

Hinweis: Über *SETUP – Options – SPDIF / Remap Keys* lassen sich den sieben programmierbaren Tasten der Fernbedienung jeweils einer von 52 Befehlen/Aktionen zuweisen. Jede erdenkliche Belegung ist möglich und mit dem Gerätesetup abspeicherbar.

**Wie schließe ich das Gerät an meine anderen Geräte an, die nur Cinch aufweisen?**

Mit einem simplen Adapter Mono-Klinke 6,35 mm auf Cinch (auch Phono und RCA genannt). Die Adapter werden einfach in die beiden hinteren Ein- und Ausgänge gesteckt - fertig. Nun lassen sich die vorhandenen Cinch-Kabel am ADI-2/4 Pro EX nutzen. Es gibt auch Kabel von Mono-Klinke auf Cinch, die natürlich auch bestens funktionieren. Die Steckeradapter-Lösung hat den Vorteil, dass die bevorzugten Cinch-Kabel des Anwenders zum Einsatz kommen können.

**Hat dies eine Verschlechterung des Klangs zur Folge?**

Nein, aus zwei Gründen. Der Eingang des ADI-2/4 Pro EX ist mit 45 kOhm Impedanz hochohmig genug, um auch ältere Hi-Fi-Geräte mit hochohmigeren Ausgängen (bis zu 10 kOhm) nicht zu überfordern. Bei neueren Geräten mit deutlich unter 10 kOhm natürlich erst recht nicht. Außerdem ist der Eingang des ADI-2/4 Pro EX so konstruiert, dass egal ob das Signal symmetrisch (XLR) oder unsymmetrisch (Monoklinke) zugeführt wird, die exakt gleichen technischen Daten erreicht werden. Der bei RME als servo-symmetrisch bezeichnete Eingang führt auch zu einer automatischen Pegelanpassung - selbst die Referenzpegel sind also weiter identisch.

Bei den Ausgängen verursacht solch ein Adapter überhaupt keine Änderung - technische Daten und Funktionsweise bleiben unverändert. Die Ausgänge des ADI-2/4 Pro EX beliefern auch Cinch-Eingänge ohne jegliche Probleme.

**Bleiben die Vorteile des vollsymmetrischen Aufbaus des ADI-2/4 Pro EX auch bei unsymmetrischem Anschluss (Cinch) erhalten?**

Ja. Denn das unsymmetrische Eingangssignal wird direkt nach der ersten Eingangsstufe intern symmetriert. Auf der Ausgangsseite verwendet RME ein speziell entwickeltes, servo-symmetrisches DAC-Filter, welches dafür sorgt, dass beide Pfade der symmetrischen Signalführung vollen Rauschabstand und Klirrfaktor aufweisen. Daher werden die technischen Daten sogar erreicht, wenn man den symmetrischen XLR-Ausgang benutzt, und einen Pin zwecks unsymmetrischer Ausgabe nicht anschließt - die dafür erforderliche Signaloptimierung geschieht schon im Gerät. Am typischen Cinch-Ausgang, also der Klinkenbuchse mit eingestecktem Adapter, erfolgt direkt vor der Buchse trotzdem eine zusätzliche Umwandlung symmetrisch in unsymmetrisch. Dieser erhöhte Aufwand garantiert die exzellente Klangqualität des ADI-2/4 Pro EX für sämtliche Betriebs- und Anschlussarten.

**Welche Pegeleinstellung sollte man wählen?**

Als professionelles Gerät bietet der ADI-2/4 Pro EX Ein- und Ausgangpegel bis +24 dBu (12,24 V RMS), die übliches Hi-Fi Equipment vollkommen überfordern. Das ist jedoch kein Problem, da insgesamt fünf Referenzpegel zur Verfügung stehen. Für Hi-Fi empfiehlt sich die Einstellung +7 dBu (entspricht +4,78 dBV oder 1,73 V RMS). In dieser Einstellung erreicht der Ausgang des ADI-2/4 Pro EX einen ähnlichen Pegel wie viele CD-Player. Sollte das im konkreten Fall zu niedrig sein spricht natürlich nichts gegen die Einstellung +13 dBu (+10,8 dBV, 3,46 V RMS), und falls zu hoch die Einstellung +1 dBu (-1,22 dBV, 0,87 V RMS). Im Plattenspieler-Modus (RIAA) wird +1 dBu als Eingangsreferenzpegel automatisch eingestellt.

Falls der Eingangspegel selbst bei +1 dBu noch zu niedrig ausfällt, weil das speisende Gerät einen sehr niedrigen Ausgangspegel aufweist, lassen sich über *I/O - Analog Input – Ref Level* auch noch niedrigere Referenzpegel auswählen.

