

Der Vorteil von 1 Bit: Aufnahmen in einem zukunftstauglichen Format



KORG hat soeben eine neue Generation mobiler Digital-Audiorecorder vorgestellt, welche auf dem 1-Bit-Verfahren beruhen. Der als „Diktaphon“ getarnte MR-1 bietet 1-Bit/2.8MHz-Recording mit einer Qualität, bei der man sofort ins Schwärmen gerät. Die Desktop-Ausführung MR-1000 legt die Latte mit 1 Bit/5.6MHz noch höher. Das ist doppelt soviel wie die momentan als Standard geltende DSD-Aufnahmequalität!

Zum Lieferumfang der neuen 1-Bit Digital-Recorder gehört die von KORG entwickelte „AudioGate™“-Software. AudioGate kümmert sich um die Kompatibilität der 1-Bit-Aufnahmen, die mit dem MR-1 oder MR-1000 erstellt wurden, zu anderen 1-Bit- und PCM-Verfahren.

In diesem Dokument werden die Möglichkeiten und Vorteile unserer neuen Recorder vorgestellt. Im Sinne eines besseren Verständnisses wird zunächst das PCM-Verfahren beschrieben. Danach wenden wir uns den wichtigsten Trümpfen der 1-Bit-Technologie zu: Der Audioqualität und der Zukunftstauglichkeit.

Audio-Aufnahmen im 1-Bit/5.6MHz-Format stellen den momentanen Stand des technisch Machbaren dar und empfehlen sich daher für ein professionelles Umfeld, in dem die Archivierung existierender Aufnahmen wichtig ist (z.B. für das „Asset Management“ von Plattenfirmen). Einmal erstellte Aufnahmen kann man dank der beiliegenden Software in alle gängigen Digital-Formate, darunter PCM, wandeln, wann immer dies notwendig ist. Wichtig ist nur, dass man die 1-Bit-„Originale“ an einem sicheren Ort aufbewahrt, um sie auch in Zukunft in momentan noch nicht einmal angedachte Formate wandeln zu können.

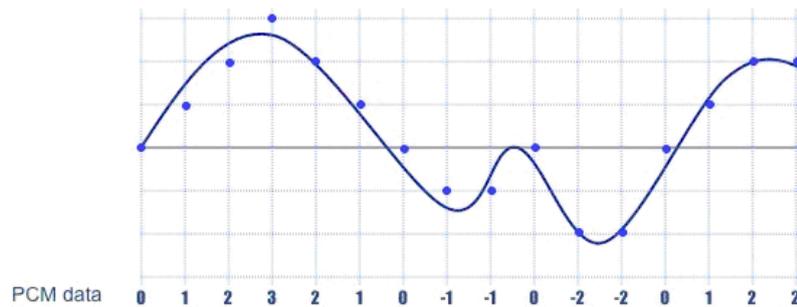
Die 1-Bit-Technologie gibt es schon eine Weile. Sie wurde in den späten 1980ern von Dr. Yoshio Yamasaki (Waseda-Universität, Japan) entwickelt. Dr. Yamasaki meldete sein 1-Bit-Verfahren 1992 zum Patent an, um eine kommerzielle Nutzung zu ermöglichen. Sony und Phillips übernahmen die Technologie unter der Bezeichnung „Direct Stream Digital“ (DSD) als Grundlage für die SACD. Solche 1-Bit SACDs gibt es seit 1999. Momentan umfasst der Katalog über 4000 Titel.

Digital-Audio – Ein kurzer Überblick

Bei rein analogen Wiedergabesystemen wurden die Qualität und der Dynamikumfang von dem Medium (Band, Vinyl usw.) vorgegeben. Auf Grund des mechanischen Kontakts kam und kommt es aber unweigerlich zu Abnutzungserscheinungen, weil das Band ja jeweils am Kopf und den Wellen entlang reibt bzw. weil eine Nadel nach und nach die Rillenstruktur ändert. Hinzu kommt, dass man Tonbänder und Vinylplatten unter strengen Klimavorgaben lagern und die Nähe zu starken Magnetfeldern meiden muss. Außerdem sind diese Medien angesichts der sehr begrenzten Kapazität ausgesprochen teuer.

Deshalb wurden Digital-Verfahren entwickelt. Im Herbst 1982 (Frühling 1983 in den Staaten) wurde die „Compact Disc“ und mit ihr die Digital-Technologie für den Consumer-Markt vorgestellt. Das hierfür verwendete Digital-Verfahren bot im Vergleich zur Analog-Technologie mehrere Vorteile, allen voran eine bessere Klangqualität und Dynamik bei einer gleichzeitig größeren Kapazität.

