

((STUDIO-ZONE))

► Wordclock



Der Mutec MC-3 bietet neben Wordclock-Ausgängen auch S/PDIF und AES-EBU-Anschlüsse

Wordclock gehört zu den eher ungeliebten Themen im Studioalltag und wird deshalb gerne gemieden. Doch eine Vernachlässigung dieser Materie kann zu einer äußerst unangenehmen Fehlerquelle in der gesamten digitalen Audioverarbeitung führen.

Während schon in großen Tonstudios die ein oder andere unsaubere Wordclock-Verbindung selbst studierte Toningenieur vor schwierige Probleme stellte, wissen viele Homestudiobetreiber erst gar nicht, was sie mit diesem Begriff anfangen sollen. Dabei stellt sie eine wesentliche Grundvoraussetzung der gesamten digitalen Audiotechnik dar. In jeder digitalen Audiokomponente steuert eine Wordclock sämtliche Bearbeitungs- und Übertragungsvorgänge und stellt somit die eindeutige Zuordnung der einzelnen Datenbits auf der Zeitachse sicher. Dementsprechend lässt sich der Begriff Wordclock mit Arbeits- oder Übertragungs-Takt übersetzen.

Die häufigsten Fehler im Umgang mit der Wordclock entstehen, sobald zwei oder mehr digitale Geräte miteinander verbunden werden. Anders als bei analogen Audioverbindungen reicht die alleinige Übermittlung der Audiodaten nicht aus. Um eine exakte Übertragung der Audiodaten zu gewährleisten, müssen die Audiogeräte miteinander synchronisiert werden. Dies

wird erreicht, indem jede einzelne Audiokomponente mit derselben Wordclock getaktet wird. In einem digitalen Zusammenschluss muss eines der Geräte als Taktgeber („Master“) dienen und alle weiteren Komponenten (Taktempfänger/„Slaves“) mit seiner Clock versorgen. Nicht synchronisierte Digitalverbindungen erzeugen Artefakte und Aussetzer im Signalweg. Vom Laien wird dieses Knacksen oft fälschlicherweise als CPU-Überlastungen des Computers interpretiert. Einige Studiogeräte verweigern ohne gültige Wordclock sogar ganz den Datenaustausch.

Um seine digitalen Studio-Komponenten gemeinsam per Wordclock zu takten, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Die gebräuchlichsten Schnittstellenformate wie S/PDIF, AES/EBU, ADAT, TDIF und auch MADI sind sozusagen selbsttaktend. Neben den maximal 24 Bit für die Audio-Informationen enthält jeder übertragene Datenblock weitere User- und Kontrollbits, die es dem empfangenen Gerät ermöglichen, korrekt auf das eingehende Signal zu locken. Diese Methode kennt der eine oder andere auch von seiner digitalen Hifi- oder Surround-Anlage im Wohnzimmer. Der Verstärker ist von Werk aus als Slave ausgelegt und holt sich seinen Arbeitstakt aus dem eingehenden Signal des DVD- oder CD-Players. Auch im Studiobereich

ist diese Methode prinzipiell ausreichend. In der Praxis kann sie sich aber als unflexibel erweisen und bei der gleichzeitigen Benutzung mehrerer Geräte zu Schwierigkeiten führen. Beispielsweise wenn man seine ADAT-Soundkarte mit zwei Analog-Digital Wandlern verbinden möchte, welche keinen digitalen Eingang besitzen. Um diese Probleme zu lösen, besitzen die meisten professionellen digitalen Audiogeräte einen separaten Wordclock-Ein- und Ausgang.

Der Anschluss für die zusätzliche Wordclock-Leitung ist standardmäßig als BNC-Buchse ausgeführt. Die Verkabelung erfolgt üblicherweise wie bei Netzwerken in der Computertechnik. Als Verbindungskabel empfehlen sich fertig konfektionierte BNC-Kabel, die einen Wellenwiderstand von 75 Ohm haben müssen. Weiterhin benötigt man BNC-T-Adapter und Abschlusswiderstände (75 Ohm).