**Wo schließe ich das Massekabel des Plattenspielers an?**

An die GND-Schraube hinten links oben.

**Führt ein niedriger Referenzpegel zu einer deutlichen Erhöhung des Rauschens?**

Üblicherweise ja - nicht jedoch im ADI-2/4 Pro EX. Die Umschaltung der Referenzpegel geschieht in der 'analogen' Hardware, also diskret. Die Schaltung wurde so optimiert, dass selbst bei +1 dBu nahezu der volle Rauschabstand erreicht wird. Die genauen Daten dazu finden sich in Kapitel 33.1 / 33.2. Den Eingangsrauschabstand kann jeder Anwender sogar selbst verifizieren, mit dem kostenlosen Tool DIGICheck, Funktion *Bit Statistics & Noise* (siehe Kapitel 26 / 28). Hinweis: für die Ermittlung des Rauschabstands sind die Eingänge mit 0 Ohm abzuschließen.

Die Verringerung des Rauschabstands bei +1 dBu um nur knapp 1 dB ist eine herausragende Ingenieursleistung. Aber DIGICheck bietet noch interessantere Einsichten. Sobald etwas am Eingang des ADI-2/4 Pro EX angeschlossen wird muss man sich von Traumwerten verabschieden. Grundrauschen und -brummen von Geräten im Hi-Fi-Bereich liegt um Größenordnungen höher…

**Fester Ausgangspegel – Lock Volume**

Über die Option *Lock Volume* im I/O Menü lässt sich der Ausgangspegel fixieren, eine Änderung über den Lautstärkeregler ist dann nicht mehr möglich. Die Lautstärkeanpassung innerhalb des Menüs dient zum Einstellen des nun 'festen' Ausgangspegels.

Soll z.B. der analoge Ausgang wie ein typisches HiFi-Gerät mit 2 V Ausgangspegel (+8 dBu) arbeiten: Hardware Ref Level auf +13 dBu und Volume auf -4,5 dB stellen. Weitere Beispiele:

| Volt | dBu | dBV | Ref | Volume |
|---|---|---|---|---|
| 4 V | +14,2 | +12 | +19 dBu | -4,5 dB |
| 2 V | +8,2 | +6 | +13 dBu | -4,5 dB |
| 1 V | +2,2 | 0 | +1 dBu | +0,5 dB |
| 0,775 V | 0 | -2.2 | +1 dBu | -1 dB |
| 0,5 V | -3,8 | -6 | +1 dBu | -6 dB |
| 0,315 V | -7,8 | -10 | +1 dBu | -9 dB |

Die meisten analogen Referenzpegel bieten üblicherweise viel Headroom. Daher kann das Anpassen der Pegel an 0 dBFS zu einer zu geringen Lautstärke führen. Beachten Sie auch, dass die obige Tabelle nicht mehr gültig ist wenn PEQ und Bass / Treble verwendet werden. Der digitale Pegel ist höher und kann sogar übersteuern, was am Level Meter des Ausgangs sichtbar wird. Die Lautstärke ist dann zu reduzieren.

**Wie kann ich schnell zwischen USB-Wiedergabe und dem digitalen Eingang umschalten bzw. diesen abhören?**

Der ADI-2/4 Pro EX adressiert diesen Fall eigentlich mit seinem Auto Modus – der aber nicht funktioniert, wenn das USB-Kabel im ADI-2/4 Pro EX verbleibt, und der Computer weiter eingeschaltet ist. Die Umschaltung der Source des Line Output 1/2 ist im USB-Modus gesperrt, er dient ja der Wiedergabe. Die Lösung besteht darin, den Basic Mode manuell von *Auto* auf *AD/DA* zu ändern. Mehr ist nicht nötig, der ADI-2/4 Pro EX wird in der Werkskonfiguration ein digitales Signal am koaxialen oder optischen Eingang erkennen, und dies sofort über Line Out 1/2 wiedergeben.

Die Basic Modi finden sich im Menü *SETUP - Options - Device Mode*. Da sich das Gerät das zuletzt gewählte Menü merkt, besteht der gesamte Vorgang im Idealfall aus dem Drücken der Taste SETUP, und des Drehens des Encoders 2, um zwischen USB (oder Auto) und AD/DA umzuschalten.

Der Gerätezustand lässt sich mitsamt der Eingangswahl aber auch als Setup abspeichern, und über die Funktionstasten am Gerät oder der Fernbedienung als Schnellzugriff aufrufen. So funktioniert's:

Zunächst wird der aktuelle Zustand während der USB-Wiedergabe als Setup 1 gespeichert:

Taste SETUP drücken, Encoder 1 drehen (Menü Setups erscheint), Encoder 2 drehen bis im Feld *Setup Select* die Auswahl *Store 1* erscheint. Nun Encoder 2 so lange drücken bis der Cursor zum untersten Feld gesprungen ist, und das Setup gespeichert wurde (oder alternativ zwischendurch einen anderen Namen eingeben – dies kann aber auch später erfolgen).