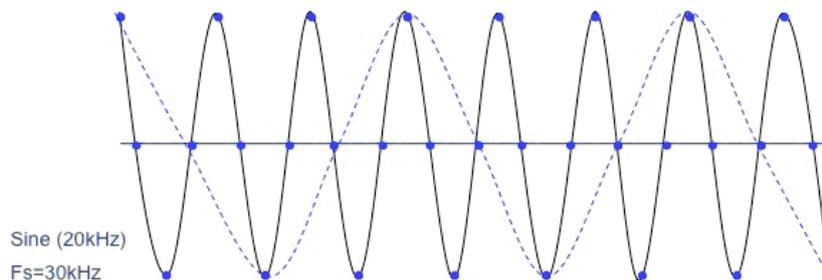
Was ist denn überhaupt „Digital-Audio“? Digitale Aufnahmeverfahren analysieren Audiowellenformen in regelmäßigen Zeitabständen. Daraus entstehen „Proben“ bzw. „Muster“, die man „Samples“ nennt. Bei diesem Sampling-Verfahren (d.h. der Umsetzung von Analog-Signalen in Digital-Daten) gibt es zwei wichtige Größen: die Wortbreite (Auflösung) und Sampling-Frequenz.



Im Beispiel oben vertreten die blauen Punkte die Stellen, an denen eine „Probe“ des Audiosignals genommen wird. Die vertikalen Linien stellen die Sampling-Frequenz (bzw. „Sampling-Rate“) dar. Diese wird in Hertz (Hz) angegeben und verweist auf die Anzahl der „Proben“ pro Sekunde. Die horizontalen Linien verweisen auf die Wortbreite (Auflösung). Wie Sie sehen, stellen die Punkte keine akkurate Abbildung der ursprünglichen Wellenform dar. Das liegt an der relativ groben Auflösung, die hier verwendet wird.

Die oben erwähnte CD verwendet eine Auflösung von 16 Bit und eine Sampling-Frequenz von 44.1kHz (16 Bit/44.1kHz). Sehen wir uns zunächst an, warum ausgerechnet diese Werte gewählt wurden. Menschen können in der Regel Frequenzen zwischen 20Hz (zwanzig Zyklen pro Sekunde) und 20kHz (zwanzigtausend Zyklen pro Sekunde) hören. Nach eingehenden Forschungen kam man zu dem Schluss, dass Samples nur dann überzeugend klingen, wenn die Sampling-Frequenz doppelt so hoch ist wie die Frequenz des höchsten Signals. Diese Feststellung nennt man das „Nyquist-Theorem“.

In der Abbildung unten beträgt die Sampling-Frequenz nur 30kHz, während das gesampelte Audiosignal die Frequenz 20kHz verwendet. Die Strichlinie vertritt das Signal, das sich aus diesem „Fehler“ ergibt. Der eben erwähnte Fehler macht sich als Störfrequenzen bemerkbar, die man „Aliasing“ nennt.



Wie bereits erwähnt, erfasst das menschliche Gehör Frequenzen bis ca. 20kHz, während das Nyquist-Theorem belegt, dass man zum Sampeln etwas mehr als die doppelte Frequenz benötigt. Aus diesem Grund hat man für Audio-CDs die Sampling-Frequenz 44.1kHz gewählt. Sie stellt nämlich das absolute Minimum zum Abdecken des gesamten Hörspektrums dar.

Die Wortbreite von Samples wird in Zweierpotenzen ausgedrückt: acht, sechzehn, vierundzwanzig usw. Je größer die Wortbreite (Auflösung), desto genauer und detaillierter wird die „digitale Abbildung“ leiser Signale, die sich über dem „Eigenrauschen“ befinden. Der Dynamikumfang wird also immer nach unten erweitert (in den leisen Bereich), weil sich hohe Pegel viel leichter abbilden lassen. Die Qualität einer Digital-Aufnahme wird folglich an der Genauigkeit gemessen, mit der leise Signale abgebildet werden. Die Erhöhung der Wortbreite von 8 zu 16 Bit stellte einen großen Fortschritt dar, weil der Dynamikumfang dadurch von 48dB auf 96dB angehoben wurde.

