Bedienungsanleitung

M-32 DA

M-16 DA

The Professional's Converter Solution

TotalRemote™ **MADI I/O**

ADAT™ In **SteadyClock™** **SyncCheck®**

Professioneller 32/16-Kanal DA-Wandler
Doppelte Symmetrische Ausgangsstufe
32/16-Kanal MADI / ADAT zu Analog Interface
24 Bit / 192 kHz Digital Audio
MIDI Remote Control

adat® OPTICAL AES-10
24 Bit Interface

Wichtige Sicherheitshinweise 4

Allgemeines

1 Einleitung 6
2 Lieferumfang 6
3 Kurzbeschreibung und Eigenschaften 6
4 Inbetriebnahme – Quick Start
4.1 Bedienelemente - Anschlüsse - Anzeigen 7
4.2 Quick Start 9
5 Zubehör 10
6 Garantie 11
7 Anhang 11

Bedienung und Betrieb

8 Bedienelemente der Frontplatte
8.1 Analog Ouput 14
8.2 MADI Out 14
8.3 MADI Input 14
8.4 MADI Output 14
8.5 ADAT Sync 15
8.6 Clock Section 15
8.7 Meter 17
8.8 Remote 17
8.9 Lock Keys 17
9 Fernsteuerung
9.1 MIDI 18
9.2 MIDI über MADI 18
9.3 Remote Control Software 19

Eingänge und Ausgänge

10 Analoge Ausgänge 22
11 Digitale Eingänge / Ausgänge
11.1 ADAT Optical 23
11.2 MADI Input 23
11.3 MADI Output 24
12 Word Clock
12.1 Wordclock Ein- und Ausgang 25
12.2 Einsatz und Technik 26
12.3 Verkabelung und Abschlusswiderstände 27
14 MIDI 27

Technische Referenz

15 Technische Daten
15.1 Analoger Teil 30
15.2 Digitale Eingänge 30
15.3 Digitale Ausgänge 31
15.4 Digitaler Teil 31
15.5 MIDI 32
15.6 Allgemeines 32
15.7 Firmware 32
15.8 MADI User Bit Belegung 32
15.9 Steckerbelegungen 33
16 Technischer Hintergrund
16.1 Begriffserklärungen 34
16.2 Lock und SyncCheck 35
16.3 Latenz und Monitoring 36
16.4 DS – Double Speed 37
16.5 QS – Quad Speed 37
16.6 MADI Basics 38
16.7 SteadyClock 39
17 Blockschaltbild M-32 DA 40
18 Blockschaltbild M-16 DA 41
19 MIDI Implementation M-Serie
19.1 Basic SysEx Format 42
19.2 Message Types 42
19.3 Tabelle 43

Anwendungsbeispiele

20.1 Formate und Kanalzahl 48
20.2 Mehrkanal-Wiedergabe vom Computer 49
20.3 Mehrkanal-Aufnahme mit dem Computer 51
20.4 Mehrkanal-Aufnahme und Wiedergabe 53
20.5 Digitales Multicore 56
20.6 Mehrfache Ausspielung 57

Wichtige Sicherheitshinweise

ACHTUNG! Gerät nicht öffnen - Gefahr durch Stromschlag

Das Gerät weist innen nicht isolierte, Spannung führende Teile auf. Im Inneren befinden sich keine vom Benutzer zu wartenden Teile. Reparaturarbeiten dürfen nur von qualifiziertem Fachpersonal durchgeführt werden.

Netzanschluss

- Das Gerät muss geerdet sein – niemals ohne Schutzkontakt betreiben
- Defekte Anschlussleitungen dürfen nicht verwendet werden
- Betrieb des Gerätes nur in Übereinstimmung mit der Bedienungsanleitung
- Nur Sicherungen gleichen Typs verwenden

Um eine Gefährdung durch Feuer oder Stromschlag auszuschließen, das Gerät weder Regen noch Feuchtigkeit aussetzen. Spritzwasser oder tropfende Flüssigkeiten dürfen nicht in das Gerät gelangen. Keine Gefäße mit Flüssigkeiten, z. B. Getränke oder Vasen, auf das Gerät stellen. Gefahr durch Kondensfeuchtigkeit - erst einschalten wenn sich das Gerät auf Raumtemperatur erwärmt hat.

Montage

Außenflächen des Gerätes können im Betrieb heiß werden - für ausreichende Luftzirkulation sorgen. Direkte Sonneneinstrahlung und die unmittelbare Nähe zu Wärmequellen vermeiden. Beim Einbau in ein Rack für ausreichende Luftzufuhr und Abstand zu anderen Geräten sorgen.

Bei Fremdeingriffen in das Gerät erlischt die Garantie. Nur vom Hersteller spezifiziertes Zubehör verwenden.

Lesen Sie die Bedienungsanleitung vollständig. Sie enthält alle zum Einsatz des Gerätes nötigen Informationen.

Bedienungsanleitung

M-32 DA
M-16 DA

▷ **Allgemeines**

1. Einleitung

RMEs M-32 DA und M-16 DA sind High-End DA-Wandler mit konkurrenzloser Ausstattung. Sie vereinen exzellente analoge Schaltungstechnik mit überragenden DA-Wandlern der neuesten Generation, und bieten im Zusammenspiel mit der integrierten SteadyClock eine DA-Wandlung auf allerhöchstem Niveau.

Bei der Entwicklung der Geräte haben wir all unsere Erfahrung und die unserer Kunden eingebracht, um einzigartige, exzellente und qualitativ hochwertige Gerät zu erschaffen. Trotz einer hohen Zahl an Kanälen, und damit Wandlerstufen, bieten sie trotzdem das für RME typische, hervorragende Preis-/Leistungsverhältnis.

M-32 DA und M-16 DA sind nahezu identisch. Der M-16 besitzt nur 16-Kanäle (M-32 = 32 Kanäle) und braucht deshalb keinen Lüfter. Daher wird im vorliegenden Handbuch aus Gründen der Lesbarkeit nur auf den M-32 Bezug genommen.

2. Lieferumfang

Bitte überzeugen Sie sich vom vollständigen Lieferumfang:

- M-32 DA oder M-16 DA
- Netzkabel
- Handbuch
- RME Treiber-CD
- 1 optisches Kabel (TOSLINK), 2 m

3. Kurzbeschreibung und Eigenschaften

Der M-32 DA ist ein 32-Kanal Hi-End DA-Konverter in Referenz-Qualität, mit voller Fernsteuerbarkeit. In einem Standard 19" Gehäuse mit 2 HE Höhe bietet das Gerät zahlreiche außergewöhnliche Merkmale, wie Intelligent Clock Control (ICC), SyncCheck®, SteadyClock, drei Hardware-Referenzpegel bis zu +24 dBu, MADI I/O und ADAT In, 192 kHz Samplefrequenz, Fernbedienung über MIDI und MADI, sowie digitalen Durchschleifmodus für leichte Kaskadierbarkeit.

- 32-Kanal DA-Wandler
- Doppelte symmetrische Ausgangsstufe
- 3 Hardware-basierte Referenzpegel
- Signal to Noise Ratio 118 dBA auf allen 32 Kanälen
- 4 x ADAT In, 16 Kanäle @ 96 kHz
- MADI I/O mit Durchschleifen aller Kanäle
- Wordclock Ein- und Ausgang
- MIDI I/O
- 32-Kanal Level Meter mit 6 LEDs pro Kanal
- Komplett fernbedienbar via MIDI und MADI
- Überdimensioniertes Netzteil
- Temperaturgesteuerter und leiser Lüfter

4. Inbetriebnahme - Quickstart

4.1 Bedienelemente - Anschlüsse - Anzeigen

Auf der Frontseite des M-32 DA befinden sich 32 LED Level Meter, elf Select-Taster, sowie 32 LEDs zur detaillierten Statusanzeige.

Im Bereich **ANALOG OUTPUT** erfolgt über den Select-Taster eine Umschaltung des analogen Ausgangspegels.

M-32 DA: Mit dem Taster **MADI IN** werden die Kanäle 1 bis 32 oder 33 bis 64 des digitalen Eingangssignales analog ausgegeben.

M-16 DA: Mit dem Taster **MADI IN** werden die Kanäle 1 bis 16, 17 bis 32, 33 bis 48 oder 49 bis 64 des digitalen Eingangssignales analog ausgegeben.

Das MADI-Eingangssignal zum Durchschleifen und zur Kaskadierung mehrerer Geräte kann Optisch und Koaxial vorliegen. Der Taster **INPUT** bestimmt die Quelle. Über **STATE** erfolgt eine Darstellung des aktuellen Status des Eingangssignales (Lock / Sync, 56- / 64-Kanal Modus, 48K Frame / 96K Frame Format).

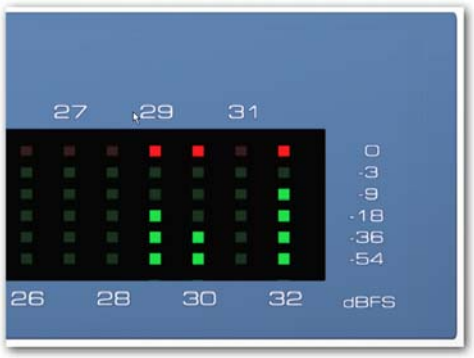
Die Konfiguration des MADI-Ausgangssignals erfolgt in der Sektion **MADI OUTPUT**. Der Taster **FRAME** wechselt zwischen 48K und 96K Frame, der Taster **FORMAT** zwischen 56-Kanal und 64-Kanal Modus.

Der Taster in der Sektion ADAT SYNC schaltet zwischen MADI- und ADAT-Eingang um.

Die 32 Level Meter des **DIGITAL INPUT LEVEL DISPLAY** zeigen den Eingangspegel pro Kanal als digitalen Wert (dBFS).

In der **CLOCK** Sektion erfolgt die Auswahl der Referenzclock und des Frequenzmultiplikators.

Über **METER PH** ist ein Peak Hold zuschaltbar, entweder dauerhaft (**ON**) oder mit Auto Reset (**AR**) nach circa 3 Sekunden.



REMOTE legt die Quelle der MIDI Fernbedienung fest: 5-polige MIDI Buchse oder MADI In.

MIDI INPUT zeigt an, ob MIDI-Daten am 5-pol DIN Eingang oder über MADI empfangen werden.

LOCK KEYS erlaubt eine Abschaltung der Tasten am Gerät. Damit ist der M-32 DA gegen versehentliche Fehlbedienung gesichert.

Auf der Rückseite des M-32 DA befinden sich 32 analoge Ausgänge, ein Netzteilanschluss, MIDI I/O, Wordclock I/O, MADI I/O, sowie vier ADAT Eingänge.

ANALOG OUTPUTS: 32 symmetrische Line Ausgänge per 6,3 mm Klinkenbuchsen und über vier 25-polige D-Sub Steckverbinder.

WORD IN (BNC): Über den versenkten Druckschalter kann der Eingang intern mit 75 Ohm terminiert werden.

WORD OUT (BNC): Standard Wordclock Ausgang.

ADAT OUTPUTS 1 bis 4 (TOSLINK): Standard ADAT optical Ports.

MADI I/O optical: Standard MADI Ports.

MADI I/O koaxial (BNC): Standard MADI Ports.

MIDI I/O (5-pol DIN): MIDI Eingang und Ausgang über 5-polige DIN Buchse. Zur Fernsteuerung des M-32 DA und zur Übertragung von MIDI-Daten über MADI.

Kaltgerätestecker für Netzanschluss. Das speziell für die M-Serie entwickelte, interne Hi-Performance Schaltnetzteil arbeitet im Bereich 100 V bis 240 V AC. Es ist kurzschlusssicher, besitzt ein integriertes Netzfilter, regelt Netz-Spannungsschwankungen vollständig aus, und unterdrückt Netzstörungen.

4.2 Quick Start

Nach Anschluss aller Kabel und Einschalten des Gerätes beginnt die Konfiguration des M-32 DA in der CLOCK-Sektion. Wählen Sie eine Clockquelle und eine Samplefrequenz.

Verbinden Sie die Klinkenausgänge bzw. die D-Sub-Ausgänge mit dem analogen Signalempfänger, über den Sie das Signal wiedergeben möchten. Der Ausgangspegel kann über den Taster ANALOG OUTPUT so verändert werden, dass sich eine gute Aussteuerung ergibt.

Für die analogen Line-Ausgänge des M-32 DA stehen je eine Stereo-Klinkenbuchse und - bei Verwendung eines optionalen XLR/D-Sub Multicores - ein XLR-Anschluss bereit. Sie besitzen jeweils eigene Ausgangsverstärker und können daher gleichzeitig benutzt werden.

Die elektronische Ausgangsschaltung der Klinkenbuchsen arbeitet servosymmetrisch. Sie kann sowohl symmetrisch (Stereo-Klinkenstecker) als auch unsymmetrisch (Mono-Klinkenstecker) betrieben werden.

Die elektronische Ausgangsschaltung der D-Sub Buchsen arbeitet nicht servosymmetrisch. Bei Anschluss unsymmetrischer Geräte ist daher darauf zu achten, dass der jeweilige negative Pin frei bleibt. Eine Verbindung mit Masse kann zu erhöhtem Klirrfaktor führen.

Der M-32 DA speichert dauerhaft alle vor dem Ausschalten des Gerätes aktiven Einstellungen, und lädt diese beim nächsten Einschalten automatisch.

5. Zubehör

RME bietet diverses optionales Zubehör für den M-32 DA:

Artikelnummer	Beschreibung
OK0050	Optokabel, Toslink, 0,5 m
OK0100	Optokabel, Toslink, 1 m
OK0200	Optokabel, Toslink, 2 m
OK0300	Optokabel, Toslink, 3 m
OK0500	Optokabel, Toslink, 5 m
OK1000	Optokabel, Toslink, 10 m
BO25MXLR8F3	Analoges Breakoutkabel 25-pol D-Sub auf 8 x XLR female, 3 m
BO25MXLR8F6	Dito, 6 m
BO25MXLR8F10	Dito, 10 m

MADI-Kabel optisch:

ONK0100	MADI Optical Network Cable, 1 m
ONKD0300	MADI Optical Network Cable, 3 m
ONKD0600	MADI Optical Network Cable, 6 m
ONKD1000	MADI Optical Network Cable, 10 m
ONKD2000	MADI Optical Network Cable, 20 m
ONKD5000	MADI Optical Network Cable, 50 m

6. Garantie

Jeder M-32 DA / M-16 DA wird von IMM 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. 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 M-32 DA / M-16 DA hinaus ist ausgeschlossen. Es gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen der Firma Audio AG.

7. Anhang

RME News und viele Infos zu unseren Produkten finden Sie im Internet:

http://www.rme-audio.de

Vertrieb:
Audio AG, Am Pfanderling 60, D-85778 Haimhausen

Hotline:
Tel.: 0700 / 222 48 222 (12 ct / min.)
Zeiten: Montag bis Mittwoch 12-17 Uhr, Donnerstag 13:30-18:30 Uhr, Freitag 12-15 Uhr
Per E-Mail: support@rme-audio.de

Hersteller:
IMM Elektronik GmbH, Leipziger Strasse 32, D-09648 Mittweida

Warenzeichen

Alle Warenzeichen und eingetragenen Marken sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber. RME, Hammerfall und DIGICheck sind eingetragene Marken von RME Intelligent Audio Solutions. SteadyClock, SyncAlign, SyncCheck, ZLM, M-32 DA und M-16 DA 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, 2000/XP/Vista/7 sind registrierte oder Warenzeichen der Microsoft Corp.

Copyright © Matthias Carstens, 04/2010. Version 1.2

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.

CE Konformität

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 (RL2004/108/EG), sowie die Rechtsvorschriften zur elektrischen Sicherheit nach der Niederspannungsrichtlinie (RL2006/95/EG).

RoHS

Dieses Produkt wurde bleifrei gelötet und erfüllt die Bedingungen der RoHS Direktive.

ISO 9001

Dieses Produkt wurde unter dem Qualitätsmanagement ISO 9001 hergestellt. Der Hersteller, IMM Elektronik GmbH, ist darüber hinaus nach ISO 14001 (Umwelt) und ISO 13485 (Medizin-Produkte) zertifiziert.

Entsorgungshinweis

Nach der in den EU-Staaten geltenden Richtlinie RL2002/96/EG (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 IMM Elektronik GmbH als Hersteller des M-32 DA / M-16 DA erfolgen.

Dazu das Gerät **frei Haus** senden an:

IMM Elektronik GmbH
Leipziger Straße 32
D-09648 Mittweida.

Unfreie Sendungen werden nicht entgegengenommen.

Bedienungsanleitung

M-32 DA
M-16 DA

- **Bedienung und Betrieb**

8. Bedienelemente der Frontplatte

8.1 Analog Output

Ermöglicht über den Select-Taster eine Umschaltung des Ausgangspegels des DA-Wandlers, bezogen auf digitale Vollaussteuerung (0 dBFS). Zur Auswahl stehen **+13 dBu**, **+19 dBu** und **+24 dBu**.

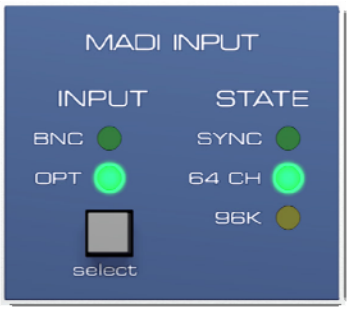
Da die Anpassung auf analoger Ebene erfolgt, erreicht der M-32 DA in allen Einstellungen die bestmöglichen Werte für Rauschabstand und Klirrfaktor.

8.2 MADI In

M-32 DA: Mit dem Taster **MADI IN** werden die Kanäle 1 bis 32 oder 33 bis 64 des digitalen Eingangssignales analog ausgegeben.