Nun das Gerät für die Wiedergabe der digitalen Quelle umkonfigurieren – *Basic Mode AD/DA - Clock Source SPDIF* etc. Als nächstes wird dieser Zustand auf dem Speicherplatz 2 abgelegt. Vorgang wie oben, aber diesmal mit der Auswahl *Store 2*.

Im gleichen Menü lässt sich nun Setup 1 oder Setup 2 laden. Eine direkte Umschaltung zwischen diesen beiden Setups/Zuständen, ohne ins Menü gehen zu müssen, gelingt über *Remap Function Keys*, im Menü *SETUP - Options, SPDIF / Remap Keys*. Nach Aktivierung des Eintrags *Remap Keys* (ON) sind die Einträge darunter nicht mehr ausgegraut. Es lassen sich nun Setup 1 und Setup 2 beispielsweise den Tasten VOL und I/O zuweisen, oder auf der Fernbedienung Taste 5, 6 (SPDIF) oder 7 (USB).

Danach führt ein Druck auf die Taste VOL zum Laden des Setup 1, also des USB Modus, und ein Druck auf die Taste I/O zum Laden des Setup 2, also des Modus 'Digital In'. Der Name des Setups erscheint kurz in einem Hinweisfenster, das Ändern des Namens lohnt sich also.

Die ursprüngliche Funktion der jeweiligen Funktionstaste, der Aufruf des Menüs, ist über ein längeres Drücken der Taste (0,5 s) weiterhin möglich.

Eine Alternative bietet der Basic Mode **DAC**, siehe erste Frage.

**Mein Player schaltet die Samplefrequenz des ADI bei Wiedergabe nicht auf die der abgespielten Datei um**

Der ADI-2/4 Pro EX ist im CC-Modus Stereo vollständig kompatibel zu Windows 10 (1709 oder neuer). Eine Installation der RME-Treiber ist also prinzipiell nicht notwendig. Die Windows CC-Treiber unterstützen die automatische Umschaltung der Samplefrequenz mit WASAPI Exklusiv. Auch DSD-Wiedergabe ist möglich. Auf nicht optimal arbeitenden Rechnern kann es auch zu einer Verringerung von Aussetzern und Klicks kommen.

Eine Installation der RME-Treiber ist trotzdem empfehlenswert, denn sie ermöglichen ASIO (PCM, DSD DoP und DSD Native) und ergänzen 768 kHz WDM. Die Treiber sind auch für ein Firmware-Update und DIGICheck erforderlich. Außerdem arbeitet der Multi-channel Modus in Windows 10 unvollständig (getestet mit 1803 und 1909).

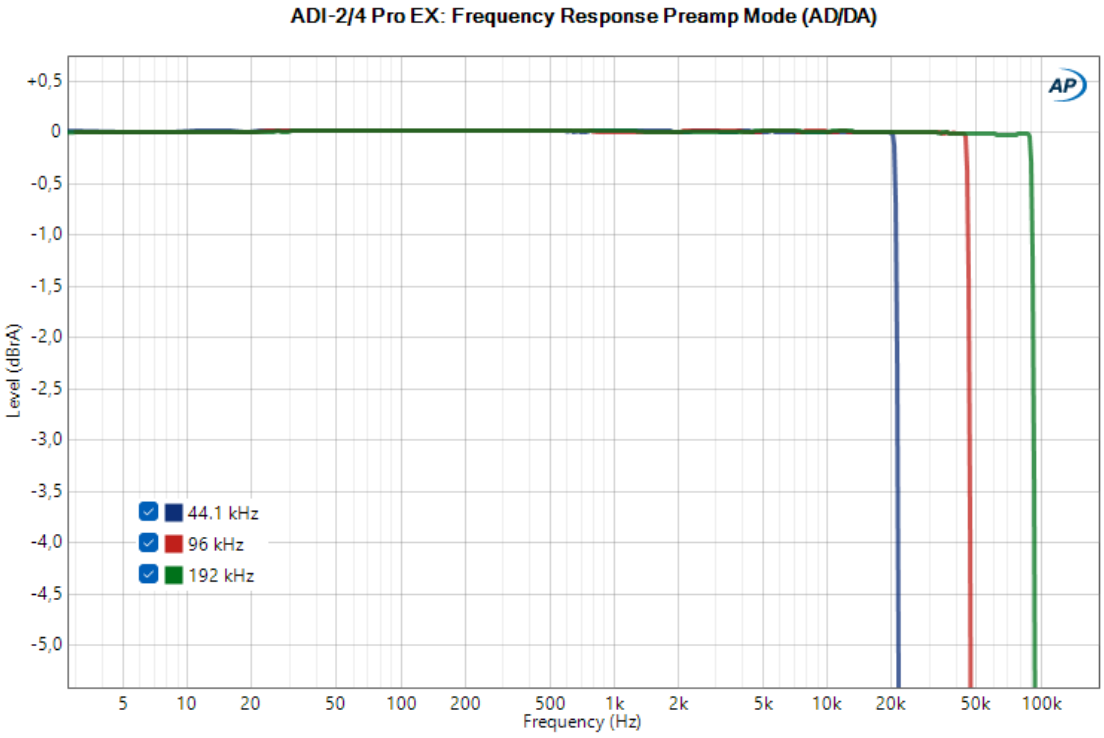
Zur Deinstallation der RME–Treiber nach einem Firmware-Update: Wählen Sie im Geräte-Manager den ADI-2/4 Pro EX unter *Audio, Video- und Gamecontroller* aus. Rechtsklick auf seinen Eintrag, dann *Gerät Deinstallieren* auswählen. Ein Dialog wird angezeigt. Wichtig: Aktivieren Sie das Kästchen bei *Treibersoftware für dieses Gerät löschen*. Andernfalls bleibt der Treiber in Ihrer Windows-Installation, und wird beim nächsten Neustart automatisch erneut installiert.