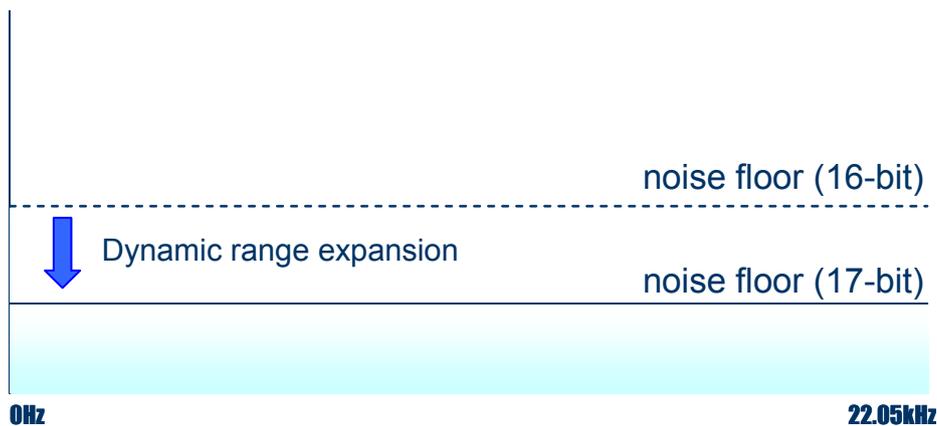
Bereits 16-Bit-Aufnahmen sind analogen Medien haushoch überlegen, weil letztere einen Dynamikumfang von gerade einmal 50~60dB bieten. Da sich diese Verbesserung mit 8 bzw. 12 Bit nicht realisieren ließ, wurde für Audio-CDs die 16-Bit-Auflösung gewählt. Speicherkapazität war in jenen Tagen noch ausgesprochen teuer. Deshalb entschieden sich die Entwickler aus kommerziellen Erwägungen für ein CD-Format, das bei akzeptabler Qualität eine möglichst große Datenmenge aufnehmen konnte.

Fortschritte und Probleme der Multibit-Technologie

Fast gleichzeitig mit der Vorstellung der CD wurden weitere Sampling-Formate entwickelt, zumeist mit einer besseren Auflösung und einer höheren Frequenz. Schließlich konnte man davon ausgehen, dass höhere Frequenzen und mehr Bit eine bessere Audioqualität bewirken würden. Das trifft tatsächlich zu. Beim Umstieg von 16 auf 24 Bit beträgt der Dynamikumfang schließlich $\pm 110\text{dB}$, was zwar immer noch bedeutsam ist, aber keinen so großen Sprung wie von 8 zu 16 Bit darstellt. Ganz allgemein lässt sich feststellen, dass der Dynamikumfang in immer kleineren Schritten zunimmt, je weiter man die Wortbreite erhöht.

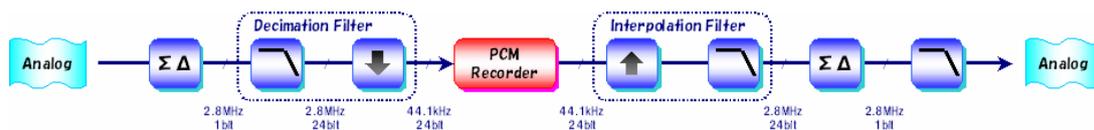
Quantisierungsrauschen

- Gleichmäßig über das gesamte Frequenzband verteilt (weißes Rauschen)
- Reduzierung durch Anwahl einer höheren Auflösung



Mit der 24-Bit/192kHz-Technologie lassen sich durchaus überzeugende Audio-Ergebnisse erzielen. Perfekt sind sie aber nicht, weil man mit anderen Ansätzen noch weitaus befriedigendere Ergebnisse erzielen kann.

Über die Multibit-PCM-Kodierung



- A/D- und D/A-Wandlungen werden meist mit 1-Bit-Schaltungen bei sehr hohen Sampling-Frequenzen vorgenommen. Allerdings wird schlussendlich nur jedes „X-te“ Sample verwendet („Datenreduktion“).
- Die Reduktion erfolgt während der Aufnahme (bei der A/D-Wandlung). Während der Wiedergabe (D/A-Wandlung) werden Interpolationen und eine Delta-Sigma-Modulation vorgenommen.