M-16 DA: Mit dem Taster **MADI IN** werden die Kanäle 1 bis 16, 17 bis 32, 33 bis 48 oder 49 bis 64 des digitalen Eingangssignales analog ausgegeben.

8.3 MADI Input



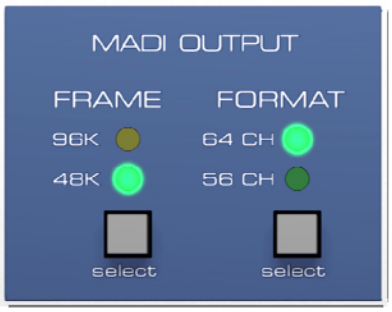
Der Taster INPUT schaltet zwischen optischem und koaxialem Eingang um.

Die Anzeige STATE hilft Fehler zu erkennen, und erleichtert den Umgang mit den verschiedenen MADI-Formaten.

Nach Anlegen eines gültigen Eingangssignals leuchtet die SYNC LED. Ein nicht synchrones Eingangssignal wird durch Blinken der SYNC LED angezeigt.

Je eine LED ist für eine Anzeige des 64-Kanal und des 96k Frame zuständig. Leuchten diese nicht, liegt ein Eingangssignal im 56-Kanal bzw. 48k Frame Format an.

8.4 MADI Output

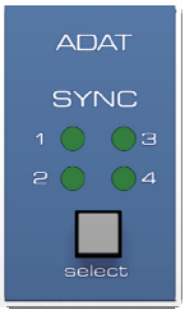


Über die Taster FRAME und FORMAT lässt sich das ausgegebene MADI-Signal folgendermaßen konfigurieren:

FRAME: 48k oder 96k Frame. 48k Frame kann bei Single, Double und Quad Speed benutzt werden. 96k Frame ist nur im Bereich 64 kHz bis 96 kHz (Double Speed) möglich.

FORMAT: 56-Kanal oder 64-Kanal Format.

8.5 ADAT Sync



Der Taster **ADAT SYNC** bestimmt die Signalquelle der DA-Wandler. Er wechselt zwischen ADAT und MADI.

Ist MADI aktiv sind die 4 ADAT SYNC LEDs dunkel.

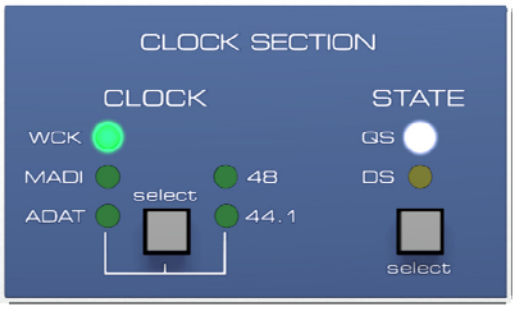
Jeder ADAT-Eingang besitzt eine eigene SYNC LED. Sobald ein gültiges Signal anliegt ist automatisch SyncCheck aktiv. SyncCheck betrachtet die gewählte Clock (Intern, Extern etc.) als Referenz und vergleicht sie mit der der Eingänge. Nicht synchrone Eingänge werden durch Blinken der jeweiligen SYNC LED angezeigt

Clockreferenz ist immer ADAT 1.

8.6 Clock Section

In der Sektion CLOCK wird die Quelle und die Frequenz des Gerätetaktes festgelegt. Der Taster CLOCK steppt durch die Optionen externe Clock (Wordclock, MADI, ADAT) und interne Clock (44.1 kHz oder 48 kHz). Mit dem Taster STATE wird für interne, aber auch für externe Clock die Samplefrequenz verdoppelt oder vervierfacht.

WCK, MADI, ADAT (Slave Mode)
Aktiviert den jeweiligen Eingang als Clock-Referenz. Bei nicht vorhandenem oder unbrauchbarem Signal blinkt die jeweilige LED.



44.1, 48 (Master Mode)
Aktiviert die interne Clock. Die interne Samplefrequenz beträgt 44.1 kHz oder 48 kHz

DS, QS
Leuchtet zusätzlich die LED DS ergibt sich eine Frequenz von 88.2 und 96 kHz, bei Wahl von QS 176.4 und 192 kHz.

Die Anwahl von DS und QS ist aber auch bei externer Clock (Slave Mode) möglich. Soll der M-32 DA von 48 kHz Wordclock synchronisiert werden, aber mit 192 kHz arbeiten, so ist dies über den Taster STATE problemlos möglich. Damit werden AD-Wandlung und digitale Ausgänge auf die Frequenzbereiche Single Speed, Double Speed oder Quad Speed konfiguriert.

Im Modus interne Clock ist es zwingend erforderlich, dass der Datentakt des speisenden Gerätes synchron zum M-32 DA ist. Dazu ist das externe Gerät über den Wordclock Out oder ADAT/MADI Out des M-32 DA zu synchronisieren.

Der M-32 DA muss also Master sein, alle angeschlossenen Geräte dagegen Slave. Damit es in diesem Betriebsfall durch mangelhafte oder fehlende Synchronisation nicht zu Knacksern und Aussetzern kommt, prüft ein spezielles Verfahren namens *SyncCheck* die Synchronität der eingehenden Clocks mit der internen Clock des M-32 DA. Der Sync-Zustand wird - auch bei Nutzung externer Clocks - per blitzender (Fehler) oder konstant leuchtender (Ok) LED angezeigt.

Mit dem Taster **STATE** wird der M-32 DA, und damit alle Ausgänge, auf die Frequenzbereiche Single Speed, Double Speed oder Quad Speed konfiguriert.

Keine LED (Single Speed)
An allen Ausgängen wird ein Signal im Bereich 32 kHz bis 48 kHz ausgegeben.

DS (Double Speed)
64 kHz bis 96 kHz. ADAT und MADI bleiben bei maximal 48 kHz mit Datenausgabe im Format S/MUX. Daher stehen bei ADAT nur noch 16 Kanäle (4 pro optischem Ausgang) zur Verfügung. MADI kann über die Option MADI OUTPUT 96K Frame auch direkt im Modus Double Speed arbeiten, die maximale Kanalzahl beträgt aber immer 32.

QS (Quad Speed)
176.4 kHz bis 192 kHz. ADAT und MADI bleiben bei maximal 48 kHz mit Datenausgabe im Format S/MUX4. Daher stehen bei ADAT nur noch 8 Kanäle (2 pro optischem Ausgang) zur Verfügung. MADI stellt System-bedingt 16 Kanäle zur Verfügung.

Follow Clock
Follow Clock dient zur automatischen Konfiguration des Clock State, also ob das Gerät in Single Speed, Double Speed oder Quad Speed arbeiten soll.

Aktivierung: während der Anzeige der Firmwareversion den CLOCK STATE Taster drücken. Es leuchten beide LEDs DS/QS auf. Deaktivierung: dito, beide LEDs dunkel.

Word: In Modus Follow Clock folgt der M-32 DA der Eingangsclock von Word automatisch über alle drei Bereiche hinweg. Bei 96 kHz leuchtet also automatisch die DS LED auf, bei 192 kHz die QS LED. Eine manuelle Konfiguration über STATE ist nicht erforderlich.

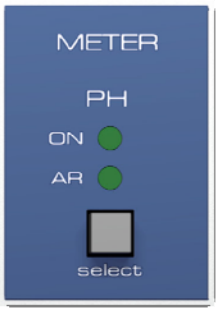
MADI: Im Format 48 kHz Frame kann der aktuelle Sample Rate Range nicht detektiert werden, daher ist ein aktives Follow Clock ohne Funktion. Eine automatische Umschaltung zu Double Speed erfolgt wenn MADI als 96 kHz Frame anliegt, eine manuelle Konfiguration über STATE ist nicht erforderlich. Das Gerät merkt sich zudem die Einstellung MADI OUTPUT FRAME 96K, und setzt diese erneut wenn 96k Frame am Eingang anliegt.

ADAT: Eine automatische Umschaltung nach Double Speed erfolgt wenn das ADAT Signal eine entsprechende Kennung aufweist. Eine manuelle Konfiguration über STATE ist dann nicht erforderlich. Eine Kennung für Quad Speed existiert nicht, daher erfolgt auch keine automatische Umschaltung. Sollte das zuspielende Gerät die DS-Kennung fälschlich bei Single Speed ausgeben ist Follow Clock zu deaktivieren.

Word Clock Out
Der Wordclockausgang kann der aktuellen Frequenz bis 192 kHz folgen (*Follow Sample Rate*), oder immer im Bereich Single Speed bleiben (*Always Single Speed*). Letzteres ist Default. Diese Optionen stehen nur über MIDI Remote zur Verfügung, sie lassen sich am Gerät selbst nicht umschalten.

Hinweis: Eine zuverlässige Samplesynchronität zwischen mehreren Geräten mit digitalen Schnittstellen im S/MUX Verfahren (ADAT und MADI) bei Samplefrequenzen im Double Speed und Quad Speed Bereich ist nur möglich, wenn die Geräte untereinander mit Single Speed Wordclock synchronisiert werden. Wegen des S/MUX Verfahrens kann das Gerät ansonsten nicht wissen, welche der hereinkommenden 2 (DS) oder 4 (QS) Wordclockflanken die richtige ist.

8.7 Meter



Über **METER PH** ist allen Level Metern ein Peak Hold zuschaltbar, entweder dauerhaft (**ON**) oder mit Auto Reset (**AR**) nach circa 3 Sekunden.

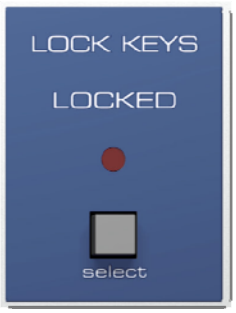
Im Modus ON erfolgt ein Reset, also das Löschen der aktuellen Spitzenwerte, durch einmaligen Druck auf die PH-Taste. Die Funktion wird dabei nicht verstellt.

8.8 Remote

Der Taster REMOTE bestimmt, von welchem Eingang der M-32 DA MIDI-Fernsteuerbefehle empfängt. Zur Auswahl stehen die MIDI DIN-Buchse und der MADI-Eingang.

Hinweis: Über MIDI lassen sich alle Bedienelemente mit Ausnahme des Tasters LOCK KEYS sperren. Eine über MIDI erfolgte Sperrung der Bedienelemente ist daher am Gerät jederzeit aufhebbar.

8.9 Lock Keys



LOCK KEYS erlaubt eine Abschaltung der Tasten am Gerät. Damit ist der M-32 DA gegen versehentliche Fehlbedienung gesichert.

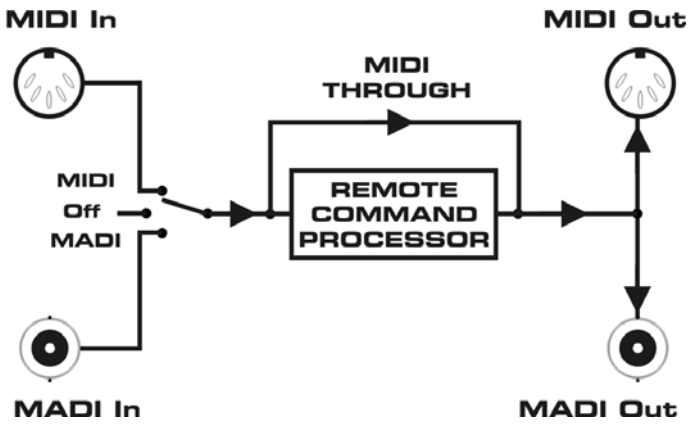
9. Fernsteuerung

9.1 MIDI

Der M-32 DA ist vollständig per MIDI fernbedienbar. Er reagiert auf spezielle SysEx-Kommandos, und sendet auf Anfrage den kompletten Gerätestatus, also alle auf der Frontplatte befindlichen Anzeigen, Tastenzustände und Einstellungen. Jeder M-32 DA kann mit einer eigenen ID versehen werden, so dass eine getrennte Fernsteuerung mehrerer Geräte über nur einen MIDI-Kanal möglich ist (Beschreibung der MIDI-Befehle in Kapitel 19).

Der Taster REMOTE bestimmt, von welchem Eingang das Gerät MIDI-Befehle empfängt: MIDI, MADI oder Off. Letzteres ist eine Sicherheitsfunktion, die ein unabsichtliches Verstellen des Gerätes durch MIDI-Signale verhindert.

Das Diagramm zeigt den Signalfluss der MIDI Daten mit allen I/Os. Die am Eingang anliegenden Daten gelangen sowohl zur internen Remote Control Auswertung, als auch direkt zu den Ausgängen. Diese *MIDI Through* Funktion ermöglicht eine simple serielle MIDI-Verkabelung beim Einsatz mehrerer M-32 DA. Gleiches gilt für eine Fernsteuerung per MADI, wobei MIDI automatisch über die serielle MADI-Verkabelung von Gerät zu Gerät weitergereicht wird.



9.2 MIDI über MADI

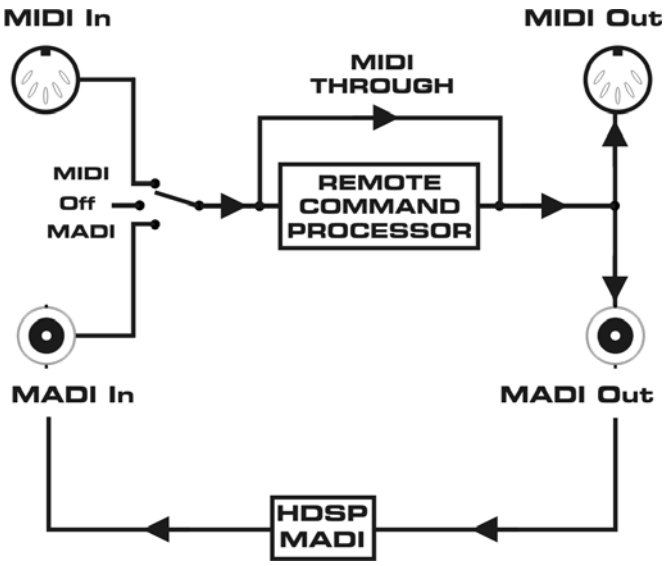
MADI erlaubt die Übertragung von 64 Audio-Kanälen über lange Strecken mit nur einer einzigen Leitung. Und MIDI? Seien es Remote Control Befehle oder Sequencerdaten, in der Praxis wird man nicht mit einer reinen Audioleitung auskommen. Daher entwickelte RME die *MIDI over MADI* Technologie. Die am MIDI-Eingang anliegenden Daten werden in das MADI-Signal verwoben, und stehen am MIDI-Ausgang eines weiteren ADI-6432, ADI-642, ADI-648, M-32 DA, Micstasy oder einer HDSP MADI, am anderen Ende der MADI-Leitung, wieder zur Verfügung.

Technisch gesehen enthält jeder einzelne MADI-Kanal diverse Zusatzbits, in denen sich verschiedene Informationen befinden (Channel Status). RME verwendet das normalerweise unbenutzte *User Bit* des Kanals 56 (Kanal 28 im Modus 96K Frame), um die MIDI-Daten unsichtbar mit MADI zu übertragen, und dabei volle Kompatibilität zu gewährleisten.

Der M-32 DA ist, im Gegensatz zu anderen RME MADI Geräten, kein vollwertiger MIDI to MADI Konverter, da für externe Übertragung nur eine Richtung zur Verfügung steht.

Das Diagramm zeigt den Aufbau eines HDSP MADI-basierten Remote Control Systems. Die MIDI-Befehle der Software eines PC oder Mac gelangen über den MADI Out der HDSP MADI sowohl zum MADI In als auch zum MIDI Out und MADI Out des M-32 DA.

Es lassen sich zusätzlich zu den Remote Befehlen weitere MIDI-Daten übertragen, die dann am DIN Ausgang zur Verfügung stehen. MIDI Signale am DIN Eingang gelangen jedoch nicht zurück zum Computer. In der Schalterstellung MIDI ist die andere Richtung aktiv. MIDI-Daten gelangen über den MADI Out zum Computer, aber vom Computer nicht per MADI zurück zum M-32 DA.



9.3 Remote Control Software

Von der RME Website kann kostenlos ein Programm heruntergeladen werden, welches über einen beliebigen MIDI-Port eine Fernsteuerung und Statusabfrage aller Wandler der M-Serie per Mausklick unter Windows und Mac OS X erlaubt. Besonders interessant ist eine Nutzung mit der HDSP(e) MADI, die eine direkte Kontrolle des M-32 DA per MADI erlaubt. Dazu benutzt die Software einen virtuellen MIDI-Port der Karte, der MIDI direkt per MADI sendet und empfängt.

Download der Software: http://www.rme-audio.de/downloads_tools.php

Kurzbeschreibung der Windows/Mac OS X Software MIDI Remote

Das einzigartige Mehrfenster-Konzept der Software **MIDI Remote** erlaubt ein gleichzeitige Nutzung und Konfiguration nicht nur beliebig vieler M-32 DA, sondern auch aller anderen unterstützen Geräte, selbst in gemischten Setups. Am Gerät nicht verfügbare Einstellungen sind per MIDI Remote zugänglich. Für alle Kanäle und Geräte lassen sich Namen vergeben.

Das Programm besitzt eine ausführliche englische Online-Hilfe (F1). Nach dem Start ist zuerst die Funktion **M-32 DA** im Menü **Functions** zu wählen (auch per F4 zugänglich).

Dann ist per **Options - MIDI I/O Setup** ein MIDI Ein- und Ausgang zu wählen.

Über den Befehl **Options – Start/Stop MIDI I/O** startet die Kommunikation mit dem M-32 DA. In der obersten Zeile des Fensters wird der aktuelle Zustand angezeigt, wie gewählte ID, Online / No Response / Offline etc.

Über **Save Workspace as** lassen sich komplette Setups inklusive aller geöffneten Fenster speichern und jederzeit wieder laden.