Nach einem Neustart verwenden Sie nun den Windows-eigenen Treiber mit allen Vorteilen der neuesten Firmware-Version des ADI-2/4 Pro EX. Sollte der RME-Treiber immer noch geladen werden den obigen Vorgang einfach wiederholen.

**Wird das analoge Eingangssignal im Preamp-Mode digitalisiert?**

Da der ADI-2/4 Pro EX alle Klangveränderungen digital durchführt (EQ, Bass, Treble, Loudness etc.) ist eine Digitalisierung und Digital-Analog-Wandlung nach der Verarbeitung Teil des Konzepts. Dazu ist zunächst festzustellen, dass die Analog zu Digital Wandlung (ADC), als auch die Digital zu Analog Wandlung des ADI-2 Pro EX qualitativ derart fortgeschritten ist, dass die doppelte Wandlung praktisch keinerlei Signalverschlechterung zur Folge hat. Sei es das Grundrauschen oder Verzerrungen, der ADI-2/4 Pro EX trumpft mit überragenden Tech Specs auf, die in vielerlei Hinsicht die an ihn angeschlossenen Geräte weit übertreffen.

Dazu kommt die Möglichkeit, durch manuelle Einstellungen das absolute Transparenz-Maximum herauszuholen. Beispiel: Phasenlineares, aber keine Höhen bedämpfendes Sharp Filter für AD und DA, abschaltbares DC-Filter AD für nahezu 0 Hz Grenzfrequenz, tatsächliche 0 Hz bei DA durch abschaltbares DC-Protection Filter, gepaart mit RME's *Extended Linear Analog Range* Technologie. Was Messtechniker überzeugt sollte auch HiFi-Anwender begeistern.




Eine Messung des Frequenzgangs mit den genannten Einstellungen verdeutlich dies deutlich. Ein Frequenzgang wie mit KI erzeugt – hier aber gemessen an einem realen ADI-2/4 Pro EX (gezoomte Ansicht mit 6 dB Skala). Dazu noch sensationell niedriges Rauschen und Klirren (siehe vorherige Kapitel und Messungen). Ohne aktive Effekte unterscheidet sich das Ergebnis praktisch nicht von einem analogen Bypass.

Der aber hat nicht nur Probleme mit der Pegelanpassung und Einstellung, er erlaubt auch keine Klangbearbeitung. Und die ist das Ah und Oh des ADI – und dank ausgefeilter Digitaltechnik in lupenreinster Qualität mit bis zu 192 kHz vollständig verfügbar.

## 34.28 Nutzung mit einem Plattenspieler

Der ADI-2/4 Pro EX ist direkt kompatibel zu Plattenspielern mit MM-System (Moving Magnet). Siehe auch Kapitel 8.8. Damit ermöglicht er eine Digitalisierung der kostbaren Vinyl-Scheiben in höchster Qualität.

**Anschluss**
Für den Anschluss eines Plattenspielers an die zwei Kombi-XLR/TRS Buchsen werden zwei Adapter RCA auf TS benötigt, siehe auch Foto Seite 106.

Für den seltenen Fall eines *symmetrischen* Anschlusses eines MM-Tonabnehmers: dies erfordert je nach vorhandenem Anschluss einen Adapter auf XLR oder TRS. Außerdem muss die Option *Balanced Impedance* im Menü auf *45 k* stehen, um der vom MM-System geforderten Impedanz zu entsprechen.