Bei der seriellen Verkabelung (oder auch „Daisy-Chain“) schließt man am Wordclock-Ausgang des taktgebenden Gerätes (Master) ein BNC-Kabel an und verbindet das andere Ende mit einem T-Stück-Adapter. Ein Ende des T-Stückes wird nun mit dem Wordclock-Eingang des nächsten Gerätes in der Kette verbunden, während das andere Ende wiederum über ein weiteres BNC-Kabel zum Wordclock-Eingang der nächsten Komponente weiterge-

ben wird. Dieser Vorgang wird für jedes Gerät weitergeführt. Jedoch sollten Sie nicht mehr als drei Geräte hintereinanderschalten oder am gleichen Wordclock-Ausgang angeschlossen haben. Wichtig ist, dass bei der Wordclock-Leitung mit dem letzten Glied in der Kette die Verbindung terminiert wird. Dafür steckt man an das freie Ende des letzten T-Stückes kein weiteres BNC-Kabel, sondern einen so genannten 75 Ohm Abschlusswiderstand (kurzer BNC-Stecker). Alternativ bieten einige Geräte eine interne Terminierung an, die man per Schalter, Jumper oder Software aktiviert. Eine Verteilungskette, die an einem Ende nicht oder mit einem falschen Widerstand terminiert wird, kann einen Spannungsabfall und Reflexionen in der Leitung verursachen. Eine zu geringe Spannung führt zu einem Ausfall der Wordclock und Reflexionen können ein verstärktes Jitter (Phasenrauschen) und ebenfalls einen Ausfall herbeiführen. Neben der beschriebenen Daisy-Chain gibt es auch die Möglichkeit der sternförmigen Verkabelung. Das bedeutet, dass direkt an den Wordclock-Ausgang des Taktgebers ein Verteiler sitzt und jedes Gerät separat mit diesem verbunden und terminiert wird. Praktisch ist dies vor allem bei einem Verbund von einem Master mit nur zwei Slaves, wobei ein T-Stück als Verteiler zum Einsatz kommt.

In der Praxis muss man sich nicht zwangsweise für eine Taktform entscheiden. Auch wenn das Synchronisieren über die Wordclock-Leitung als zuverlässiger und präziser gilt, bedeutet dies nicht, dass man sie nicht auch mit der selbsttaktenden Methode kombinieren kann. Teilweise ist dies sogar notwendig. Nehmen wir folgende



BNC-T-Adapter

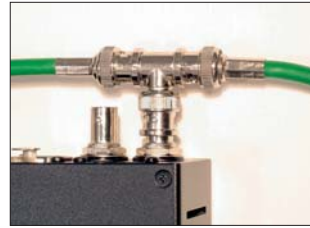
FOTO: HERSTELLER/VERTIEB

Studiosituation als Beispiel: Als Aufnahme- und Wiedergabegerät wird mit einem Rechner gearbeitet, auf dem ein Sequencer und eine Soundkarte installiert ist. Diese besitzt neben den analogen Ein- und Ausgängen zusätzlich eine ADAT-, sowie eine S/PDIF-Schnittstelle. An dem ADAT-Eingang der Karte ist eine digitale achtkanalige Mikrofonvorstufe angeschlossen und an dem ADAT-Ausgang ein digitaler Mixer. Wir entschließen uns, die Soundkarte als Master zu nutzen. Da die Mikrofonvorstufe nur ausgangsseitig an die Soundkarte angeschlossen ist, verbinden wir wie oben beschrieben den Wordclock-Ausgang der Soundkarte mit dem Wordclock-Eingang der Mikrofonvorstufe (Terminierung nicht vergessen!). Unser Digitalmixer kann sich jedoch aus dem eingehenden digitalen Signal der Soundkarte takteten. Natürlich können wir auch alternativ den Mixer mit in die Wordclock-Kette einbinden. Für eine Gitarrenaufnahme möchten wir gerne den digitalen Ausgang eines Pod von Line 6 nutzen und diesen an den S/PDIF-Eingang der Soundkarte anschließen. Das Problem ist

nur, dass der Pod weder einen digitalen Audio-, noch einen Wordclock-Eingang zum Synchronisieren besitzt. Die einzige Möglichkeit ist es für den Zeitraum der Aufnahme die Soundkarte über die S/PDIF-Verbindung auf den Arbeitstakt des Pod zu takteten und damit das Pod als Wordclock-Master zu bestimmen. Die anderen Geräte erhalten nun automatisch über die Soundkarte den Arbeitstakt der Line 6.