Send Single Set of Data erlaubt eine Offline-Konfiguration des M-32 DA mit einmaliger Übertragung der Einstellungen.

Per MIDI Fernsteuerung ist es auch möglich alle Bedienelemente des M-32 DA zu sperren (**Lock Keys**). Eine Ausnahme ist der Taster LOCK KEYS selbst. Eine Sperrung der Bedienelemente über MIDI ist daher am Gerät jederzeit aufhebbar.

Seit Firmware 2.1 kann auch der Lüfter des M-32 DA kontrolliert werden. Außerdem wird die interne Temperatur des M-16 und M-32 angezeigt.

Die Software MIDI Remote steuert auch RMEs ADI-648, ADI-6432, ADI-642, Micstasy, ADI-8 QS und die MADI Bridge.

Folgende Funktionen sind nur per MIDI Remote möglich:

- Konfiguration Word Clock Out als *Follow Clock* oder *Always Single Speed*

- Änderung der Device ID

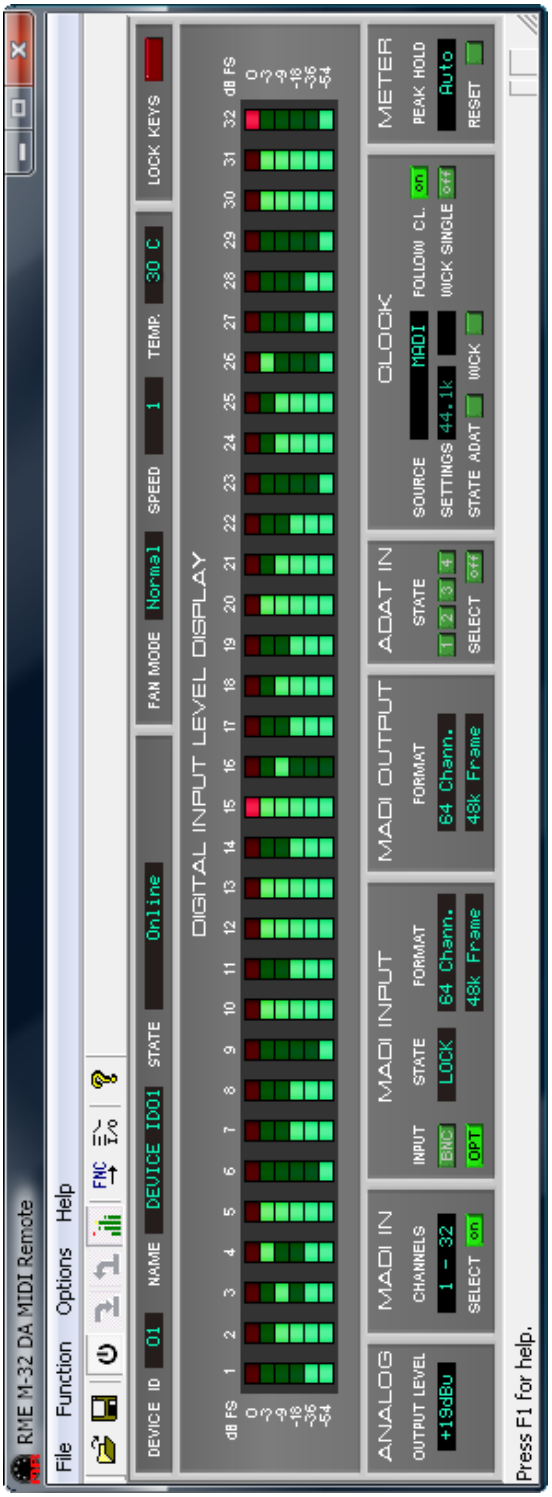
- Lüfter-Steuerung

Fan Modes

Cool
Im Cool Mode läuft der Lüfter immer auf Stufe 3, ab 48° C schaltet er auf 5 (max.), unterhalb von 45° C schaltet er zurück auf 3.

Normal
Default ab Werk

Silent
Im Silent Mode läuft der Lüfter erst ab 48° C und dann mit höchster Stufe. Sinkt die Temperatur unter 45° C geht er wieder aus.



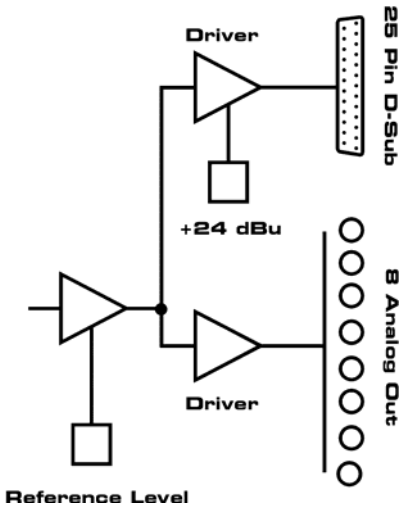
Bedienungsanleitung

M-32 DA
M-16 DA

- **Eingänge und Ausgänge**

10. Analoge Ausgänge

Der M-32 DA besitzt auf der Rückseite 32 symmetrische Line-Ausgänge als (Stereo-) Klinkenbuchsen und als 25-polige D-Sub Buchsen. Sie besitzen jeweils eigene Ausgangsverstärker und können - im Gegensatz zum Eingang - gleichzeitig benutzt werden.



Die elektronische Ausgangsschaltung der Klinkenbuchsen arbeitet servosymmetrisch. Sie kann sowohl symmetrisch (Stereo-Klinkenstecker) als auch unsymmetrisch (Mono-Klinkenstecker) betrieben werden. Der maximale Ausgangspegel beträgt +21 dBu.

Bei Anwahl von +24 dBu leuchten die LEDs von +19 dBu und +24 dBu gleichzeitig, da an den Klinkenbuchsen weiterhin die Einstellung +19 gilt, während die D-Sub Buchse auf +24 geschaltet wurde.

Die elektronische Ausgangsschaltung der D-Sub Buchse arbeitet nicht servosymmetrisch! Bei Anschluss unsymmetrischer Geräte ist daher darauf zu achten, dass der jeweilige negative Pin frei bleibt. Eine Verbindung mit Masse kann zu erhöhtem Klirrfaktor führen.

Die 25-polige D-Sub Buchse ist nach dem Vorbild der Firma Tascam beschaltet (Pinbelegung siehe Kapitel 15.9). Der Fachhandel liefert Multicores D-Sub auf XLR gesplisst nach Tascam-Standard in verschiedenen Längen.

Jeder Ausgangskanal besitzt ein 6-stelliges Level Meter, so dass Eingangssignal und Übersteuerung kontrollierbar sind. Die Pegeldaten werden direkt vor dem DA-Wandler abgenommen. Die rote LED OVR beginnt 0.2 dB vor Vollaussteuerung zu leuchten (-0.2 dBFS).

Um den analogen Ausgang optimal an nachfolgende Geräte anpassen zu können besitzt der M-32 DA hochwertige elektronische Schalter, welche weder Rauschen noch Verzerrungen in den Signalweg einbringen. Über den Taster ANALOG OUTPUT lassen sich alle 32 Kanäle gleichzeitig auf die gebräuchlichsten Studiopegel einstellen. Durch die verschiedenen Ausgangspegel kann der M-32 DA optimale Wandlungsresultate erzielen, trotzdem kompatibel zu angeschlossenem analogem Equipment bleiben.

Der M-32 DA weist folgende Pegelreferenzen auf:

Referenz	**0 dBFS @**	**Headroom @ +4 dBu**	**Andere RME Geräte**
+24	+24 dBu	20 dB	-
+19	+19 dBu	15 dB	HiGain
+13	+13 dBu	9 dB	+4 dBu

In der Stellung +24 dBu ist der M-32 DA kompatibel zu SMPTE (+24 dBu @ 0 dBFS, +4 dBu mit 20 dB Headroom).

11. Digitale Eingänge / Ausgänge

11.1 ADAT Optical

Der M-32 DA verfügt über vier optische ADAT-Eingänge. Im Betrieb mit Samplefrequenzen bis 48 kHz stehen damit 32 Eingangskanäle bereit (8 pro Port).

Höhere Samplefrequenzen als 48 kHz werden mittels Sample Multiplexing (S/MUX) übertragen. Daher sinkt die maximale Kanalzahl bei Double Speed auf 16 Kanäle und bei Quad Speed auf 8 Kanäle.

Liegen die Daten im S/MUX Verfahren vor, ist je nach Anwendung die Clock Section (STATE) manuell in den DS-Modus zu schalten. Jeder Port erhält nur die Daten von 4 Kanälen.

Liegen die Daten im S/MUX4 Verfahren vor, ist je nach Anwendung die Clock Section (STATE) manuell in den QS-Modus zu schalten. Jeder Port erhält nur die Daten von 2 Kanälen.

Die ADAT optical Eingänge der M-Serie nutzen RMEs unübertroffene Bitclock PLL, die selbst im extremen Varipitch-Betrieb Aussetzer und Knackser verhindert, und blitzschnellen, samplegenauen Lock auf das digitale Eingangssignal bietet.

Der Anschluss erfolgt über handelsübliches Optokabel (TOSLINK).

11.2 MADI Input

Auf der Rückseite des M-32 DA befinden sich die beiden MADI-Eingänge.

Der BNC-Eingang ist entsprechend AES10-1991 kapazitiv entkoppelt. Er weist einen Eingangswiderstand von 75 Ohm auf, und arbeitet bereits ab circa 180 mVss fehlerfrei.

Der optische Eingang ist entsprechend AES10-1991 mit einem ISO/IEC 9413-3, FDDI-kompatiblen Optomodul ausgestattet. Weitere Informationen siehe Kapitel 16.6, MADI Basics.

Der M-32 DA besitzt eine automatische Eingangsumschaltung. Fällt das aktuelle Eingangssignal aus, wird sofort zum anderen Eingang gewechselt. Dieser Modus, auch Redundanz genannt, bietet eine erhöhte Sicherheit und Schutz gegen Ausfälle der Übertragungsstrecke. Der Umschaltvorgang dauert circa eine Sekunde. Das Gerät signalisiert den Redundanz-Betrieb durch Blinken der ursprünglichen Eingangs-LED, während die LED des aktuellen Eingangs konstant leuchtet.

Der MADI-Eingang dient als optionale Clockquelle (Sektion Clock, MADI), als Quelle der zu wandelnden Audiodaten und als Durchschleifeingang. Da ein M-32 DA oder M-16 DA nicht alle 64 Kanäle des MADI-Signals wandelt, schleift das Gerät alle Kanäle des MADI-Eingangssignals zum MADI-Ausgang durch. So lassen sich über zusätzliche M-32 DA oder M-16 DA weitere Kanäle wandeln. M-32 DA und M-16 DA lassen sich bis zum Maximum von 64 Kanälen frei kombinieren: Ein M-32 DA mit einem oder zwei M-16 DA ist genauso möglich wie bis zu vier M-16 DA.

Da MADI große Distanzen überbrückt können auch die gleichen Kanäle erneut gewandelt werden, so dass das gleiche Signal elektrisch getrennt an mehreren Orten zur Verfügung steht. Die Kanalauswahl erfolgt komfortabel und unmissverständlich direkt auf der Front.

Der jeweils genutzte 16er- oder 32er-Block wird auf der Frontplatte mit dem Taster MADI IN festgelegt.

11.3 MADI Output

Auf der Rückseite des M-32 DA befinden sich die beiden MADI-Ausgänge.

Der BNC-Ausgang ist entsprechend AES10-1991 aufgebaut. Er weist einen Ausgangswiderstand von 75 Ohm auf, und liefert mit 75 Ohm abgeschlossen eine Ausgangsspannung von circa 600 mVss.

Der optische Ausgang ist entsprechend AES10-1991 mit einem ISO/IEC 9413-3, FDDI-kompatiblen Optomodul ausgestattet. Weitere Informationen siehe Kapitel 16.6, MADI Basics.

Optischer und koaxialer Ausgang arbeiten parallel und geben immer die gleichen Daten aus.

Die maximale Kanalzahl ist bei MADI abhängig vom Sample Rate Range. Bis 48 kHz sind 64 Kanäle übertragbar, bis 96 kHz 32 und bis 192 kHz 16 Kanäle. Das bedeutet:

- Bei 48 kHz sind maximal zwei M-32 DA oder maximal 4 M-16 DA kaskadierbar
- Bei 96 kHz nutzt ein M-32 DA oder 2 M-16 DA alle verfügbaren Kanäle
- Bei 192 kHz nutzt ein M-16 DA alle verfügbaren Kanäle. Beim M-32 DA entfallen die Ausgänge 17 bis 32.

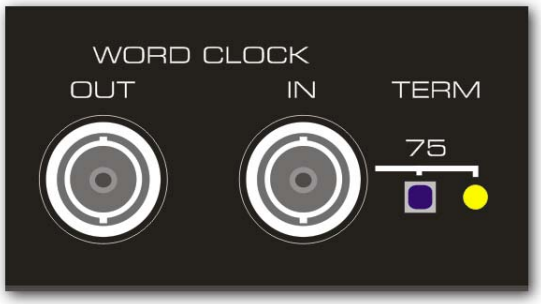
12. Word Clock

12.1 Wordclock Ein- und Ausgang

Eingang
Der Wordclockeingang des M-32 DA ist aktiv, wenn in der Clock Sektion WCK gewählt wird. Das an der BNC-Buchse anliegende Signal kann Single, Double oder Quad Speed sein, der M-32 DA stellt sich automatisch darauf ein. Sobald ein gültiges Signal erkannt wird leuchtet die LED WCK konstant, ansonsten blinkt sie.

Dank RMEs *Signal Adaptation Circuit* arbeitet der Wordclockeingang selbst mit stark verformten, DC-behafteten, zu kleinen oder mit Überschwingern versehenen Signalen korrekt. Dank automatischer Signalzentrierung reichen prinzipiell schon 300 mV (0.3V) Eingangsspannung. Eine zusätzliche Hysterese verringert die Empfindlichkeit auf 1 V, so dass Über- und Unterschwinger sowie hochfrequente Störanteile keine Fehltriggerung auslösen können.

Der Wordclockeingang ist ab Werk hochohmig, also nicht terminiert. Über einen Druckschalter kann eine interne Terminierung (75 Ohm) aktiviert werden. Der Schalter befindet sich versenkt auf der Rückseite neben der BNC-Buchse. Drücken Sie mit einem spitzen Gegenstand auf das blaue Rechteck, so dass es in tieferer Stellung einrastet und die gelbe LED aufleuchtet. Ein erneuter Druck hebt die Terminierung wieder auf.



Ausgang
Der Wordclockausgang des M-32 DA ist ständig aktiv, und stellt die gerade aktive Samplefrequenz als Wordclock bereit. Im Master-Modus ist die ausgegebene Wordclock fest 44.1 oder 48 kHz (DS x 2, QS x 4). In allen anderen Fällen ist die ausgegebene Frequenz identisch mit der am gerade gewählten Clock-Eingang anliegenden. Fällt das Clock-Signal aus wird die zuletzt erkannte Samplefrequenz als Clock gehalten.

Ist die Option Always Single Speed aktiv wird die Ausgangsfrequenz angepasst, so dass sie immer im Bereich 32 bis 48 kHz ist. Bei 96 kHz und 192 kHz Samplefrequenz wird also 48 kHz ausgegeben.

Das dem Gerät zugeführte Wordclocksignal kann auch über den Wordclockausgang weitergeschleift werden. Damit entfällt das sonst notwendige T-Stück, und der M-32 DA arbeitet wie ein *Signal Refresher*. Diese Anwendung wird ausdrücklich empfohlen, da

- Ein- und Ausgang phasenstarr sind und 0° Phasenlage aufweisen
- SteadyClock das Eingangsignal praktisch komplett von Jitter befreit
- der außergewöhnliche Eingang des M-32 DA (1 Vss statt üblichen 3 Vss Empfindlichkeit, DC Sperre, Signal Adaptation Circuit) zusammen mit SteadyClock eine sichere Funktion auch mit kritischsten Wordclocksignalen garantiert

Dank eines niederohmigen, aber kurzschlussfesten Ausganges liefert der M-32 DA an 75 Ohm 4 Vss. Bei fehlerhaftem Abschluss mit 2 x 75 Ohm (37.5 Ohm) werden immer noch 3.3 Vss ins Netz gespeist.

12.2 Einsatz und Technik

In der analogen Technik lassen sich 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.

AES/EBU, SPDIF, ADAT und MADI sind selbsttaktend, eine zusätzliche Wordclockleitung ist also prinzipiell nicht erforderlich. In der Praxis kommt es bei der gleichzeitigen Benutzung mehrerer Geräte jedoch zu Problemen. Beispielsweise kann die Selbsttaktung bei einer Schleifenverkabelung zusammenbrechen, wenn es innerhalb der Schleife keinen 'Master' (zentralen Taktgeber) gibt. Ausserdem muss die Clock aller Geräte synchron sein, was sich bei reinen Wiedergabegeräten wie einem CD-Player über die Selbsttaktung gar nicht realisieren lässt, da CD-Player keinen SPDIF-Eingang besitzen.

Der Bedarf an Synchronisation in einem Digital Studio wird daher durch das Anschließen an eine zentrale Synchronisationsquelle befriedigt. Beispielsweise arbeitet das Mischpult als Master und liefert an alle anderen Geräte ein Referenzsignal, die Wordclock. Das geht aber nur, wenn die anderen Geräte auch einen Wordclockeingang besitzen, also Slave-fähig sind. (Professionelle CD-Player besitzen daher einen Wordclockeingang). Dann werden alle Geräte synchron mit dem gleichen Takt versorgt und arbeiten problemlos miteinander.

Innerhalb eines digitalen Verbundes darf es nur einen Master geben!