Die Erdungsleitung des Plattenspielers ist mit der Masseschraube auf der Rückseite links oben (GND) zu verbinden.

Hinweis: Der RIAA Modus ist eine Digitalfunktion, die über den ASP (Audio Signal Processor) im ADC-Chip realisiert wurde. Daraus resultieren zwei Einschränkungen:

- Der RIAA Modus ist nur im PCM Modus verfügbar, DSD wird nicht unterstützt
- Der RIAA Modus ist bis zu einer Samplefrequenz von 192 kHz verfügbar. 3xx und 7xx kHz werden nicht unterstützt.

**Pegel, Aussteuerung und Headroom**
Um kompatibel zu den variierenden Ausgangsspannungen verschiedener MM-Systeme zu sein besitzt der ADI-2/4 Pro EX im RIAA Modus mehrere wählbare Verstärkungsstufen: 0 dB, +14 dB, +20 dB, +26 dB, +32 dB und +38 dB. In den meisten Fällen ergibt sich eine gute Aussteuerung mit +26 dB - das horizontale Level Meter bleibt einige dB unter 0 dBFS, ohne Over-Anzeige.

LPs weisen sehr unterschiedliche Pegel von mehr als 10 dB auf, von sehr geringen (je nach Alter und Genre) bis sehr hohen (45er Maxi Singles). MM-Systeme besitzen ebenfalls sehr unterschiedliche Ausgangsspannungen. Selbst Ersatznadeln von Drittanbietern können zu Pegelabweichungen um einige dB führen. Kurz: ein universell zu verwendender RIAA-Entzerrer muss einen großen Pegelbereich unterstützen, und genau das passiert über den wählbaren RIAA Gain des ADI-2/4 Pro EX. Die in den Tech Specs gelisteten Daten basieren alle auf einer Pegelreserve von 15 dB. SNR und THD+N verbessern sich mit höher Aussteuerung.

Diskret aufgebaute, analoge RIAA Vorverstärker ohne einstellbare Verstärkung brauchen viel Aussteuerungsreserve (Headroom), damit bei höchstem Pegel einer kritischen Platten-Tonabnehmer-Kombination keine Verzerrung auftritt. Zusätzlich findet sich oft die Forderung nach einem sehr hohen Headroom, da angeblich Knister- und Knacksgeräusche der Schallplatte sehr kurze, aber sehr viel höhere Pegel erreichen. Diese würden dann in nachfolgenden Geräten durch Übersteuerung deutlicher hörbar.

Daß dem nicht so ist wird bei der Nutzung des ADI-2/4 Pro EX schnell ersichtlich – Knackser fallen nur auf relativ leisen Platten höher als das Nutzsignal aus, und erreichen dabei nur wenige dB höhere Pegel. Ein Headroom von mehr als 6 dB ist nicht notwendig, die oft kolportierten 20 dB und höher sind schlicht sinnlos.

Sehr hilfreich ist in diesem Zusammenhang, daß das Level Meter des ADI-2/4 Pro auf jedes einzelne Sample reagiert. Bei einer Aufnahme mit 192 kHz werden Knackser bis 96 kHz erfasst, die damit nur knapp 11 µs lang zu sein brauchen um sichtbar zu werden. Da passiert aber in der Praxis nichts, und daher gilt: wo man nichts sieht ist auch nichts.

Dazu kommt der unvermeidliche Realitäts-Check: Aufnahmen mit 6 dB ungenutztem Headroom sind 6 dB leiser als Aufnahmen die (typisch) bis 0 dBFS reichen. Das mag noch akzeptabel sein, aber mit 12 dB oder mehr wird es einfach nur ärgerlich, und in der Praxis unbrauchbar.

Der vorhandene digitale Headroom skaliert mit dem gewählten Gain, und ist im Level Meter jederzeit sicht- und kontrollierbar, also vom Anwender nach persönlicher Vorliebe einstellbar. Der *analoge* Headroom ist aufgrund des ungewöhnlichen Konzeptes des ADI-2/4 Pro EX jenseits von Gut und Böse – er liegt ausgehend von 5 mV bei 41,3 dB (580 mV).

**Es rumpelt**
Plattenspieler sind mechanische Abtaster, und verursachen dabei eine Vielzahl unerwünschter Nebengeräusche: tieffrequentes Rumpeln, Mikrofonie-Effekte, das Geräusch der Nadel in der Rille, und natürlich die charakteristischen Knackser durch Fremdkörper, Beschädigung und statische Entladung. Der ADI-2/4 Pro bietet Hilfe um diese Nebengeräusche im Zaum zu halten.