Wichtig ist aber, dass die einzelnen Komponenten entsprechend eingestellt sind. Jedes Gerät mit digitalen Ein- und Ausgängen besitzt die Möglichkeit die Quelle der Taktung zu wählen. Die Funktion, dass ein Gerät sich selber taktet, beziehungsweise als Taktgeber arbeitet, wird meistens mit „intern“, „Master“, oder „local“-Sync bezeichnet. Damit die Clock aus dem Signaleingang geholt wird, muss meistens unter dem Menüpunkt „sync-source“ oder „Referenz-Signal“ der anliegende Signaleingang gewählt werden (ADAT, S/PDIF, TDIF oder AES/EBU). Für die Taktung über die Wordclock-Leitung werden in den Synchronieinstellungen meist Begriffe wie extern, WCL oder einfach Wordclock verwendet. Bei einigen Geräten muss zusätzlich noch die Samplingfrequenz manuell eingestellt werden. Deswegen sollte man immer kontrollieren, ob auch wirklich alle angeschlossenen Geräte mit der gleichen Samplingfrequenz arbeiten. Die meisten Sequencer übernehmen die Samplingfrequenz des Projektes automatisch aus den Treiberdaten der Soundkarte.

In größeren digitalen Studio-Installationen wird ein so genannter Haustakt erzeugt, mit dem sämtliche digitalen Audio-komponenten versorgt werden. Diese Aufgabe übernimmt ein eigenständiger Wordclock-Generator, der nicht nur den Takt selber erzeugen kann, sondern auch über zahlreiche Wordclock-Ausgänge verfügt, welche eine sternförmige Verteilung ermöglichen. Die verwendeten Schaltungen und der verarbeitete Quarzoszillator eines externen Wordclock-Generators übertreffen in puncto Qualität und Genauigkeit die internen Takt-



Mittleres Glied einer Daisy-Chain

schaltungen der meisten Audio-Interfaces sowie sonstigen digitalen Geräte. Sie ermöglicht eine exaktere und stabilere Vernetzung der Audiogeräte. Ältere oder preiswerte Digitalgeräte können von der hochwertigeren externen Taktung sogar klanglich profitieren. Hinzu kommt, dass dank der vielen Wordclock-Ausgänge, jedes Studio-Gerät seinen eigenen verstärkten Ausgang erhält. Denn nicht nur zu lang geratene Wordclock-Ketten, sondern auch T-Stücke können signaldämpfend wirken und starke Signalverluste in der Wordclock-Verbindung verursachen. Nicht zwingend notwendig, aber um es perfekt zu machen, kann man bei allen Verbindungen die gleiche Länge, sowie denselben Typ und Hersteller des Kabels verwenden. So ermöglicht die einheitliche Laufzeit eine phasengenaue Synchronisation aller Geräte. Moderne Wordclock-Generatoren verfügen zusätzlich über S/PDIF- und AES/EBU-Ausgänge, um auch Geräte ohne separaten Wordclock-Eingang zu takteten. Alternativ zu dem externen Wordclock-Generator werden auch so genannte Wordclock-Distributoren eingesetzt. In der Möglichkeit der Vernetzung unterscheiden sich die Modelle kaum, nur dass der Distributor keinen eigenen Arbeitstakt erzeugt, sondern den eines Mastergerätes verstärkt und verteilt. Beim Rund-



Terminiertes Endgerät



Neuigkeiten

Termine

Ankündigungen

Backgrounds



Gratis Newsletter

jetzt bestellen:

www.keys.de

funk werden beispielsweise sämtliche Studios und Ü-Wagen mit demselben Haustakt versorgt.