Die meisten aktuellen 24-Bit-Wandler verwenden bereits ein 1-Bit-Verfahren am Eingang. Nach der Erfassung des schnellen 1-Bit-Datenstroms bedient sich der Wandler eines so genannten „Decimation“-Filters für die Übersetzung der 1-Bit-Daten in das gewünschte Multibit-Format. Das Filter ist so etwas wie ein Sampling-Frequenzwandler, der den 1-Bit-Datenstrom in die für das verlangte Multibit-Format notwendige Anzahl Samples unterteilt. Streng genommen entsorgt es (wenn auch mit einem intelligenten Verfahren) Sample-Informationen, die danach nicht mehr zur Verfügung stehen.

Außerdem wird ein Filter mit der halben Nyquist-Frequenz verwendet, um so genanntes „Aliasing“ zu entfernen – also z.B. 22.05kHz, wenn die Sampling-Frequenz 44.1kHz beträgt. Die Arbeitsweise dieses Filters hat einen gewichtigen Einfluss auf die Qualität (Phasentreue, Linearität, Transientenwiedergabe usw.) der Signale. Deshalb müssen die Berechnungen des Dezimierungsfilters so genau wie möglich sein. Der Unterschied zwischen den verfügbaren Verfahren ist genau so groß wie jener zwischen zwei unterschiedlichen Vorverstärkern, an die man dasselbe Mikrofon anschließt.

Während der D/A-Wandlung werden die gespeicherten PCM-Daten erneut manipuliert (wenngleich es sich –bis zum Erreichen des Lautsprechers– um elektrische Spannungen handelt). In diesem Stadium müssen nämlich weitere Berechnungen durchgeführt werden, um die Daten wieder zu einem „Strom“ zusammenzubauen. Wichtig hierbei ist die größtmögliche Ähnlichkeit der Wiedergabe mit dem aufgezeichneten Signal. Die erwähnten Berechnungen beruhen auf Interpolationen (d.h. das Einfügen fehlender „Stücke“) und einer Delta-Sigma-Modulation, mit der das sich aus den unvermeidlichen Rechenfehlern ergebende Rauschen abgeschwächt wird.

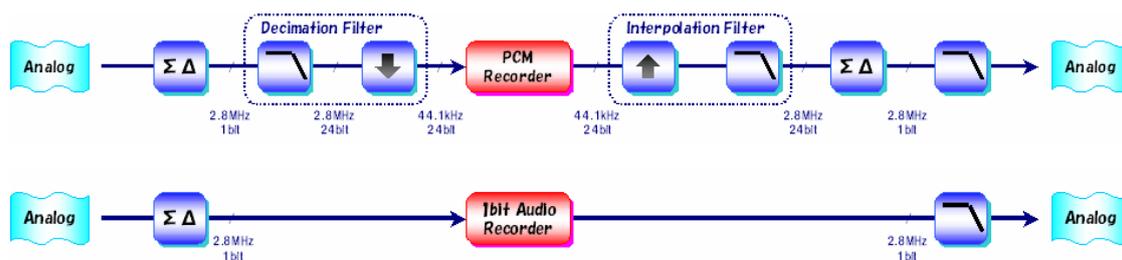
Für die Wiedergabe wird oftmals die „Oversampling“-Technologie verwendet, welche die Sampling-Frequenz verdoppelt. Allerdings handelt es sich hierbei um eine Schätzung, wo sich die Daten befinden würden, wenn die Signale mit der doppelten Frequenz gesampelt worden wären. Dieses „Hätte/Könnte“-Spiel lohnt sich zwar, ist aber letztendlich nur eine Schätzung und der direkten Verwendung der ursprünglich vorliegenden Informationen jederzeit unterlegen.

Wie Sie sehen, werden die Audiosignale bei diesem Verfahren mindestens zwei Mal manipuliert: Bei der Kodierung und der Dekodierung.

Der Vorteil von 1 Bit

1-Bit-Systeme zeichnen die Audio-Informationen mit extrem hohen Sampling-Frequenzen auf – in der Regel 2.8224MHz. Nur der MR-1000, verwendet eine noch höhere Frequenz von 5.6448MHz. Dank dieser hohen Frequenz können 1-Bit-Systeme Audiofrequenzen zwischen dem „DC“-Wert (Digital-Null) und 100kHz wiedergeben. Das ist doppelt so gut wie bei hochwertigen Digital-Systemen und Magnetbändern, die nur bis 50kHz reichen. Bei dieser hohen Sampling-Frequenz werden keine steilen Filter mehr benötigt, so dass auch keine „Färbung“ der Signale mehr auftritt.