Zunächst ein erstaunlicher Effekt: schaltet man die Wiedergabe auf Mono verringert sich die Anfälligkeit für akustische Rückkopplung (Mikrofonie). Das tieffrequente Rumpeln als auch das Rillengeräusch werden deutlich leiser. Da niemand seine Platten in Mono hören möchte, der Bass auf Vinyl aus Herstellungsgründen aber sowieso Mono ist, enthält der ADI-2/4 Pro EX im Menü *Analog Input* eine Mono-Schaltung nur des Bassbereichs. *RIAA Mono Bass* bewirkt so gut wie keine Änderung des Klangeindrucks, aber eine deutliche Reduzierung der Nebengeräusche. Im Analyzer ist die Verbesserung in den linken Bändern auch optisch nachvollziehbar.

Bei nicht unüblicher Bassanhebung, erst recht in Kombination mit Loudness und einer leiseren LP, kann das in den linken Bändern sichtbare Rumpeln den gleichen Pegel erreichen wie die anderen Bänder mit Musik. In solchen Fällen hilft ein explizites Rumpelfilter (Subsonic- oder Infraschallfilter). Band 1 des PEQ des Analog Input erlaubt eine Umschaltung in einen Hochpass, der sich in Einsatzfrequenz und Güte nach Wunsch konfigurieren lässt. Kombiniert man den Hochpass mit dem absenkenden Shelf-Filter von Band 2 entsteht ein extrem steilflankiges Filter, mit optimalem Durchlassbereich für Musik, und bestmöglicher Unterdrückung alles anderem.

Setup: Band 1: Low Cut, Gain -, Freq 35 Hz, Q 1,1. Band 2: Gain -12, Freq 20 Hz, Q 1,1.

Dieses Filter ist im Gerät bereits auf dem EQ Preset 22 (hinter Clear) hinterlegt.

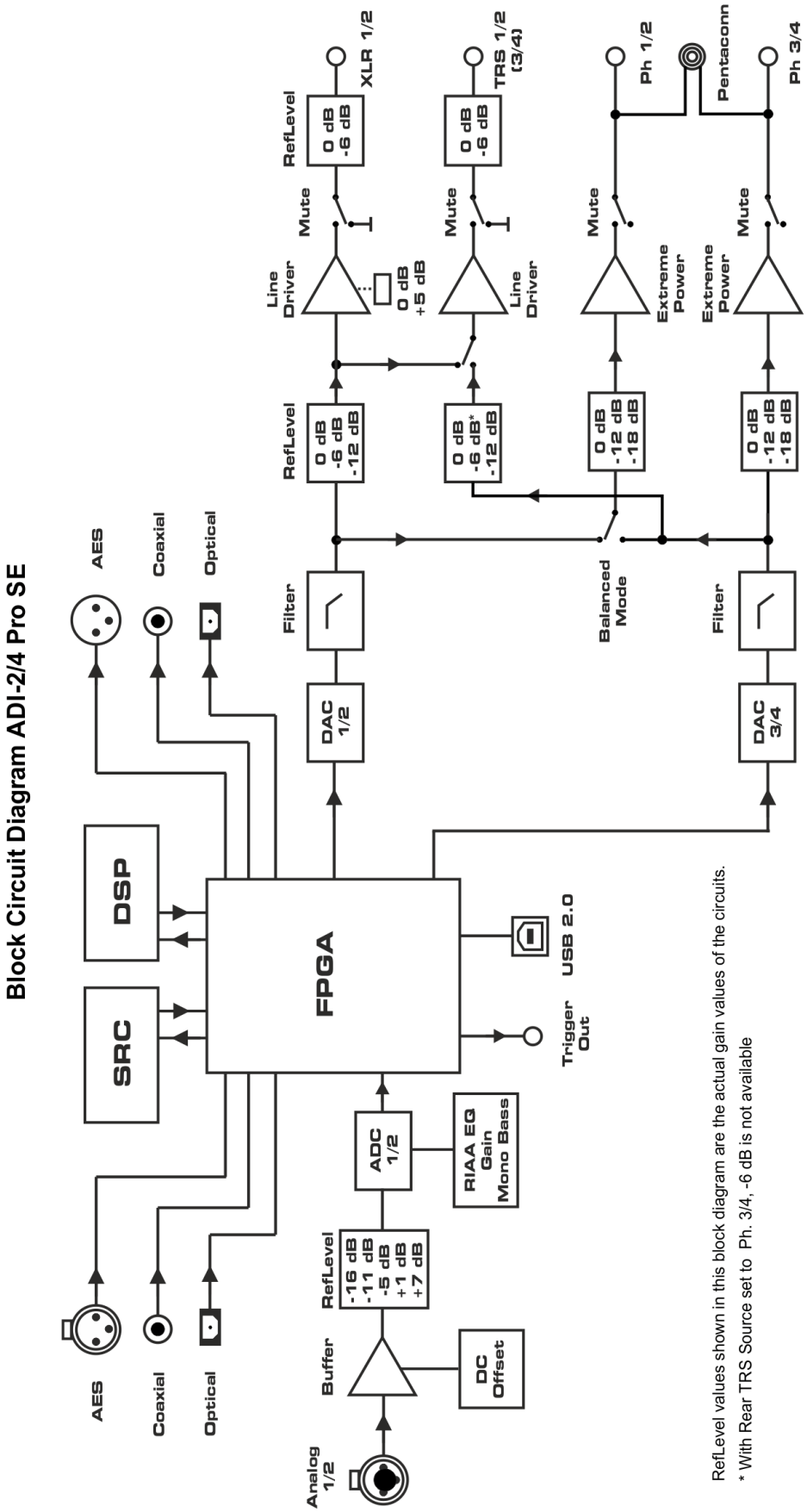
**Kondensatoren**
Der Tonabnehmer bildet mit der Kapazität des Kabels und des Geräteeingangs ein LC-Filter. Je nach Wert der Kapazität kommt es zu einer Höhenabsenkung oder Anhebung. RIAA Vorverstärker mit schaltbaren Kapazitäten bieten daher die Möglichkeit, den Klang im Hochtonbereich etwas auf die eigenen Vorlieben anzupassen.