Abschließend wollen wir noch erwähnen, dass der im Artikel vorschrittmäßige Anschluss nicht immer die einzig mögliche Lösung darstellt. Moderne Elektronik hat mit den relativ niedrigen Frequenzen einer Wordclock keine Probleme mehr. Dank des höheren Pegels laufen aktuelle Wordclock-

Netzwerke teilweise sogar ohne Abschlusswiderstände stabiler. Bei kleineren Netzwerken ist zwar die Anschaffung eines Wordclock-Generators nicht unbedingt erforderlich, jedoch sollte man ab dem Kauf seiner vierten Digitalkomponente überlegen, ob man nicht besser einem externen Wordclock-Generator das Synchronisieren überlässt. Dank kleiner und günstigerer Taktgeneratoren wie dem Mutec MC-3 Smart Clock für

knapp 600 Euro, kann sich mittlerweile diese Lösung auch bei kleineren Studio-Installationen rentieren; zumindest im Hinblick auf die geschonten Nerven und den möglichen klanglichen Zugewinn. Und ohne Zweifel stellt sie die sicherste, präziseste und professionellste Lösung dar.

Wie man sich aber entscheidet: Unumgänglich ist nur, dass im digitalen Zusammenschluss mehrerer Geräte, alle Audiokompo-

nenten mit ein und demselben Takt versorgt werden müssen. Verbleiben wir in der Hoffnung, dass wir Ihnen Anregungen und Hilfe auf dem Weg zur richtigen Synchronisierung Ihres Studios geben konnten. Ansonsten gilt auch in diesem Themenbereich die Tonmeister-Philosophie: Ausprobieren, Umstecken, Tauschen und gucken, ob der Fehler immer noch auftritt!

Sven Neumann/cms//

Wordclock-Generator/-Verteiler: Mutec iD



Clocking auf höchstem Niveau – der Mutec iD

Die Firma Mutec hat schon mit der iClock bewiesen, dass Ihre Audio-Clock-Geräte den Namen Referenz-Taktgenerator im wahrsten Sinne des Wortes verdienen. Mit dem iD hat der Hersteller einen weiteren nützlichen Helfer für Digital-Studios auf den Markt gebracht.

Die Bauweise des iD ist überwiegend für rein tonverarbeitende Studios ausgelegt, wobei einige Features gezielt auf die speziellen Anforderungen großer Rundfunkanstalten entwickelt wurden. Im Gegensatz zum iClock wurde hier auf Ausgänge mit einem Video-Referenzsignal verzichtet. Dafür kann der iD mit 16 Wordclock- und je zwei AES/EBU und S/PDIF-Ausgängen wesentlich mehr digitale Audiogeräte synchronisieren. Optional lässt sich die Anzahl sogar auf insgesamt 20 Wordclock-Ausgänge erweitern.

Der interne Referenztakt-Synthesizer basiert auf dem Schaltungsdesign des bekannten iClock und kann jede mögliche Audio-Clock-Rate zwischen 8,0 kHz bis 24,576 MHz erzeugen. Darin inbegriffen sind die so genannten „Super-Clock“-Raten, welche zur Synchronisation älterer Pro-Tools Hardware erforderlich sind. Aber auch Audiogeräte, die mit einem hochauflösenden Signal-Format (DSD oder DXD) arbeiten, können von dem iD mit dem notwendigen

Takt versorgt werden. Die AES/EBU (3+11)-Ausgänge sind der Rundfunk-Norm entsprechend ausgeführt und liefern Taktungsfrequenzen zwischen 16 kHz bis 192 kHz. Das gleiche gilt für die zwei S/PDIF-Ausgänge. Organisiert sind die 16 Wordclock-Ausgänge in acht Paaren, wobei jedem Paar eine unterschiedliche Clock-Rate zugeordnet werden kann. Dies geschieht natürlich in Abhängigkeit zu der Haupttakttrate mit Hilfe von Teilern und Multiplikatoren. Angenommen, man arbeitet mit einem Grundtakt von 88,2 kHz, dann kann der iD zeitgleich andere Geräte mit beispielsweise 44,1 kHz, 176,4 kHz sowie 11289,6 kHz (Superclock) versorgen.