Doch Wordclock ist nicht nur Allheilmittel, sondern bringt auch einige Nachteile mit sich. Eine Wordclock liefert statt des tatsächlich benötigten Taktes immer nur einen Bruchteil desselben. Beispiel SPDIF: 44.1 kHz Wordclock (ein einfaches Rechtecksignal mit exakt dieser Frequenz) muss innerhalb der Geräte mittels einer PLL um den Faktor 256 multipliziert werden (zu 11.2 MHz). Dieses Signal ersetzt dann das Taktsignal des Quarzoszillators. Großer Nachteil: Wegen der starken Multiplikation ist das Ersatz-Taktsignal stark schwankend, der Jitter erreicht mehrfach höhere Werte als der eines Quarzes.

Das Ende dieser Probleme verheißt die sogenannte Superclock mit der 256-fachen Wordclockfrequenz, was im Allgemeinen der internen Quarzfrequenz entspricht. Damit entfällt die PLL zur Taktrückgewinnung, das Signal wird direkt verwendet. Doch in der Praxis erweist sich Superclock als weitaus kritischer als Wordclock. Ein Rechtecksignal von mindestens 11 MHz an mehrere Geräte zu verteilen heißt mit Hochfrequenztechnologie zu kämpfen. Reflektionen, Kabelqualität, kapazitive Einflüsse - bei 44.1 kHz vernachlässigbare Faktoren, bei 11 MHz das Ende des Taktnetzwerkes. Zusätzlich ist zu bedenken, dass eine PLL nicht nur Jitter verursachen kann, sondern auch Störungen beseitigt, was an ihrer vergleichsweise langsamen Regelschleife liegt, die ab wenigen kHz wie ein Filter wirkt. Eine solche 'Entstörung' von sowohl Jitter als auch Rauschen fehlt der Superclock naturgemäß. Insgesamt konnte sich Superclock nicht durchsetzen.

Das tatsächliche Ende dieser Probleme bietet die **SteadyClock**-Technologie der M-Serie. Sie verbindet die Vorteile modernster und schnellster digitaler Technologie mit analoger Filtertechnik, und kann daher auch aus einer Wordclock von 44.1 kHz ein sehr jitterarmes Taktsignal von 22 MHz zurückgewinnen. Darüber hinaus wird sogar Jitter auf dem Eingangssignal stark bedämpft, so dass das rückgewonnene Taktsignal in der Praxis immer in höchster Qualität vorliegt.

12.3 Verkabelung und Abschlusswiderstände

Wordclock wird üblicherweise in Form eines Netzwerkes verteilt, also mit BNC-T-Adaptern weitergeleitet und mit BNC-Abschlusswiderständen terminiert. Als Verbindungskabel empfehlen sich fertig konfektionierte BNC-Kabel. Insgesamt handelt es sich um die gleiche Verkabelung wie sie auch bei Netzwerken in der Computertechnik üblich ist. Tatsächlich erhalten Sie entsprechendes Zubehör (T-Stücke, Abschlusswiderstände, Kabel) sowohl im Elektronik- als auch im Computerfachhandel, in letzterem aber üblicherweise in 50 Ohm Technik. Die für Wordclock verwendeten 75 Ohm stammen aus der Videotechnik (RG59).

Das Wordclocksignal entspricht idealerweise einem 5 Volt Rechteck mit der Frequenz der Samplerate, dessen Oberwellen bis weit über 500 kHz reichen. Sowohl die verwendeten Kabel als auch der Abschlusswiderstand am Ende der Verteilungskette sollten 75 Ohm betragen, um Spannungsabfall und Reflektionen zu vermeiden. Eine zu geringe Spannung führt zu einem Ausfall der Wordclock, und Reflektionen können Jitter oder ebenfalls einen Ausfall verursachen.

Leider befinden sich im Markt nach wie vor viele Geräte, selbst neuere Digitalmischpulte, die mit einem unbefriedigenden Wordclockausgang ausgestattet sind. Wenn der Ausgang bei Abschluss mit 75 Ohm auf 3 Volt zusammenbricht, muss man damit rechnen, dass ein Gerät, dessen Eingang erst ab 2,8 Volt arbeitet, nach 3 Metern Kabel bereits nicht mehr funktioniert. Kein Wunder, dass das Wordclocknetzwerk in manchen Fällen nur ohne Abschlusswiderstand wegen des insgesamt höheren Pegels überhaupt arbeitet.

Im Idealfall sind alle Ausgänge Wordclock-liefernder Geräte niederohmig aufgebaut, alle Wordclockeingänge dagegen hochohmig, um das Signal auf der Kette nicht abzuschwächen. Doch auch hier gibt es negative Beispiele, wenn die 75 Ohm fest im Gerät eingebaut sind und sich nicht abschalten lassen. Damit wird oftmals das Netzwerk mit zwei mal 75 Ohm stark belastet, und der Anwender zum Kauf eines speziellen Wordclockverteilers gezwungen. Ein solches Gerät ist in größeren Studios allerdings grundsätzlich empfehlenswert.

Der Wordclockeingang des M-32 DA enthält einen schaltbaren Abschlusswiderstand, und ist damit für maximale Flexibilität ausgelegt. Soll ein vorschriftsmäßiger Abschluss erfolgen, weil er das letzte Glied in einer Kette mehrerer Geräte ist, ist der Schalter in die Stellung 'Terminiert' zu bringen (siehe Kapitel 12.1).

Befindet sich der M-32 DA dagegen innerhalb einer Kette von mit Wordclock versorgten Geräten, so wird das Wordclocksignal mittels T-Stück zugeführt, und an der anderen Seite des T-Stückes zum nächsten Gerät mit einem weiteren BNC-Kabel weitergeführt. Beim letzten Gerät der Kette erfolgt dann die Terminierung in Form eines T-Stücks und eines 75 Ohm Abschlusswiderstandes (kurzer BNC-Stecker). Bei Geräten mit schaltbarem Abschlusswiderstand entfallen T-Stück und Abschlusswiderstand.

Aufgrund der einzigartigen SteadyClock-Technologie des M-32 DA empfiehlt es sich, das Eingangssignal nicht mittels T-Stück weiterzuschleifen, sondern den Wordclockausgang des Gerätes zu benutzen. Das Eingangssignal wird in diesem Fall dank SteadyClock sowohl von Jitter befreit, als auch im Fehlerfalle gehalten.

14. MIDI

Der M-32 DA besitzt einen Standard MIDI Ein- und Ausgang in Form je einer 5-pol DIN Buchse. Der MIDI I/O dient:

- der Fernsteuerung des M-32 DA, siehe Kapitel 9.1
- der Übertragung von MIDI Daten und Fernsteuerbefehlen per MADI, siehe Kapitel 9.2.

Bedienungsanleitung

M-32 DA
M-16 DA

- **Technische Referenz**

15. Technische Daten

15.1 Analoger Teil

Line Out, Klinke
- Maximaler Ausgangspegel: +21 dBu
- Ausgang: 6,3 mm Stereo-Klinke, servo-symmetrisch
- Ausgangsimpedanz: 75 Ohm
- Ausgangspegel schaltbar +13 dBu, +19 dBu @ 0 dBFS

Line Out, D-Sub
- Maximaler Ausgangspegel: +27 dBu
- Ausgang: D-Sub 25-polig, symmetrisch
- Ausgangsimpedanz: 150 Ohm
- Ausgangspegel schaltbar +13 dBu, +19 dBu, +24 dBu @ 0 dBFS

DA-Wandlung
- Auflösung: 24 Bit
- Rauschabstand (SNR) @ +24 dBu, 44.1 kHz: 115,0 dB RMS unbewertet, 118 dBA
- Rauschabstand (SNR) @ +19 dBu: 115 dB RMS unbewertet, 118 dBA
- Rauschabstand (SNR) @ +13 dBu: 115 dB RMS unbewertet, 118 dBA
- Frequenzgang @ 44.1 kHz, -0,5 dB: 5 Hz – 22 kHz
- Frequenzgang @ 96 kHz, -0,5 dB: 5 Hz – 34 kHz
- Frequenzgang @ 192 kHz, -1 dB: 5 Hz - 50 kHz
- THD: < -104 dB, < 0,00063 %
- THD+N: < -100 dB, < 0,001 %
- Übersprechdämpfung: > 110 dB

15.2 Digitale Eingänge

ADAT Optical
- 4 x TOSLINK, Format nach Alesis-Spezifikation
- Standard: 32 Kanäle 24 Bit, maximal 48 kHz
- S/MUX: 16 Kanäle 24 Bit 96 kHz
- S/MUX4: 8 Kanäle 24 Bit 192 kHz
- Bitclock PLL für perfekte Synchronisation auch im Varispeed-Betrieb
- Lock Range: 31,5 kHz – 50 kHz
- Jitter bei Sync auf Eingangsignal: < 1 ns
- Jitterunterdrückung: > 30 dB (2,4 kHz)

Word Clock
- BNC, nicht terminiert (10 kOhm)
- Schalter für interne Terminierung 75 Ohm
- Automatische Double/Quad Speed Detektion und Konvertierung zu Single Speed
- SteadyClock garantiert jitterarme Synchronisation auch im Varispeed-Betrieb
- Unempfindlich gegen DC-Offsets im Netzwerk
- Signal Adaptation Circuit: Signalrefresh durch Zentrierung und Hysterese
- Überspannungsschutz
- Pegelbereich: 1,0 Vss – 5,6 Vss
- Lock Range: 27 kHz – 200 kHz
- Jitter bei Sync auf Eingangsignal: < 1 ns
- Jitterunterdrückung: > 30 dB (2,4 kHz)

MADI

- Koaxial über BNC, 75 Ohm, nach AES10-1991
- hochempfindliche Eingangsstufe (< 0,2 Vss)
- Optisch über FDDI Duplex SC Connector
- 62,5/125 und 50/125 kompatibel
- Akzeptiert 56 Kanal und 64 Kanal Modus, sowie 96K Frame
- Single Wire: maximal 64 Kanäle 24 Bit 48 kHz
- Double Wire / 96K Frame: maximal 32 Kanäle 24 Bit 96 kHz
- Quad Wire: maximal 16 Kanäle 24 Bit 192 kHz
- Lock Range: 28 kHz – 54 kHz
- Jitter bei Sync auf Eingangsignal: < 1 ns
- Jitterunterdrückung: > 30 dB (2,4 kHz)

15.3 Digitale Ausgänge

MADI

- Koaxial über BNC, 75 Ohm, nach AES10-1991
- Ausgangsspannung 600 mVss
- Kabellänge koaxial bis zu 100 m
- Optisch über FDDI Duplex SC Connector
- 62,5/125 und 50/125 kompatibel
- Faserlänge optisch bis zu 2000 m
- Generiert 56 Kanal und 64 Kanal Modus, sowie 96K Frame
- Single Wire: maximal 64 Kanäle 24 Bit 48 kHz
- Double Wire / 96k Frame: maximal 32 Kanäle 24 Bit 96 kHz
- Quad Wire: maximal 16 Kanäle 24 Bit 192 kHz

Word Clock

- BNC
- Maximaler Pegel: 5 Vss
- Pegel bei Terminierung mit 75 Ohm: 4,0 Vss
- Innenwiderstand: 10 Ohm
- Frequenzbereich: 27 kHz – 200 kHz

15.4 Digitaler Teil

- Clocks: Intern, ADAT In, MADI In, Wordclock In
- Low Jitter Design: < 1 ns im PLL Betrieb, alle Eingänge
- Interne Clock: 800 ps Jitter, Random Spread Spectrum
- Jitterunterdrückung bei externer Clock: > 30 dB (2,4 kHz)
- Praktisch kein effektiver Jittereinfluss der Clock auf DA-Wandlung
- PLL arbeitet selbst mit mehr als 100 ns Jitter ohne Aussetzer
- Unterstützte Samplefrequenzen: 28 kHz bis zu 200 kHz

15.5 MIDI

- 16 Kanäle MIDI I/O
- 5-pol DIN Buchsen
- Galvanische Trennung über Optokoppler

MADI
- Unsichtbare Übertragung per User Bit des Kanals 56 (48K Frame)

15.6 Allgemeines

- Masse mit Rackohren (BxHxT): 483 x 88 x 242 mm
- Masse ohne Rackohren/Bügel (BxHxT): 436 x 88 x 236 mm
- Temperaturbereich: +5° bis zu +50° Celsius
- Relative Luftfeuchtigkeit: < 75%, nicht kondensierend

M-32 DA
- Stromversorgung: Internes Schaltnetzteil, 100 - 240 V AC, 40 Watt
- Typischer Leistungsbedarf: 23 Watt
- Maximaler Leistungsbedarf: < 30 Watt
- Gewicht: 3 kg

M-16 DA
- Stromversorgung: Internes Schaltnetzteil, 100 - 240 V AC, 40 Watt
- Typischer Leistungsbedarf: 15 Watt
- Maximaler Leistungsbedarf: < 20 Watt
- Gewicht: 2,5 kg

15.7 Firmware

Die M-Serie basiert intern auf programmierbarer Logik. Durch Neuprogrammierung eines kleinen Bausteines, eines sogenannten Flash-PROM, können Funktion und Verhalten des Gerätes jederzeit verändert werden.

Zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses Handbuches werden M-32 DA und M-16 DA mit der Firmware 1.5 ausgeliefert. Die Firmware-Version wird nach dem Einschalten des Gerätes auf den Level Metern für circa eine Sekunde angezeigt.

Firmware 1.5: Erstes Release

Firmware 2.1: Die Temperatur im Inneren des Gerätes kann per MIDI ausgelesen werden. Das Lüfterverhalten kann per MIDI verändert werden.

15.8 MADI User Bit Belegung

- RS-232: Kanäle 1 bis 9 (wird von der M-Serie durchgereicht)
- ADC: Kanal 19
- MIDI: Kanal 56 (48k) / 28 (96k)

15.9 Steckerbelegungen

D-Sub analoger Ausgang

Die D-Sub Buchsen der analogen Ausgänge sind nach Tascam Standard folgendermaßen belegt:

Kanal	1+	1-	2+	2-	3+	3-	4+	4-	5+	5-	6+	6-	7+	7-	8+	8-
D-Sub	24	12	10	23	21	9	7	20	18	6	4	17	15	3	1	14

GND liegt an den Pins 2, 5, 8, 11, 16, 19, 22, 25. Pin 13 ist unbeschaltet.

Die elektronische Ausgangsschaltung arbeitet nicht servosymmetrisch. Bei Anschluss unsymmetrischer Geräte ist daher darauf zu achten, dass der Pin 3 (-) frei bleibt.

Klinkenbuchsen analoger Ausgang

Die 6,3 mm Stereo-Klinkenbuchsen der analogen Ausgänge sind entsprechend internationalem Standard belegt:

Spitze = + (hot)
Ring = – (cold)
Schaft = Masse (GND)

Die servosymmetrische Schaltung erlaubt eine Verwendung von Mono-Klinkensteckern (unsymmetrisch) ohne Pegelverlust. Dies entspricht einem Stereo-Klinkenstecker, bei dem der Anschluss Ring mit Masse (GND) verbunden ist.

16. Technischer Hintergrund

16.1 Begriffserklärungen

Single Speed
Ursprünglicher Frequenzbereich von Digital Audio. Zum Einsatz kamen 32 kHz (Digitaler Rundfunk), 44.1 kHz (CD) und 48 kHz (DAT).

Double Speed
Verdopplung des ursprünglichen Samplefrequenzbereiches, um eine hochwertigere Audio- und Verarbeitungsqualität sicherzustellen. 64 kHz ist ungebräuchlich, 88.2 kHz wird trotz einiger Vorteile selten benutzt, 96 kHz ist weit verbreitet. Manchmal auch **Double Fast** genannt.

Quad Speed
Kontrovers diskutierte Vervierfachung des ursprünglichen Samplefrequenzbereiches, um eine Hi-End Audio- und Verarbeitungsqualität sicherzustellen. 128 kHz existiert faktisch nicht, 176.4 kHz wird selten benutzt, wenn dann kommt meist 192 kHz zum Einsatz.

Single Wire
Normale Übertragung der Audiodaten, wobei die effektive Samplefrequenz der tatsächlichen des digitalen Signals entspricht. Wird im Bereich 32 kHz bis 192 kHz eingesetzt. Manchmal auch **Single Wide** genannt.

Double Wire
Vor 1998 gab es überhaupt keine Receiver/Transmitter-Schaltkreise, welche mehr als 48 kHz empfangen oder senden konnten. Zur Übertragung höherer Samplefrequenzen wurde daher auf einer AES-Leitung statt zwei Kanälen nur noch einer übertragen, dessen ungerade und gerade Samples auf die ursprünglichen Kanäle Links/Rechts verteilt sind. Damit ergibt sich die doppelte Datenmenge, also auch doppelte Samplefrequenz. Zur Übertragung eines Stereo-Signales sind demzufolge zwei AES/EBU Ports erforderlich.

Das Prinzip von Double Wire ist heute Industrie-Standard, wird aber nicht immer so genannt. Weitere Namen sind **Dual AES**, **Double Wide**, **Dual Line** und **Wide Wire**. Die AES3 Spezifikation benutzt die ungebräuchliche Bezeichnung *Single channel double sampling frequency mode*. Bei Nutzung des ADAT Formates heißt das Verfahren S/MUX.

Double Wire funktioniert natürlich nicht nur mit Single Speed als Basis, sondern auch mit Double Speed. Beispielsweise benutzt das ProTools HD System, dessen AES Receiver/Transmitter nur bis 96 kHz arbeiten, das Double Wire Verfahren, um 192 kHz I/O zu realisieren. Aus vier Kanälen mit je 96 kHz entstehen dank Double Wire zwei Kanäle mit 192 kHz.

Quad Wire
Wie Double Wire, nur werden die Samples eines Kanals auf vier Kanäle verteilt. Geräte mit Single Speed Interface können so bis zu 192 kHz übertragen, benötigen aber zwei AES/EBU Ports um einen Kanal übertragen zu können. Auch **Quad AES** genannt.