Das kann der ADI-2/4 Pro dank seines 5-Band parametrischen Equalizers auch ohne schaltbare Kapazitäten noch viel besser, mit nur einem Band. Durch Anhebung und Absenkung um wenige dB entsteht die gleiche Änderung im Frequenzgang – hier aber komplett frei einstellbar und auch weiter veränderbar.

Setup: Band 5 auf Shelf, Q 0,8 und Frequenz 6,5 kHz. Gain nach Geschmack.

Tipp: EQ Preset 22 laden, gewünschte Höhenkompensation mit Band 5 einstellen, Preset speichern. Damit stehen beide Funktionen gleichzeitig und auf Knopfdruck zur Verfügung.

## 34.29 Blockschaltbild



# Bedienungsanleitung

# ADI-2/4 Pro EX

## Diverses

## 35. Zubehör

Für den ADI-2/4 Pro EX ist diverses Zubehör erhältlich:

| Artikelbezeichnung | Beschreibung |
|---|---|
| NT-RME-11 | Netzteil für ADI-2/4 Pro SE / EX. 100 V - 240 V AC, 12 V 3,3 A DC. Verriegelbarer DC-Stecker. 3-poliger Netzanschluß mit Brummschleifen-freier Erdung. |
| BOC968 | Digitales Breakoutkabel (9-polig D-Sub auf 2 x XLR und 2 x Cinch) |
| USB-C-Lock | USB-C zu C Kabel, einseitig verriegelbar, Länge 1,8 m |
| RM19-III | Rackwinkel zur Befestigung im 19“ Rack |
| Unirack | Universal Rackmount-Adapter (Wanne für zwei 9,5" Geräte) |
| MRC | RME Multi Remote Control, Infrarot-Fernbedienung |
| DPS-2 | Lineares High-End Audio-Netzteil, 12 V 2,5 A, Ultra Low Noise µFilter |

Optische Kabel für SPDIF und ADAT:

| | |
|---|---|
| OK0100PRO | Optisches Kabel, TOSLINK, 1 m |
| OK0200PRO | Optisches Kabel, TOSLINK, 2 m |
| OK0300PRO | Optisches Kabel, TOSLINK, 3 m |

## 36. Garantie

Jeder ADI-2/4 Pro EX wird einzeln geprüft und einer vollständigen Funktionskontrolle unterzogen. Die Verwendung ausschließlich hochwertigster Bauteile erlaubt eine Gewährung voller zwei Jahre Garantie. Als Garantienachweis dient der Kaufbeleg / Quittung.

Bitte wenden Sie sich im Falle eines Defektes an Ihren Händler. Öffnen Sie das Gerät keinesfalls selbst, da es dabei beschädigt werden könnte. Außerdem wurde es mit speziellen Siegeln versehen, die im Falle einer Beschädigung den Verlust der Garantie nach sich ziehen.

Schäden, die durch unsachgemäßen Einbau oder unsachgemäße Behandlung entstanden sind, unterliegen nicht der Garantie, und sind daher bei Beseitigung kostenpflichtig.

Schadenersatzansprüche jeglicher Art, insbesondere von Folgeschäden, sind ausgeschlossen. Eine Haftung über den Warenwert des ADI-2/4 Pro EX hinaus ist ausgeschlossen. Es gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen der Firma Audio AG.