Seine Stärken spielt das Gerät vor allem als Wordclock-Verteiler aus. Im Gegensatz zu herkömmlichen Taktverteilern arbeitet der iD mit einer Signalaufbereitung, welche die Qualität externer Taktreferenzen verbessert und bei Störungen sowie kompletten Ausfällen des externen Referenztaktes, die Wordclock-Ausgänge in gleich bleibender Güte unterbrechungsfrei weiter versorgt. Einmal gelockt, ist das Gerät in der Lage, Eingangssignalen mit Schwankungen von bis zu +/- 20% zu problemlos folgen. Zudem bietet iD eine Varispeed-Funktion mit +/- 20%, die sowohl bei interner sowie auch bei externer Synchronisation immer verfügbar ist. Insgesamt ste-

hen zwei Wordclock-Eingänge und eine AES/EBU-Buchse den externen Referenz-Taktgebern zur Verfügung. Diese ermöglichen zwei weitere spezielle Funktionen. Der sequenzielle Modus funktioniert vereinfacht erklärt wie folgt: Bei einer Störung am ersten Referenztakt-Eingang synchronisiert sich der iD automatisch auf den nächsten Eingang. Falls an allen drei Eingängen kein brauchbares Signal anliegt schaltet er automatisch auf den internen Referenztaktoszillator. Der zyklische Modus arbeitet ähnlich, nur mit dem Unterschied, dass das Gerät innerhalb vordefinierter Lock-Zeiten stetig versucht auf den ersten Eingang zurück zu schalten, bis dort wieder ein stabiles Signal anliegt. Alle Umschaltvorgänge der Taktraten und Eingänge erfolgen generell mit der „SoftReLock“-Funktion, welche ein unterbrechungsfreies und sauberes Umschalten sowie ein in der Phase-lage gleich bleibendes Referenz-Signal garantieren soll.

Die Bedienung des Gerätes mit Hilfe des zweizeiligen Displays und den vier Richtungstastern erweist sich in der Praxis als sehr intuitiv. Bei unserem Teststudio-Aufbau, welches aus einer relativ großen Anzahl verschiedenster Digital-Geräte mit unterschiedlichster Güte und Alter bestand, konnten wir sogar eine hörbare Verbesserung der Audioqualität feststellen. Im Gegensatz zu einer Verteilerlosen und selbsttaktenden Vernetzung, wirkte der Studiosound nun akkurater und durchsichtiger. Auch hatten wir das Gefühl einer präziseren Transientenabbildung.

Die Vernetzung selbst zeigte sich als recht simpel und flexibel. Bei längeren Kabelstrecken hat man

sogar die Möglichkeit den Signalpegel an den Wordclock-Ausgängen anzupassen.

Mit dem iD von Mutec erhält man wieder einmal ein durchdachtes Arbeitsgerät, um seinen digitalen Studiopark in den Griff zu kriegen. Gerade in puncto Signalgüte und Zuverlässigkeit bei der Wordclock-Verteilung überzeugt das Gerät. Für noch mehr Betriebssicherheit ist die Version iDdp erhältlich. Diese besitzt ein zusätzliches zweites „Havarie“-Netzteil, um auch bei der Stromzufuhr ein sicheres Arbeiten zu ermöglichen.

Sven Neumann/cms//

Vertrieb	Mutec
Internet	www.mutec-net.de
Preis	iD: ca. 1198 €, iDdp: ca. 1698 € Wordclock-Option iD-WCO-4: ca.369 €
Technische Daten	Samplingraten: 8,0 kHz bis 24,576 MHz Ausgänge: 16 x BNC-Wordclock (optional iD), 2 x AES/EBU, 2 x S/PDIF Eingänge: 2xBNC-Wordclock, 1xAES/EBU Formate: Wordclock, Wordclock x256(Superlock), DSD, DXD, AES/EBU, AES/EBUid, S/PDIF
	+ Signalqualität (sehr geringes Jitter) und Signalaufbereitung
	+ Betriebssicherheit
	+ zahlreiche Ausgänge