S/MUX
Da die ADAT-Schnittstelle seitens der Interface-Hardware auf Single Speed begrenzt ist, kommt bis 96 kHz das Double Wire Verfahren zum Einsatz, wird jedoch allgemein mit S/MUX (Sample Multiplexing) bezeichnet. Ein ADAT Port überträgt damit vier Kanäle.

S/MUX4
Mit Hilfe des Quad Wire Verfahrens können bis zu zwei Kanäle bei 192 kHz über ADAT übertragen werden. Das Verfahren wird hier S/MUX4 genannt.

Hinweis: Alle Konvertierungen in den beschriebenen Verfahren sind verlustfrei, es werden nur die vorhandenen Samples zwischen den Kanälen verteilt oder zusammengeführt.

16.2 Lock und SyncCheck

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 M-32 DA ein ADAT- oder MADI-Signal angelegt, beginnt die entsprechende LED zu blinken. Das Gerät signalisiert LOCK, also ein gültiges, einwandfreies Eingangssignal (ist das Signal auch synchron leuchtet sie konstant, siehe unten).

Leider heißt Lock noch lange nicht, dass das empfangene Signal in korrekter Beziehung zur die Nutzdaten auslesenden Clock steht. Beispiel: Der M-32 DA steht auf internen 44.1 kHz (Clock Mode Master), und an den Eingang MADI ist ein Mischpult mit MADI-Ausgang angeschlossen. Die entsprechende LED wird sofort LOCK anzeigen, aber die Samplefrequenz des Mischpultes wird normalerweise im Mischpult selbst erzeugt (ebenfalls Master), und ist damit entweder minimal höher oder niedriger als die interne des M-32 DA. Ergebnis: Beim Auslesen der Nutzdaten kommt es regelmäßig zu Lesefehlern, die sich als Knackser und Aussetzer bemerkbar machen.

Auch bei der Nutzung mehrerer Eingänge ist ein einfaches LOCK unzureichend. Zwar lässt sich das obige Problem elegant beseitigen, indem der M-32 DA von Master auf AutoSync umgestellt wird (seine interne Clock ist damit die vom Mischpult gelieferte). Wird aber nun ein weiteres asynchrones Gerät angeschlossen, ergibt sich wiederum eine Abweichung der Samplefrequenz, und damit Knackser und Aussetzer.

Um solche Probleme auch optisch am Gerät anzuzeigen, enthält der M-32 DA **SyncCheck**®. Es prüft alle verwendeten Clocks auf *Synchronität*. Sind diese nicht zueinander synchron (also absolut identisch), blitzt die LED des asynchronen Eingangs. Sind sie jedoch vollständig synchron erlischt die LED, und nur die LED der aktuellen Clock-Quelle leuchtet. Im obigen Beispiel wäre nach Anstecken des Mischpultes sofort aufgefallen, dass die LED MADI aufblitzt.

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.

16.3 Latenz und Monitoring

Der Begriff **Zero Latency Monitoring** wurde 1998 von RME mit der DIGI96 Serie eingeführt und beschreibt die Fähigkeit, das Eingangssignal des Rechners am Digital-Interface direkt zum Ausgang durchzuschleifen. Seitdem ist die dahinter stehende Idee zu einem der wichtigsten Merkmale modernen Harddisk Recordings geworden. Im Jahre 2000 veröffentlichte RME zwei wegweisende Tech Infos zum Thema *Low Latency Hintergrund*, die bis heute aktuell sind: *Monitoring, ZLM und ASIO*, sowie *Von Puffern und Latenz Jitter*, zu finden auf der RME Website.

Wie Zero ist Zero?
Rein technisch gesehen gibt es kein Zero. Selbst das analoge Durchschleifen ist mit Phasenfehlern behaftet, die einer Verzögerung zwischen Ein- und Ausgang entsprechen. Trotzdem lassen sich Verzögerungen unterhalb bestimmter Werte subjektiv als Null-Latenz betrachten. Das analoge Mischen und Routen gehört dazu, RMEs Zero Latency Monitoring unseres Erachtens auch. RMEs digitale Receiver verursachen aufgrund unvermeidlicher Pufferung und nachfolgender Ausgabe über den Transmitter eine typische Verzögerung von 3 Samples über alles. Das entspricht bei 44.1 kHz etwa 68 µs (0,000068 s), bei 192 kHz noch 15 µs.

Oversampling
Während man die Verzögerung der digitalen Schnittstellen relativ vergessen kann, ist bei Nutzung der analogen Ein- und Ausgänge eine nicht unerhebliche Verzögerung vorhanden. Moderne Chips arbeiten mit 64- oder 128-facher Überabtastung und digitalen Filtern, um die fehlerbehafteten analogen Filter möglichst weit aus dem hörbaren Frequenzbereich zu halten. Dabei entsteht eine Verzögerung von circa 40 Samples, knapp einer Millisekunde. Ein Abspielen und Aufnehmen einer Spur über DA und AD (Loopback) führt so zu einem Offset der neuen Spur von circa 2 ms.

Die genauen Verzögerungen durch die DA-Wandlung beim M-32 DA sind:

Samplefrequenz kHz	**44.1**	**48**	**88.2**	**96**	**176.4**	**192**
DA (29 x 1/fs) ms	0,65	0,6	0,33	0,3	0,16	0,15

16.4 DS - Double Speed

Nach Aktivierung des *Double Speed Modus* arbeitet der M-32 DA mit doppelter Samplefrequenz. Die interne Clock 44.1 kHz wird zu 88.2 kHz, 48 kHz zu 96 kHz. Die interne Auflösung beträgt weiterhin 24 Bit.

Samplefrequenzen oberhalb 48 kHz waren nicht immer selbstverständlich – und konnten sich wegen des alles dominierenden CD-Formates (44.1 kHz) bis heute nicht auf breiter Ebene durchsetzen. Vor 1998 gab es überhaupt keine Receiver/Transmitter-Schaltkreise, welche mehr als 48 kHz empfangen oder senden konnten. Daher wurde zu einem Workaround gegriffen: statt zwei Kanälen überträgt eine AES-Leitung nur noch einen Kanal, dessen gerade und ungerade Samples auf die ursprünglichen Kanäle Links/Rechts verteilt werden. Damit ergibt sich die doppelte Datenmenge, also auch doppelte Samplefrequenz. Zur Übertragung eines Stereo-Signales sind demzufolge zwei AES/EBU-Anschlüsse erforderlich.

Diese Methode der Übertragung wird in der professionellen Studiowelt als *Double Wire* bezeichnet, und ist unter dem Namen *S/MUX (Sample Multiplexing)* auch in Zusammenhang mit der ADAT-Schnittstelle bekannt.

Erst im Februar 1998 lieferte Crystal die ersten 'Single Wire' Receiver/Transmitter, die auch mit doppelter Samplefrequenz arbeiteten. Damit konnten nun auch über nur einen AES/EBU Anschluss zwei Kanäle mit je 96 kHz übertragen werden.

Doch *Double Wire* ist deswegen noch lange nicht tot. Zum einen gibt es nach wie vor viele Geräte, die nicht mehr als 48 kHz beherrschen, z.B. digitale Bandmaschinen. Aber auch andere aktuelle Schnittstellen wie ADAT und TDIF nutzen weiterhin diesen Modus.

Da die ADAT-Schnittstelle seitens der Interface-Hardware keine Samplefrequenzen über 48 kHz ermöglicht, wird im DS-Betrieb vom M-32 DA automatisch das *Sample Multiplexing* aktiviert. Die Daten von zwei Kanälen werden nach folgender Tabelle in einen Kanal kombiniert:

ADAT Port	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**2**
DS Signal	**1/2**	**3/4**	**5/6**	**7/8**	**1/2**	**3/4**	**5/6**	**7/8**
Analog Out	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**

Da das Übertragen der Daten doppelter Samplefrequenz mit normaler Samplefrequenz (Single Speed) erfolgt, ändert sich am ADAT-Ausgang nichts, dort stehen also in jedem Fall nur 44.1 kHz oder 48 kHz an.

16.5 QS – Quad Speed

Eine Implementierung im ADAT-Format als doppeltes S/MUX (S/MUX4) ergibt nur noch 2 Kanäle pro optischem Ausgang. Nur wenige Geräte unterstützen diese Betriebsart.

Im QS-Betrieb wird vom M-32 DA automatisch das *Sample Multiplexing* aktiviert. Die Daten von vier Kanälen werden nach folgender Tabelle in einen Kanal kombiniert:

ADAT Port	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**
QS Signal	**1/2/3/4**	**5/6/7/8**	**1/2/3/4**	**5/6/7/8**	**1/2/3/4**	**5/6/7/8**	**1/2/3/4**	**5/6/7/8**
Analog Out	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**

Da das Übertragen der Daten vierfacher Samplefrequenz mit normaler Samplefrequenz (Single Speed) erfolgt, ändert sich am ADAT-Ausgang nichts, dort stehen also in jedem Fall nur 44.1 kHz oder 48 kHz an.

16.7 MADI Basics

MADI, das serielle **M**ultichannel **A**udio **D**igital **I**nterface, wurde auf Wunsch von mehreren Firmen bereits 1989 als Erweiterung des existierenden AES3-Standards definiert. Das auch als AES/EBU bekannte Format, ein symmetrisches Bi-Phase Signal, ist auf 2 Kanäle begrenzt. MADI enthält vereinfacht gesagt 28 solcher AES/EBU Signale seriell, also hintereinander, und kann dabei noch +/-12,5 % in der Samplefrequenz variieren. Dabei wird von einer Datenrate von knapp 100 Mbit/s ausgegangen, die nicht überschritten werden darf.

Da in der Praxis aber eher von einer festen Samplefrequenz ausgegangen werden kann, wurde im Jahre 2001 der 64-Kanal Modus offiziell eingeführt. Dieser erlaubt eine maximale Samplefrequenz von 48 kHz +ca. 1%, entsprechend 32 Kanälen bei 96 kHz, ohne die festgelegten 100 Mbit/s zu überschreiten. Die effektive Datenrate an der Schnittstelle beträgt aufgrund zusätzlicher Kodierung 125 Mbit/s.

Ältere Geräte verstehen und generieren daher nur das 56-Kanal Format. Neuere Geräte arbeiten häufig im 64-Kanal Format, stellen nach außen aber nur 56 Audiokanäle zur Verfügung. Der Rest wird zur Übertragung von Steuerbefehlen für Mischpultautomationen etc. verbraten. Dass es auch anders geht zeigt RME mit der unsichtbaren Übertragung von 16 MIDI Kanälen und des seriellen RS232 Datenstromes, wobei das 64-kanalige MADI-Signal weiterhin vollkommen kompatibel ist.

Zur Übertragung des MADI-Signals wurden bewährte Methoden und Schnittstellen aus der Netzwerktechnik übernommen. Unsymmetrische (koaxiale) Kabel mit BNC-Steckern und 75 Ohm Wellenwiderstand sind den meisten bekannt, preisgünstig und leicht beschaffbar. Wegen der kompletten galvanischen Trennung ist die optische Schnittstelle jedoch viel interessanter – für viele Anwender jedoch ein Buch mit 7 Siegeln, denn nur wenige haben jemals mit Schaltschränken voller professioneller Netzwerktechnik zu tun gehabt. Daher nachfolgend ein paar Erläuterungen zum Thema 'MADI optisch'.

- Die zu verwendenden Kabel sind Standard in der Computer-Netzwerktechnik. Daher sind sie auch alles andere als teuer, jedoch leider nicht in jedem Computer-Geschäft erhältlich.

- Die Kabel sind mit einer internen Faser von nur 50 oder 62,5 µm aufgebaut, sowie einer Umhüllung von 125 µm. Sie heißen daher Netzwerkkabel 62,5/125 oder 50/125, erstere meist blau, letztere meist orange. Obwohl nicht immer explizit erwähnt handelt es sich grundsätzlich um Glasfaserkabel. Plastik-Faser-Kabel (POF, Plastic Optical Fiber) sind in solch kleinen Durchmessern nicht zu fertigen.

- Die verwendeten Stecker sind ebenfalls Industrie-Standard, und heißen SC. Bitte nicht mit ST verwechseln, die ähnlich aussehen wie BNC-Stecker und geschraubt werden. Frühere Stecker (MIC/R) waren unnötig groß und werden daher praktisch nicht mehr verwendet.

- Die Kabel gibt es als Duplex-Variante (2 x 1 Kabel, meist nur an wenigen Stellen zusammengeschweißt), oder als Simplex (1 Kabel). Das Optomodul des M-32 DA unterstützt beide Varianten.

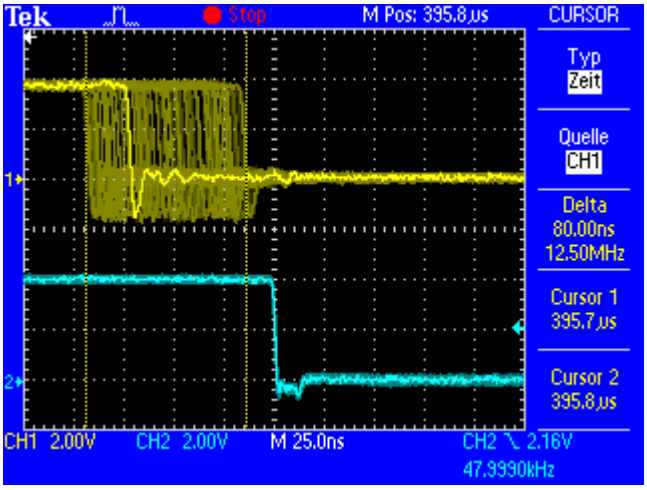
- Die Übertragungstechnik arbeitet im sogenannten Multimode-Verfahren, welches Kabellängen bis knapp 2 km erlaubt. Single Mode erlaubt weitaus größere Längen, nutzt mit 8 µm aber auch eine vollkommen anders dimensionierte Faser. Das optische Signal ist übrigens wegen der verwendeten Wellenlänge von 1300 nm für das menschliche Auge unsichtbar.

16.8 SteadyClock

Die SteadyClock Technologie des M-32 DA garantiert exzellentes Verhalten in allen Clock-Modi. Aufgrund der effizienten Jitterunterdrückung kann der M-32 DA jegliches Clocksignal säubern, auffrischen, und als Referenzclock am Wordclock-Ausgang bereitstellen.

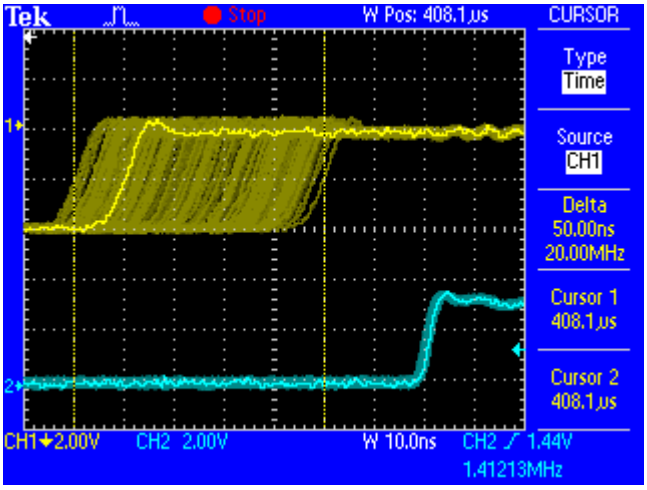
Üblicherweise besteht eine Clock-Sektion aus einer analogen PLL für externe Synchronisation, und verschiedenen Quarzen für interne Synchronisation. SteadyClock benötigt nur noch einen Quarz, dessen Frequenz ungleich der von Digital-Audio ist. Modernste Schaltungstechniken wie Hi-Speed Digital Synthesizer, Digital-PLL, 100 MHz Abtastfrequenz und analoge Filterung erlauben es RME, eine vollkommen neu entwickelte Clock-Technologie kosten- und platzsparend direkt im FPGA zu realisieren, deren Verhalten professionelle Wünsche befriedigt. Trotz ihrer bemerkenswerten Merkmale ist SteadyClock vergleichsweise schnell. Es lockt sich in Sekundenbruchteilen auf das Eingangssignal, folgt auch schnellen Varipitch-Änderungen phasengenau, und lockt sich direkt im Bereich 28 kHz bis 200 kHz.

SteadyClock wurde ursprünglich entwickelt, um aus der sehr stark schwankenden MADI-Clock, also dem Referenzsignal innerhalb des MADI-Datenstromes, eine stabile und saubere Clock zurückzugewinnen. Die in MADI enthaltene Referenz schwankt wegen der zeitlichen Auflösung von 125 MHz mit rund 80 ns. Eine übliche Clock hat dagegen weniger als 5 ns Jitter, eine sehr gute sogar weniger als 2 ns.



Im nebenstehenden Bild ist oben das mit 80 ns Jitter versehene MADI-Eingangssignal zu sehen (gelb). Dank SteadyClock wird daraus eine Clock mit weniger als 2 ns Jitter (blau).