## 37. Anhang

RME News, neueste Treiber, und viele Infos zu unseren Produkten finden Sie im Internet:

https://www.rme-audio.de

Weltweiter Vertrieb:
Audio AG, Am Pfanderling 60, D-85778 Haimhausen

Hotline:
Tel.: 08133 / 9181-51
Zeiten: Montag bis Mittwoch 10-17 Uhr, Donnerstag 10:00-18:30 Uhr, Freitag 10-15 Uhr

Per E-Mail: support@rme-audio.com

Liste internationaler Supporter: https://www.rme-audio.de/support.html

RME User Forum: https://forum.rme-audio.de/

**Danksagung**
Der Bauer Binaural Crossfeed-Effekt des ADI-2/4 Pro EX wurde von Boris Mikhaylovs bs2b Implementierung inspiriert.

**Warenzeichen**
Alle Warenzeichen und eingetragenen Marken sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber. RME, Hammerfall und DIGICheck sind eingetragene Marken von RME Intelligent Audio Solutions. SyncCheck, SyncAlign, TMS, TotalMix, SteadyClock, ADI-2/4 Pro EX und Extreme Power sind Warenzeichen von RME Intelligent Audio Solutions. Alesis und ADAT sind eingetragene Marken der Alesis Corp. ADAT optical ist ein Warenzeichen der Alesis Corp. Microsoft, Windows, Windows 7/8/10/11 sind registrierte oder Warenzeichen der Microsoft Corp. Apple, iPad, iPhone und Mac OS sind eingetragene Marken der Apple Inc. ASIO ist ein Warenzeichen der Steinberg Media Technologies GmbH.

Copyright © Matthias Carstens, 07/2026. Version 2.0
Treiberversion zur Drucklegung: Windows: 1.0.17
Firmware: FPGA 315, DSP 105
ADI-2 Remote Mac / Win / iOS: v2.2

Alle Angaben in dieser Bedienungsanleitung sind sorgfältig geprüft, dennoch kann eine Garantie auf Korrektheit nicht übernommen werden. Eine Haftung von RME für unvollständige oder unkorrekte Angaben kann nicht erfolgen. Weitergabe und Vervielfältigung dieser Bedienungsanleitung und die Verwertung seines Inhalts sowie der zum Produkt gehörenden Software sind nur mit schriftlicher Erlaubnis von RME gestattet. Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, bleiben vorbehalten.

## 38. Konformitätserklärung

### CE

Dieses Gerät wurde von einem Prüflabor getestet und erfüllt unter praxisgerechten Bedingungen die Normen zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit (RL2014/30/EU), sowie die Rechtsvorschriften zur elektrischen Sicherheit nach der Niederspannungsrichtlinie (RL2014/35/EU).

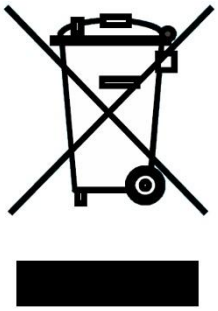
### Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Der ADI-2/4 Pro EX ist ein digitaler AD/DA-Wandler, und Audiointerface für professionelle Anwendungen mit CE-geprüften Computern der Klasse B mit USB-Anschluss. Alle Kabel, die zur Verbindung mit dem Computer und den Peripheriegeräten verwendet werden, müssen abgeschirmt und geerdet sein. Der Betrieb mit nicht zertifizierten Computern oder nicht abgeschirmten Kabeln kann zu Störungen führen.

### RoHS

Dieses Produkt wird bleifrei gelötet und erfüllt die Bedingungen der RoHS Direktive RL2011/65/EU.

## Entsorgungshinweis



Nach der in den EU-Staaten geltenden Richtlinie RL2012/19EU (WEEE – Directive on Waste Electrical and Electronic Equipment – RL über Elektro- und Elektronikaltgeräte) ist dieses Produkt nach dem Gebrauch einer Wiederverwertung zuzuführen.

Sollte keine Möglichkeit einer geregelten Entsorgung von Elektronikschrott zur Verfügung stehen, kann das Recycling durch Audio AG erfolgen.

Dazu das Gerät **frei Haus** senden an:

Audio AG
Am Pfanderling 60
D-85778 Haimhausen

Unfreie Sendungen werden nicht entgegengenommen.

**EU Batterie Entsorgungsrichtlinie 2008/12/EC**

Batterien nicht im Hausmüll entsorgen. Verbraucher sind gesetzlich verpflichtet gebrauchte Batterien beim Handel oder lokalen Sammelstellen abzugeben. Bei Fragen wenden Sie sich an ihre Gemeinde oder den lokalen Entsorgungsbetrieb.