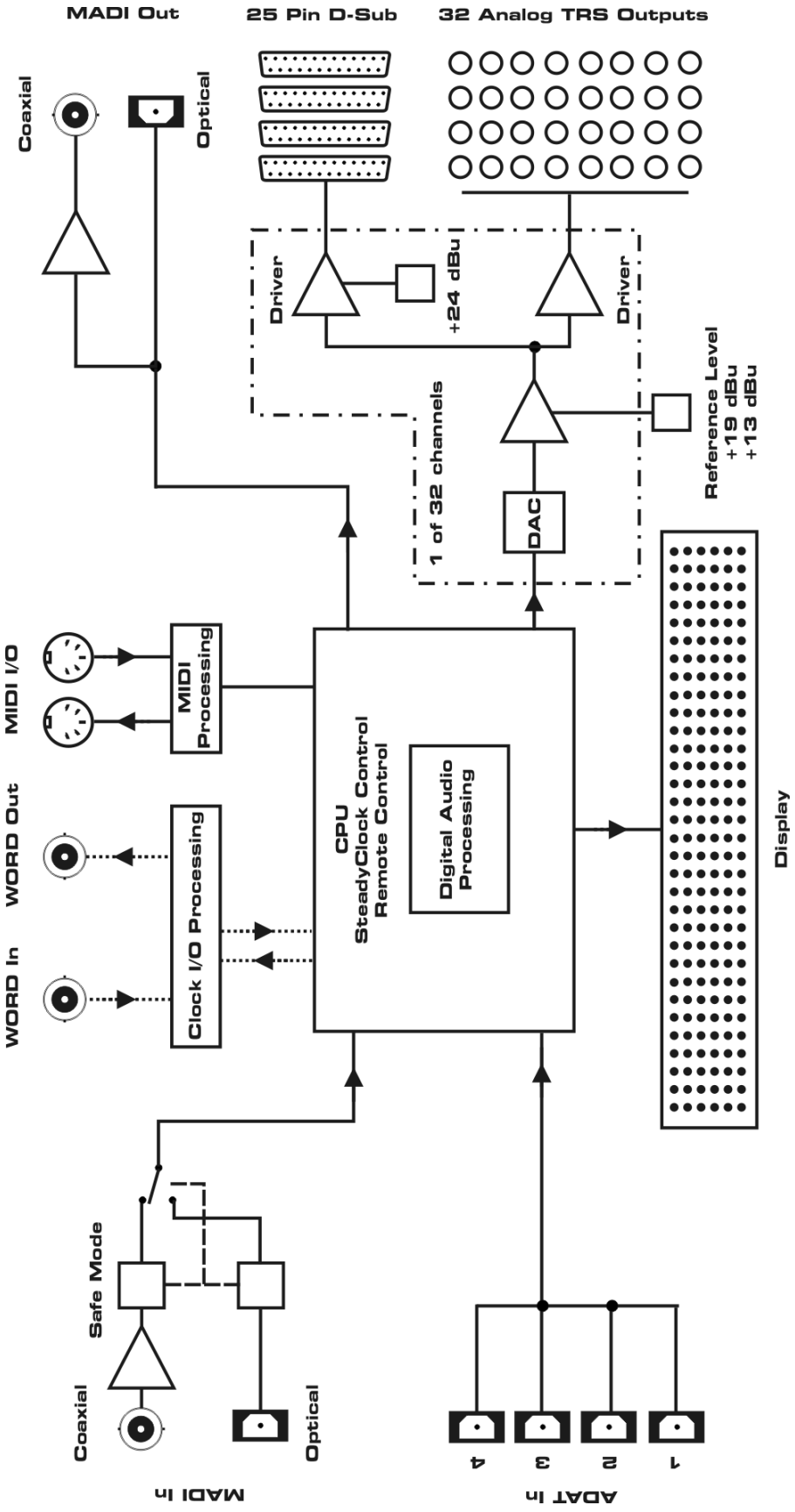
Mit den anderen Eingangssignalen des M-32 DA, Wordclock und ADAT, ist ein solch hoher Wert sehr unwahrscheinlich. Es zeigt aber, dass SteadyClock grundsätzlich in der Lage ist mit solch extremen Werten umzugehen.



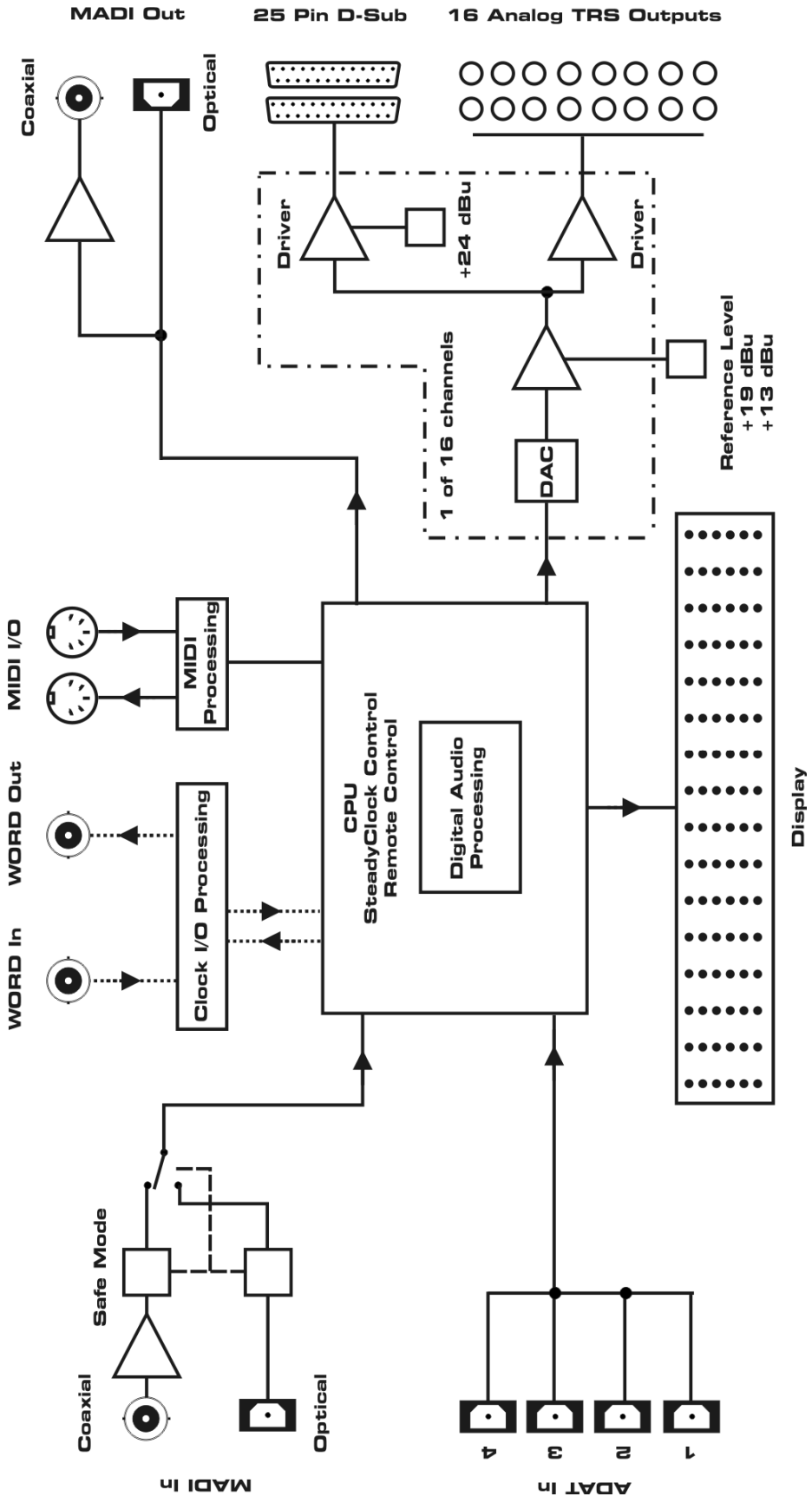
Im nebenstehenden Bild ist ein mit circa 50 ns extrem verjittertes Wordclock-Signal zu sehen (obere Linie, gelb). Auch hier bewirkt SteadyClock eine extreme Säuberung, die gefilterte Clock weist weniger als 2 ns Jitter auf (untere Linie, Blau).

Das gesäuberte und von Jitter befreite Signal kann bedenkenlos in jeglicher Applikation als Referenz-Clock benutzt werden. Das von SteadyClock prozessierte Signal wird natürlich nicht nur intern und bei der DA-Wandlung benutzt. Es dient auch zur Taktung der digitalen Ausgänge Word und MADI.

17. Blockschaltbild M-32 DA



18. Blockschaltbild M-16 DA



19. MIDI Implementation M-Serie

19.1 Basic SysEx Format

Value	Name
F0h	SysEx header
00h 20h 0Dh	MIDITEMP manufacturer ID
32h	Model ID (M-Series)
00h..7Eh, 7Fh	Bank number / device ID (7Fh = broadcast, all IDs)
mm	Message type
nn	Parameter number (see table 1)
oo	Data byte
F7h	EOX

Bank Number / Device ID
The lower nibble refers to the device ID (0..7), the higher nibble refers to the bank number (0..7), e. g. 25h means bank 2, device 5. 7Fh addresses all banks and all devices.

19.2 Message Types

Value	Name
10h	Request value
20h	Set value
30h	Value response

Request Value
Format: F0 00 20 0D 32 (bank no. / dev ID) 10 F7
This string triggers a complete dump of all value response data bytes including the level meter data.

Set Value
Sets any number of parameters.
nn / oo can be repeated freely.

Value Response
After being triggered by receiving a request value command, device sends a string of all value response data bytes. Message type is set to 30h.

19.3 Tabelle

No.	No.	Name	Set Val.	Val. Resp.	Data bytes
00h	0	settings byte 1	x	x	hex coded value of byte (see below)
01h	1	settings byte 2	x	x	hex coded value of byte (see below)
02h	2	settings byte 3	x	x	hex coded value of byte (see below)
03h	3	info byte 1		x	hex coded value of byte (see below)
04h	4	info byte 2		x	hex coded value of byte (see below)
05h	5	info byte 3		x	hex coded value of byte (see below)
06h	6	info byte 4		x	hex coded value of byte (see below)
07h	7	level ch 01		x	(see below)
08h	8	level ch 02		x	(see below)
09h	9	level ch 03		x	(see below)
0Ah	10	level ch 04		x	(see below)
0Bh	11	level ch 05		x	(see below)
0Ch	12	level ch 06		x	(see below)
0Dh	13	level ch 07		x	(see below)
0Eh	14	level ch 08		x	(see below)
0Fh	15	level ch 09		x	(see below)
10h	16	level ch 10		x	(see below)
11h	17	level ch 11		x	(see below)
12h	18	level ch 12		x	(see below)
13h	19	level ch 13		x	(see below)
14h	20	level ch 14		x	(see below)
15h	21	level ch 15		x	(see below)
16h	22	level ch 16		x	(see below)
17h	23	level ch 17		x	(see below)
18h	24	level ch 18		x	(see below)
19h	25	level ch 19		x	(see below)
1Ah	26	level ch 20		x	(see below)
1Bh	27	level ch 21		x	(see below)
1Ch	28	level ch 22		x	(see below)
1Dh	29	level ch 23		x	(see below)
1Eh	30	level ch 24		x	(see below)
1Fh	31	level ch 25		x	(see below)
20h	32	level ch 26		x	(see below)
21h	33	level ch 27		x	(see below)
22h	34	level ch 28		x	(see below)
23h	35	level ch 29		x	(see below)
24h	36	level ch 30		x	(see below)
25h	37	level ch 31		x	(see below)
26h	38	level ch 32		x	(see below)
27h	39	fan control		x	(see below)
28h	40	temperature		x	(see below)
29h	41	(reserved)		x	
30h	42	(reserved)		x	
31h	43	set device id	x		(response displays in header)

00h	0	settings byte 1	MSB / 7		0
			6		madi input: 0 = BNC, 1 = opt
			5		madi frame: 0 = 48k, 1 = 96k
			4		madi format: 0 = 56ch, 1 = 64ch
			3	MSB / 1	madi channels: 0 = 1ff, 1 = 16ff,
			2	LSB / 0	2 = 32ff, 3 = 48ff
			1		0
			LSB / 0		input madi / adat: 0 = madi, 1 = adat

01h	1	settings byte 2	MSB / 7		0
			6	MSB / 2	clock select: 0 = int 44.1, 1 = int 48, 2 = WCK
			5	1	clock select: 3 = MADI, 4 = ADAT
			4	LSB / 0	clock select
			3		clock out: 0 = Fs, 1 = always single speed
			2		follow clock: 0 = off, 1 = on
			1	MSB / 1	clock state: 0 = single speed, 1 = ds, 2 = qs
			LSB / 0	LSB / 0	clock state

02h	2	settings byte 3	MSB / 7		0
			6	MSB / 1	analog level: 0 = +13, 1 = +19, 2 = +24
			5	LSB / 0	analog level
			4		limiter: 0 = off, 1 = on
			3	MSB / 1	Peak Hold: 0 = off, 1 = auto reset,
			2	LSB / 0	Peak Hold: 2 = manual, 3 = reset (tx only)
			1		0
			LSB / 0		lock keys: 0 = unlock, 1 = lock

03h	3	info byte 1	MSB / 7		0
			6		MADI input override
			5		MADI lock
			4		MADI sync
			3		MADI input 96k frame
			2		MADI input 64ch
			1		model subtype: 0 = M-16, 1 = M-32
			LSB / 0		model subtype: 0 = AD, 1 = DA

04h	4	info byte 2	MSB / 7		0
			6		WCK lock
			5		WCK Input 192k
			4		WCK Input 96k
			3		0
			2		0
			1		ADAT Ref (AD) or 1 (DA) Sync: 0 = no sync, 1 = sync
			LSB / 0		ADAT Ref (AD) or 1 (DA) Lock: 0 = unlock, 1 = lock

05h	5	info byte 3	MSB / 7		0
			6		0
			5		ADAT 2 Sync: 0 = no sync, 1 = sync
			4		ADAT 2 Lock: 0 = unlock, 1 = lock
			3		ADAT 3 Sync: 0 = no sync, 1 = sync
			2		ADAT 3 Lock: 0 = unlock, 1 = lock
			1		ADAT 4 Sync: 0 = no sync, 1 = sync
			LSB / 0		ADAT 4 Lock: 0 = unlock, 1 = lock

06h	6	info byte 4	MSB / 7		0
			6		0
			5		0
			4		0
			3		0
			2		0
			1	MSB / 1	MIDI remote: 0 = off, 1 = DIN, 2 = MADI
			LSB / 0	LSB / 0	MIDI remote

	7..38	levelmeter data	MSB / 7		0
			6		Limiter state: 0 = idle, 1 = active
			5	MSB / 2	limiter reduction 000..111
			4	1	limiter reduction
			3	LSB / 0	limiter reduction
			2	MSB / 2	level 000..101 (AD), 000..110 (DA)
			1	1	Level
			LSB / 0	LSB / 0	Level

level steps:	AD	000	-oo
		001	-42
		010	-18
		011	-9
		100	-3
		101	Over
	DA	000	-oo
		001	-54
		010	-36
		011	-18
		100	-9
		101	-3
		110	0

limiter reduction:		000	< -1
		001	> -1
		010	> -3
		011	> -6
		100	> -9
		101	> -12
		110	> -15
		111	> -18

27h	39	fan control	MSB / 7		0
			6	MSB / 1	fan mode: 1 = silent, 2 = cool, 3 = normal
			5	LSB / 0	(fan mode) 0 = n. a.
			4	0	
			3	0	
		(fan speed is	2	MSB / 2	fan speed: 0..5, 0 = off, 5 = full speed,
		response only)	1	1	(fan speed) 1..4 = slower..faster
			LSB / 0	LSB / 0	(fan speed)

28h	40	temperature	MSB / 7		0
			6	MSB / 6	temperature in °C, binary value 0..127
			5	5	(temperature)
			4	4	(temperature)
			3	3	(temperature)
			2	2	(temperature)
			1	1	(temperature)
			LSB / 0	LSB / 0	(temperature)

Bedienungsanleitung

M-32 AD
M-16 AD

- **Anwendungsbeispiele**

20.1 Formate und Kanalzahl

Eine Multikanal-Aufnahme oder Wiedergabe mit PC oder Mac ist mit den Wandlern der M-Serie auf verschiedene Arten realisierbar. Zunächst stehen als Übertragungsformat sowohl **ADAT optical** als auch **MADI** zur Verfügung. Als Rechner-Interface bietet RME mehrere Lösungen:

- **HDSPe RayDAT**: PCI Express Karte mit 4 optischen Ein- und Ausgängen im ADAT Format (je 32 Kanäle In und Out). Bietet zusätzlich einen SPDIF I/O (Cinch) und einen AES/EBU I/O (XLR). Interner Mixer für freies Routen und Mischen aller I/Os.

- **HDSPe MADI**: PCI Express Karte mit koaxialem und optischem Ein- und Ausgang im MADI Format (je 64 Kanäle In und Out). Bietet zusätzlich einen analogen Stereo-Ausgang zwecks Monitoring. Interner Mixer für freies Routen und Mischen aller I/Os. Auch als PCI Version erhältlich (HDSP MADI).

- **HDSPe MADIface**: PCI ExpressCard für Notebooks, mit koaxialem und optischem Ein- und Ausgang im MADI Format (je 64 Kanäle In und Out). Interner Mixer für freies Routen und Mischen aller I/Os.

	ADAT – HDSPe RayDAT	**MADI – HDSPe MADI**
Allgemein	- Da ADAT weit verbreitet ist können auch viele andere Geräte an die HDSPe RayDAT angeschlossen werden - Kostengünstig bei geringer Kanalzahl - Mehr als 32 Kanäle erfordern eine zweite HDSPe RayDAT	- Spezialisierte Schnittstelle aus dem professionellen Bereich, daher nicht überall verfügbar - Kostengünstig bei hoher Kanalzahl - Mehr als 64 Kanäle erfordern eine zweite HDSPe MADI
Vergleich	- kurze Kabel (< 10m) - 8 Kanäle pro Kabel - Kabel nicht arretierbar - Keine serielle Verkabelung möglich - 32 Kanäle I/O erfordern bei 48 kHz insgesamt 8 Kabel zum Rechner	- Sehr lange Kabel (bis zu 2 km) - 64 Kanäle pro Kabel - Kabel arretierbar - Serielle Verkabelung möglich - 64 Kanäle I/O erfordern bei 48 kHz insgesamt 2 Kabel zum Rechner

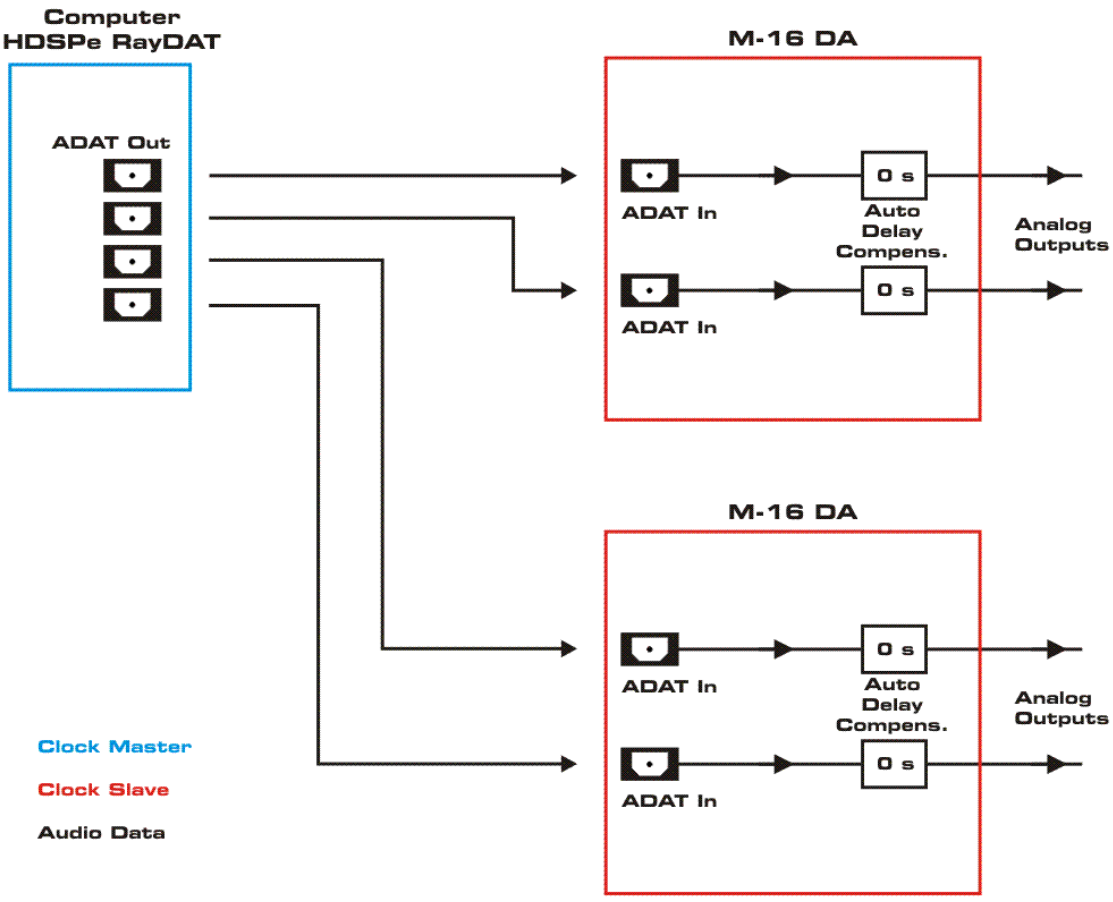
Die M-Serie kann – egal ob mit ADAT oder MADI – sehr flexibel eingesetzt werden. Alle vier Wandler lassen sich frei kombinieren, und erlauben daher verschiedenste Setups, ganz so wie es das aktuelle Budget oder die aktuelle Anwendung erfordern.

Die nachfolgenden Kapitel zeigen einige Anwendungsbeispiele mit Erklärungen zur Verkabelung.

20.2 Mehrkanal-Wiedergabe vom Computer

M-16 DA und M-32 DA sind frei kombinierbar. Es lassen sich daher 16, 32, 48, 64 (oder mehrfache davon) unterschiedliche Audiosignale von einem Computer wiedergeben.

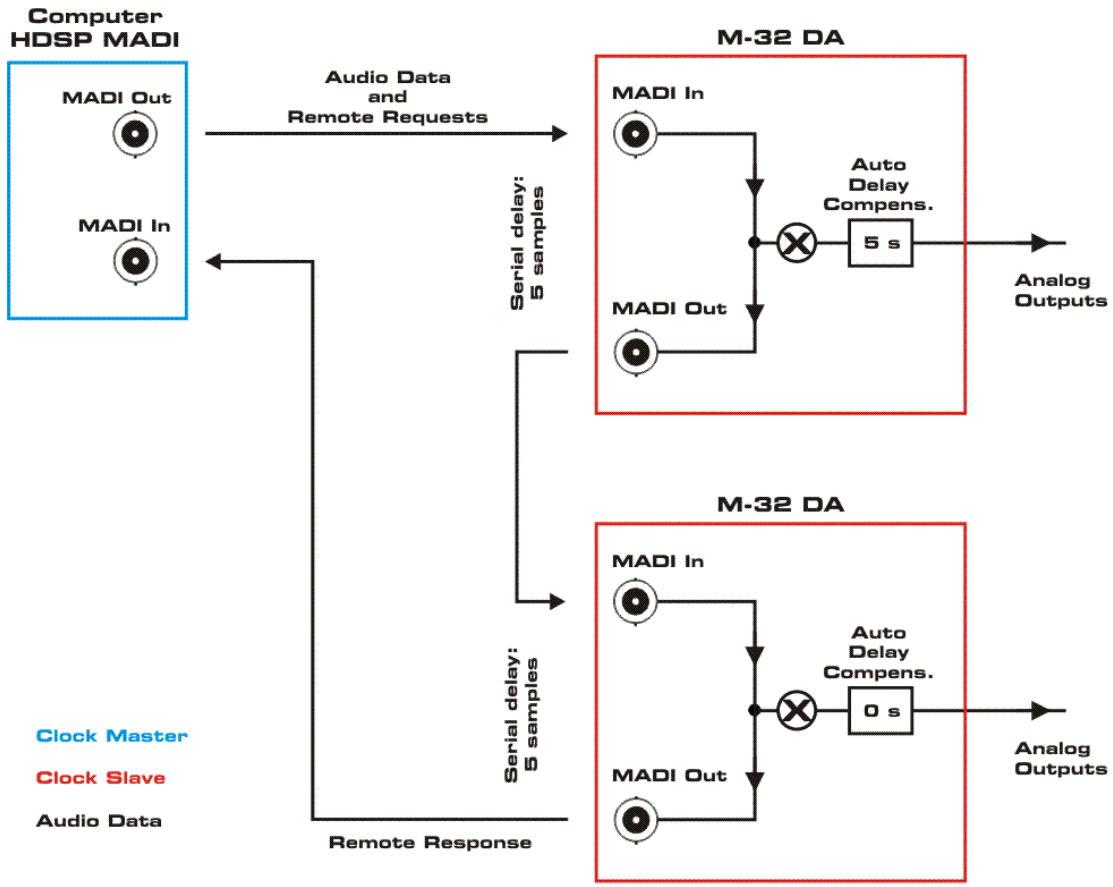
Bei Verwendung der HDSPe RayDAT werden die Wandler per ADAT optical mit der Karte verbunden. Es empfiehlt sich die Karte im Clock Mode Master zu betreiben, die Wandler alle auf das ADAT-Signal zu synchronisieren (Slave). Bei diesem Aufbau sind maximal 32 Kanäle mit maximal 2 M-16 DA möglich. Die Wiedergabe der Audiosignale ist zwischen den Geräten automatisch samplesynchon, da die RayDAT die Signale auf allen 4 Ports synchron ausspielt. Eine zusätzliche Wordclock-Verbindung zwischen RayDAT und Wandlern ist nicht erforderlich.



Bei Verwendung der HDSPe MADI werden die Wandler und die Karte seriell verbunden. RME empfiehlt die Verwendung optischer MADI-Kabel, da diese nicht nur eine nützliche galvanische Trennung zwischen den Geräten bewirken, sondern auch immun sind gegen jegliche Art von elektromagnetischer Störung.

Es empfiehlt sich die Karte im Clock Mode Master zu betreiben und die Wandler alle auf das MADI-Signal zu synchronisieren (Slave). Bei diesem Aufbau sind maximal 64 Kanäle mit maximal 4 M-16 DA möglich.

Die Wiedergabe der Audiosignale ist zwischen den Geräten trotz serieller Verkabelung samplesynchon, da die Wandler automatisch eine *Delay Compensation* aktivieren. Eine zusätzliche Wordclock-Verbindung zwischen HDSPe MADI und Wandlern ist nicht erforderlich.



20.3 Mehrkanal-Aufnahme mit dem Computer

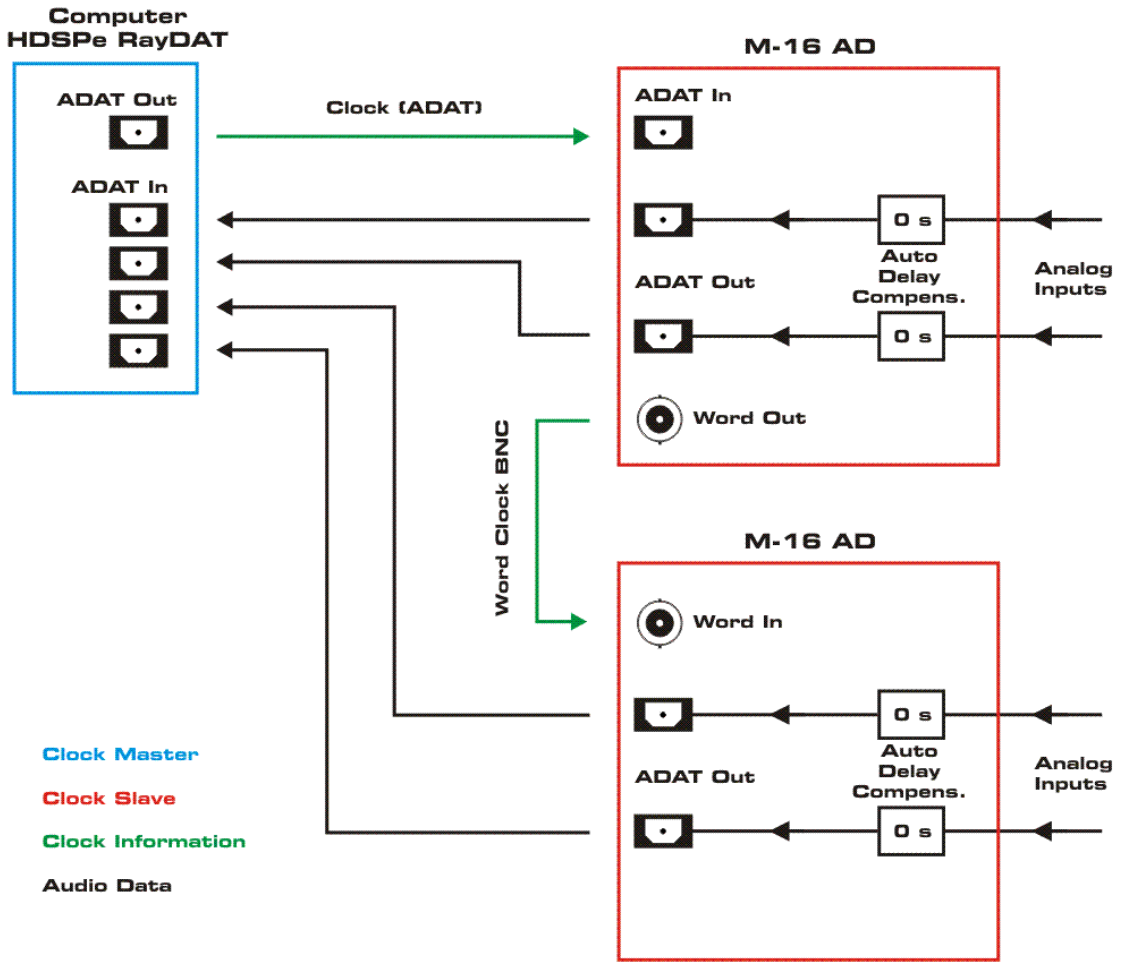
M-16 AD und M-32 AD sind frei kombinierbar. Es lassen sich daher 16, 32, 48, 64 (oder mehrfache davon) unterschiedliche Audiosignale von einem Computer aufnehmen.

Bei Verwendung der HDSPe RayDAT werden die Wandler per ADAT optical mit der Karte verbunden. Bei diesem Aufbau sind maximal 32 Kanäle mit maximal 2 M-16 AD möglich.

Das Clocking ist auf verschiedene Weise möglich. Es empfiehlt sich die Karte im Clock Mode Master zu betreiben, die Wandler als Slave.

1 M-16 AD. Als Clockquelle kann ein unbenutzter ADAT-Ausgang der RayDAT dienen. Falls das Word Clock Modul der RayDAT vorhanden ist kann auch dessen Wordclock-Signal dem Wandler als Clockquelle dienen.

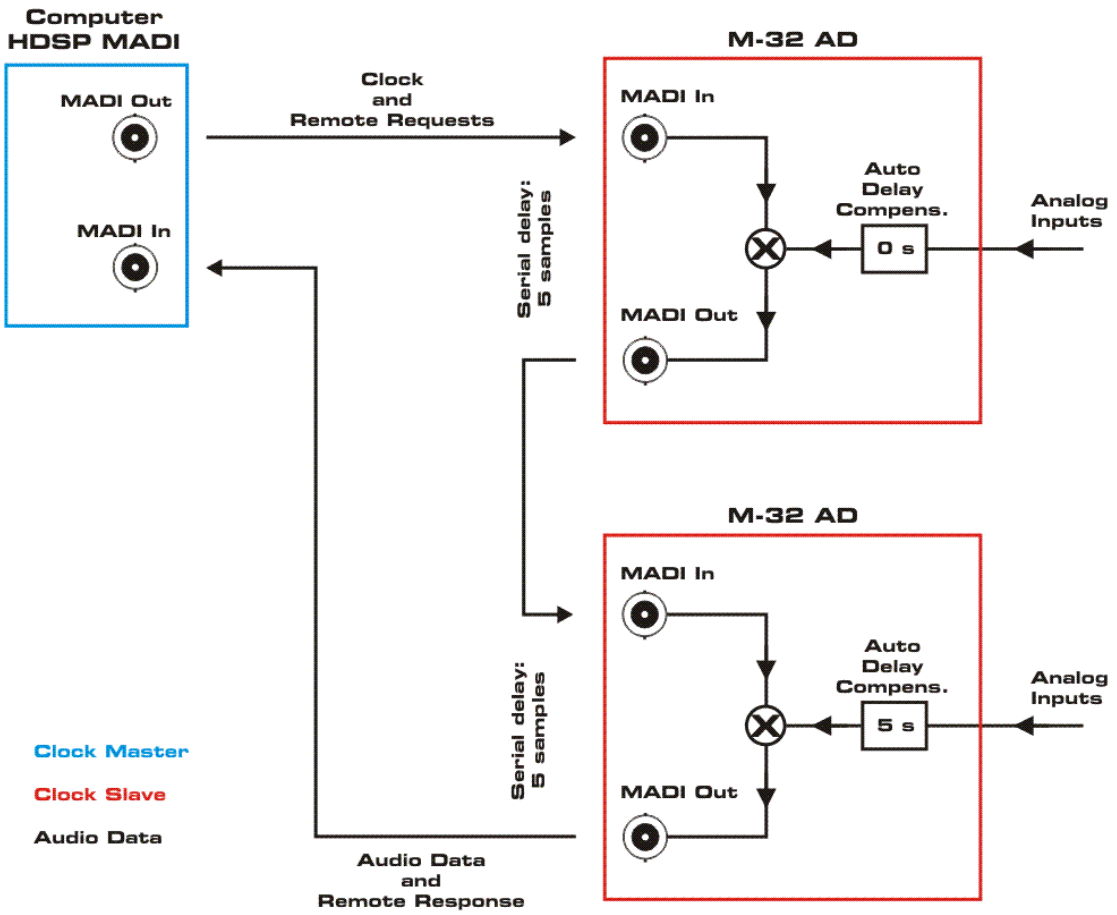
2 M-16 AD. Dem ersten AD dient – wie oben – ein unbenutzter ADAT-Ausgang der RayDAT als Clockquelle. Der Word Out des ersten Wandlers wird mit dem Word In des zweiten Wandlers verbunden, und dieser auf Word als Clockquelle gestellt. Das funktioniert genauso wenn das WCM der RayDAT vorhanden ist, es muss also nur eine Wordclock-Leitung von der Karte zu den Wandlern gelegt werden.



Bei Verwendung der HDSPe MADI werden die Wandler und die Karte seriell verbunden. RME empfiehlt die Verwendung optischer MADI-Kabel, da diese nicht nur eine nützliche galvanische Trennung zwischen den Geräten bewirken, sondern auch immun sind gegen jegliche Art von elektromagnetischer Störung.

Es empfiehlt sich die Karte im Clock Mode Master zu betreiben und die Wandler alle auf das MADI-Signal zu synchronisieren (Slave). Bei diesem Aufbau sind maximal 64 Kanäle mit maximal 4 M-16 AD möglich.

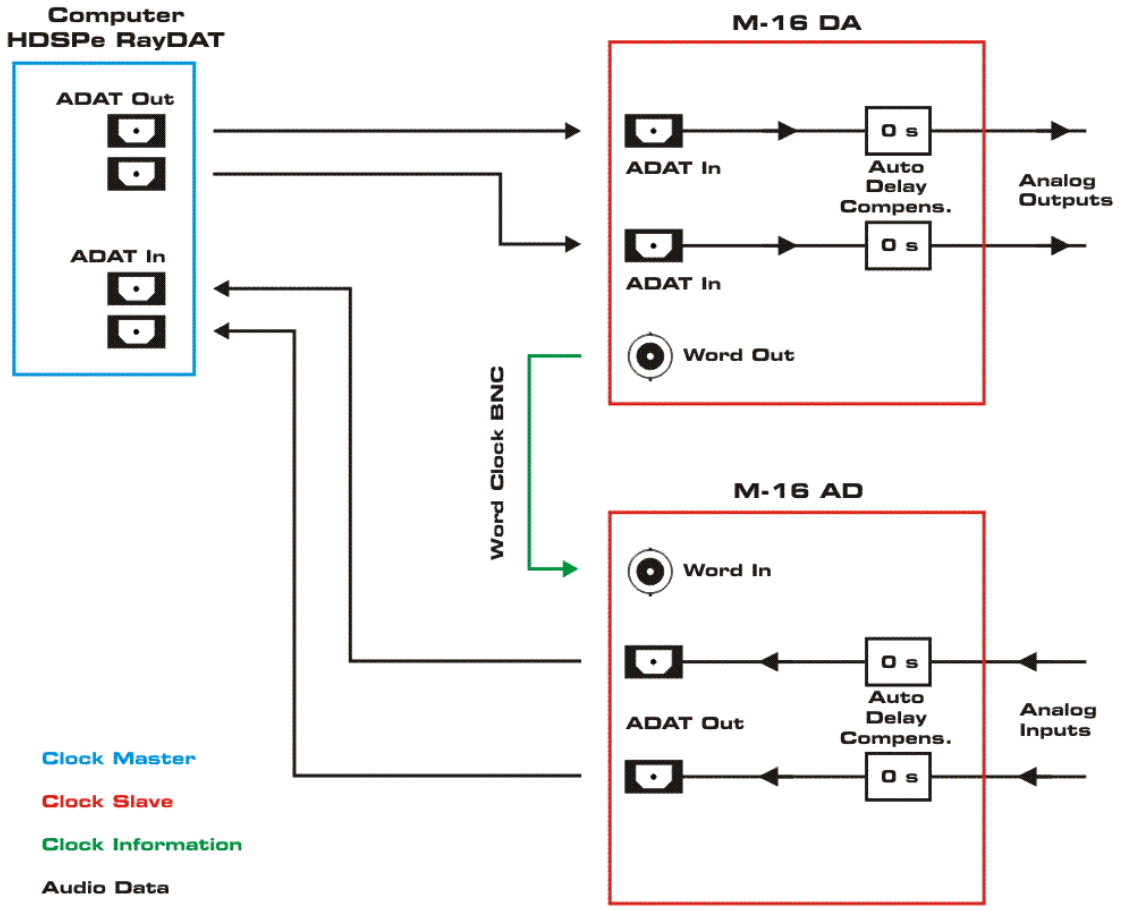
Die Aufnahme der Audiosignale ist zwischen den Geräten trotz serieller Verkabelung samplesynchon, da die Wandler automatisch eine *Delay Compensation* aktivieren. Eine zusätzliche Wordclock-Verbindung zwischen HDSPe MADI und Wandlern ist nicht erforderlich.



20.4 Mehrkanal-Aufnahme und Wiedergabe mit dem Computer

Die Wandler der M-Serie sind frei kombinierbar. Es lassen sich daher 16, 32, 48, 64 (oder mehrfache davon) unterschiedliche Audiosignale von einem Computer aufnehmen und wiedergeben. Aufnahme- und Wiedergabeseite müssen nicht über eine identische Kanalzahl verfügen.

Bei Verwendung der HDSPe RayDAT erfolgt das Clocking der DA-Wandler wie bei reiner Wiedergabe über deren ADAT-Eingang. Das Clocking der AD-Wandler erfolgt über den Word Out des DA-Wandlers. Es ist also weder das WCM notwendig, noch wird ein ADAT-Port geopfert. Es stehen bis zu 32 Kanäle Aufnahme und Wiedergabe gleichzeitig zur Verfügung. Eine zusätzliche Wordclock-Verbindung zwischen RayDAT und Wandlern ist nicht erforderlich.



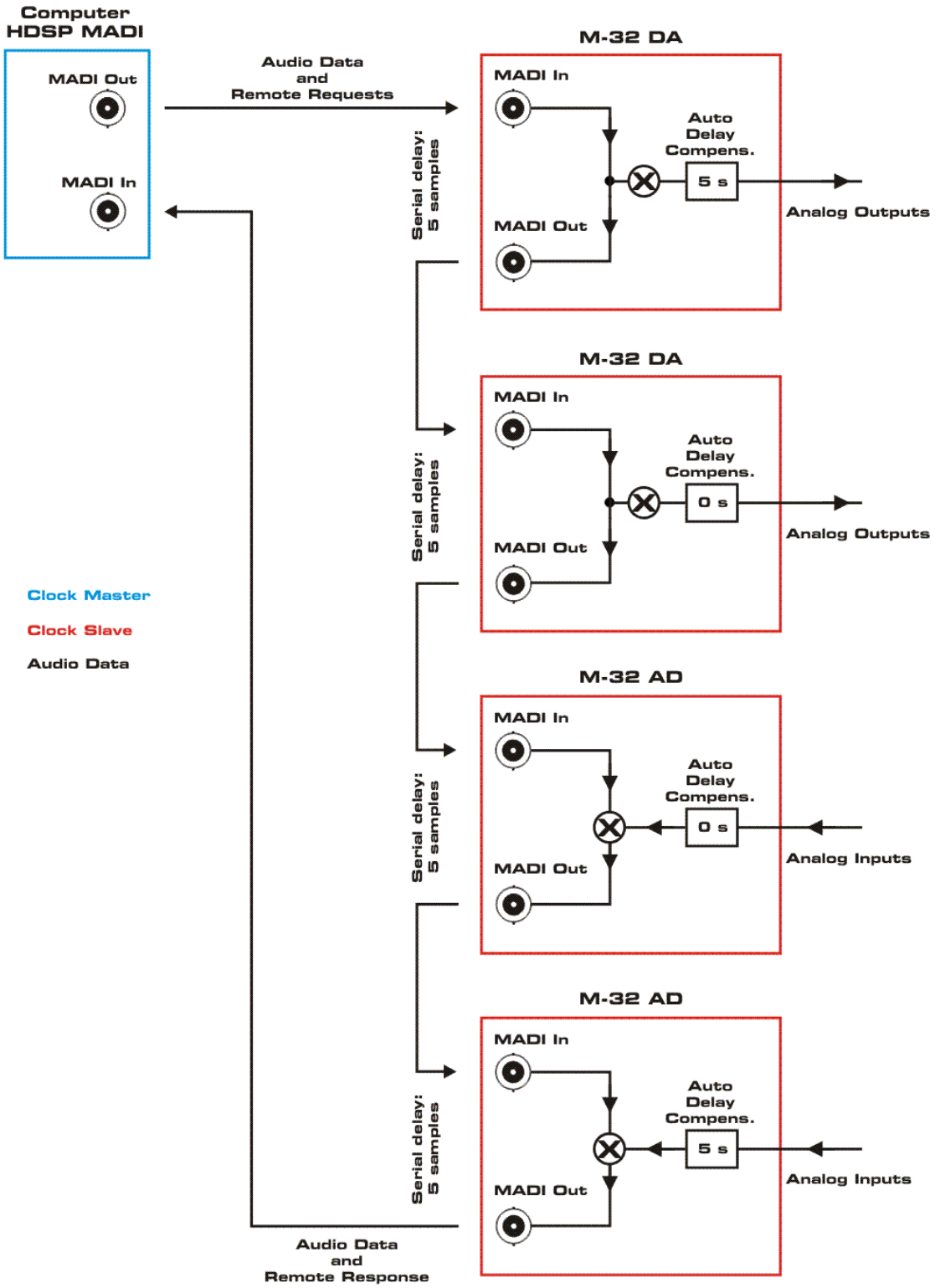
Bei Verwendung der HDSPe MADI werden die Wandler und die Karte seriell verbunden. RME empfiehlt die Verwendung optischer MADI-Kabel, da diese nicht nur eine nützliche galvanische Trennung zwischen den Geräten bewirken, sondern auch immun sind gegen jegliche Art von elektromagnetischer Störung.

Es empfiehlt sich die Karte im Clock Mode Master zu betreiben und die Wandler alle auf das MADI-Signal zu synchronisieren (Slave). Bei diesem Aufbau sind maximal 64 Kanäle Aufnahme mit maximal 4 M-16 AD und 64 Kanäle Wiedergabe mit maximal 4 M-16 DA möglich.

Aufnahme und Wiedergabe der Audiosignale ist zwischen den Geräten trotz serieller Verkabelung jeweils samplesynchon, da die Wandler automatisch eine *Delay Compensation* aktivieren. Eine zusätzliche Wordclock-Verbindung zwischen HDSPe MADI und Wandlern ist nicht erforderlich.

Hinweis: Die Delay Compensation arbeitet getrennt für AD- und DA-Wandler. Sie funktioniert nur wenn AD- und DA-Wandler geordnet seriell verkabelt sind. Ein DA zwischen zwei AD (und umgekehrt) verhindert eine Erkennung gleicher Geräte und damit die Aktivierung der Delay Compensation.

Korrekte Verkabelung
Der korrekte Aufbau eines Racks bezogen auf serielle Verkabelung ist nicht AD-Wandler oben und DA-Wandler unten, sondern umgekehrt. Sollen die AD-Wandler oben im Rack verbleiben, muss man sich daran gewöhnen, dass die Verkabelung im Rack quasi von unten nach oben erfolgt. Dies gilt nicht nur für das hier vorgestellte AD/DA-Breakout, sondern auch für das folgende Kapitel. Auf den MADI-Ausgang der Karte muss ein DA-Wandler folgen. Das fällt bei Nutzung aller 64 Kanäle ganz automatisch auf, da sich die Kanäle bei anderer Reihenfolge sonst gegenseitig überschreiben.


Computer
HDSP MADI
MADI Out
MADI In
Audio Data
and
Remote Requests
Serial delay:
5 samples
M-32 DA
MADI In
Auto
Delay
Compens.
5 s
MADI Out
Analog Outputs
M-32 DA
MADI In
Auto
Delay
Compens.
0 s
MADI Out
Analog Outputs
Clock Master
Clock Slave
Audio Data
M-32 AD
MADI In
Auto
Delay
Compens.
0 s
MADI Out
Analog Inputs
M-32 AD
MADI In
Auto
Delay
Compens.
5 s
MADI Out
Analog Inputs
Audio Data
and
Remote Response

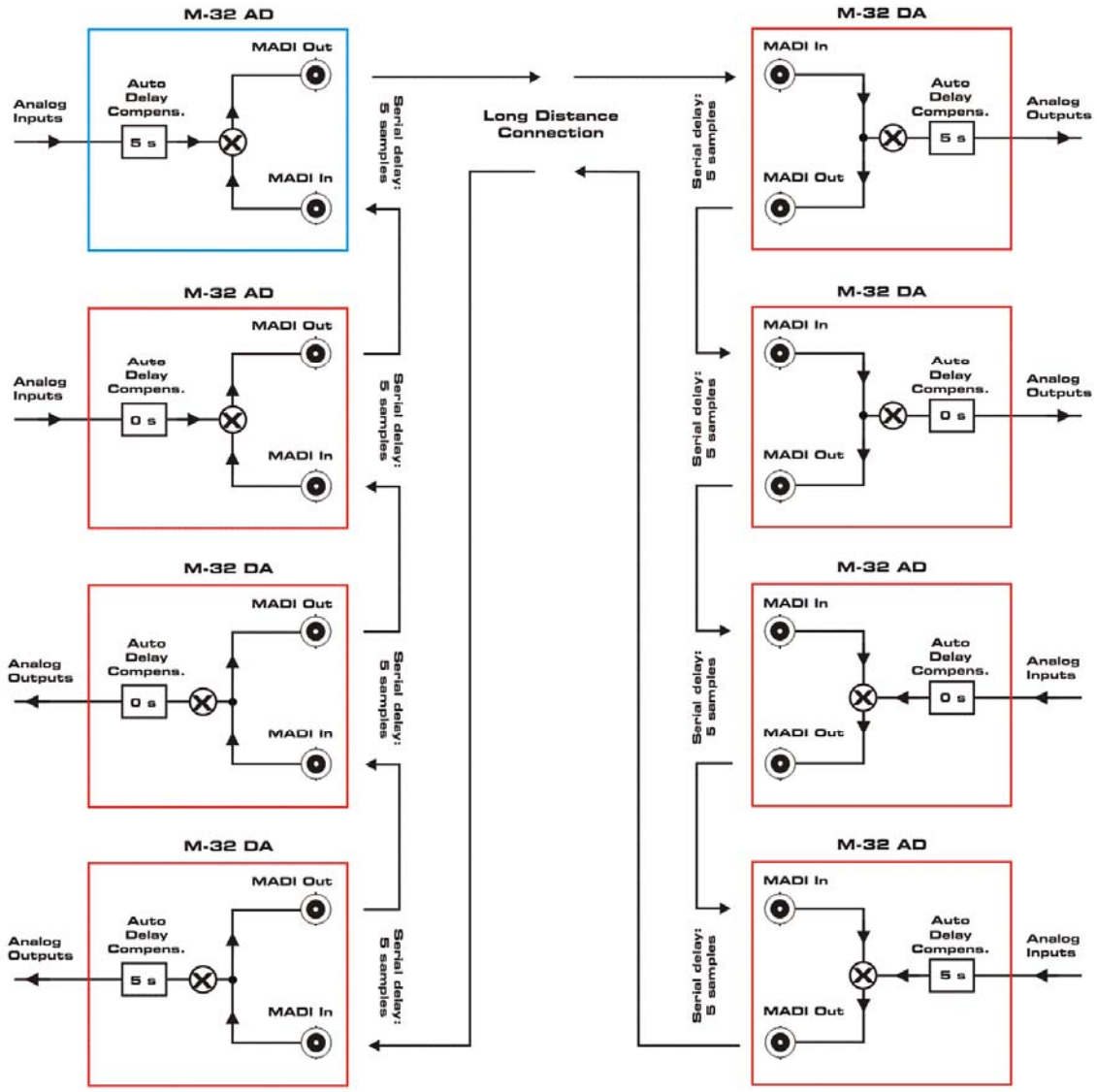
20.5 Digitales Multicore

Die Wandler der M-Serie sind dank optischem MADI hervorragend dazu geeignet, ein analoges Multicore nachzubilden. Das hat eine ganze Reihe Vorteile:

- keine große und schwere Kabeltrommel
- bis zu 64 Kanäle bi-direktional mit einer Doppelader
- Flexibles Setup
- Übertragung von MIDI-Signalen integriert

Bühne und FOH müssen nicht über eine identische Kanalzahl verfügen. Beispielsweise können 16 Kanäle zur Bühne gesendet werden, während die Bühne 64 Kanäle zum FOH schickt.

Das Multicore besteht aus einer MADI-Ringverkabelung mit allen benötigten Wandlern. Innerhalb der Kette wird ein Gerät mit interner Clock betrieben, alle anderen synchronisieren sich auf ihr MADI-Eingangssignal.



Die Audiosignale sind zwischen den Geräten trotz serieller Verkabelung jeweils samplesynchon, da die Wandler automatisch eine *Delay Compensation* aktivieren.

Hinweis: Die Delay Compensation arbeitet getrennt für AD- und DA-Wandler. Sie funktioniert nur wenn AD- und DA-Wandler geordnet seriell verkabelt sind. Ein DA zwischen zwei AD (und umgekehrt) verhindert eine Erkennung vorheriger gleicher Geräte und damit die Aktivierung der Delay Compensation.

Korrekte Verkabelung
Der korrekte Aufbau eines Racks bezogen auf serielle Verkabelung ist nicht AD-Wandler oben und DA-Wandler unten, sondern umgekehrt. Sollen die AD-Wandler oben im Rack verbleiben, muss man sich daran gewöhnen, dass die Verkabelung im Rack quasi von unten nach oben erfolgt. Dies gilt nicht nur für das hier vorgestellte Multicore, sondern auch für das vorherige Kapitel.

Auf den AD-Wandler einer Seite muss ein DA-Wandler der anderen Seite folgen. Das fällt bei Nutzung aller 64 Kanäle ganz automatisch auf, da sich die Kanäle bei falscher Verkabelung sonst gegenseitig überschreiben.

20.6 Mehrfache Ausspielung

Der MADI-Eingang der DA-Wandler dient als Quelle der zu wandelnden Audiodaten, aber auch als Durchschleifeingang. Da ein M-32 DA oder M-16 DA nicht alle 64 Kanäle des MADI-Signals wandelt, schleift das Gerät alle Kanäle des MADI-Eingangssignals zum MADI-Ausgang durch. So lassen sich über zusätzliche M-32 DA oder M-16 DA weitere Kanäle wandeln. M-32 DA und M-16 DA lassen sich bis zum Maximum von 64 Kanälen frei kombinieren: Ein M-32 DA mit einem oder zwei M-16 DA ist genauso möglich wie bis zu vier M-16 DA.

Im Gegensatz zu den ADs erfolgt bei den DAs ein komplettes Durchschleifen, die Daten werden zwar abgegriffen, aber nicht durch andere ersetzt.

Da MADI große Distanzen überbrückt können daher die gleichen Kanäle an einem anderen Ort erneut gewandelt werden, so dass das gleiche Signal elektrisch getrennt an mehreren Orten zur Verfügung steht. Die Kanalauswahl dazu erfolgt komfortabel und unmissverständlich direkt auf der Front.

Der jeweils genutzte 16er- oder 32er-Block wird auf der Frontplatte mit dem Taster MADI IN festgelegt.