1-Bit-Kodierung im Vergleich zu PCM



- Aufzeichnung des ursprünglichen 1-Bit-Signals.
- Bei der D/A-Wandlung braucht der Datenstrom nur von einem analogen Tiefpassfilter bearbeitet zu werden.

Noch interessanter ist, dass die Beibehaltung des vom Wandler verwendeten 1-Bit-Formats eine Datenreduktion überflüssig macht, so dass für die Wiedergabe weder eine Interpolation, noch ein Oversampling-Filter notwendig sind. Mithin entspricht das ausgegebene Signal exakt den erfassten Daten. Und da keine Berechnungen stattfinden, können auch keine Rechenfehler und Verfälschungen mehr auftreten. Zur Erinnerung: Die Dezimierungsfiler und ihre Funktionsweise haben einen großen Einfluss auf das PCM-Klangergebnis. Beim 1-Bit-Verfahren sind solche Filter unnötig.

Weniger ist mehr

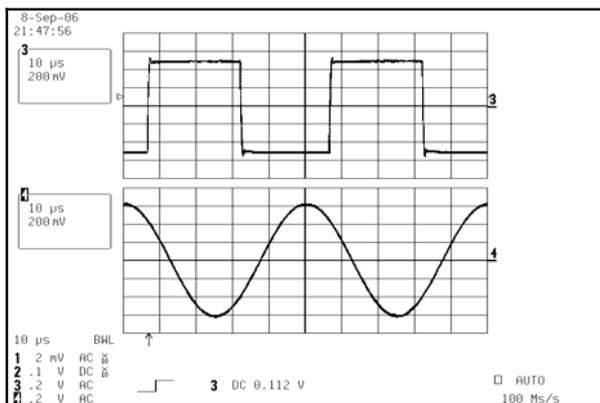
Die Vorteile hoher bzw. ganz hoher Sampling-Frequenzen leuchten wahrscheinlich jedem ein. Vielleicht wundern Sie sich aber, wieso 1 Bit besser sein soll als viele Bit. Schließlich wird die Auflösung doch an der Anzahl Bit gemessen...

Die Antwort hierauf lautet, dass die einzelnen Schritte dank der weitaus höheren Sampling-Frequenz nicht mehr so detailliert beschrieben zu werden brauchen. Auf Grund der viel höheren Anzahl „Audioproben“ reicht eine simple „Beschreibung“: ob das Signal seit dem vorangehenden Schritt zugenommen oder abgenommen hat bzw. ob es unverändert geblieben ist. Das 1-Bit-Verfahren beruht auf zwei Werten: „1“ und „0“, d.h. entweder mehr oder weniger als das vorangehende Sample. Bei diesen hohen Sampling-Frequenzen lassen sich stationäre Zustände mit Hilfe einander abwechselnder „1“- und „0“-Werte abbilden. Die Fehlerquote dieser Berechnungen liegt weit unter jener von Multibit-Ansätzen. Vergegenwärtigen Sie sich nur einmal folgendes:

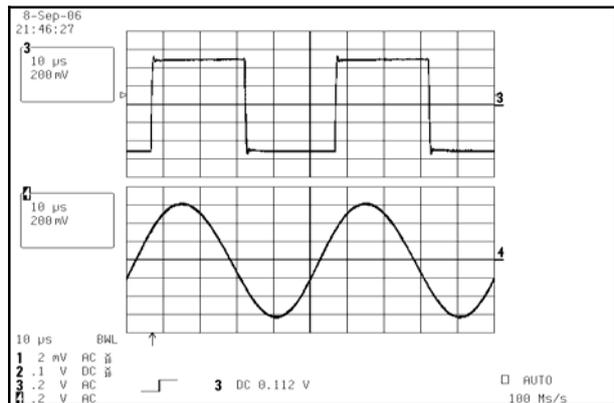
In einem 1-Bit-System können die gemessenen Werte nur jeweils „1“ oder „0“ betragen. Da kann man nicht viel falsch machen. In einem 24-Bit-System gibt es hingegen 16.777.216 Möglichkeiten. Wo sind Fehler Ihrer Meinung also wahrscheinlicher?

Das wollen wir anhand einer Messung auch gleich beweisen. Hierfür wurde ein MR-1000 von Korg verwendet (1 Bit/5.6MHz). Wir haben ein analoges 20kHz-Rechteckwellensignal mit verschiedenen Sampling-Frequenzen aufgezeichnet und die Analog-Ausgabe gemessen.

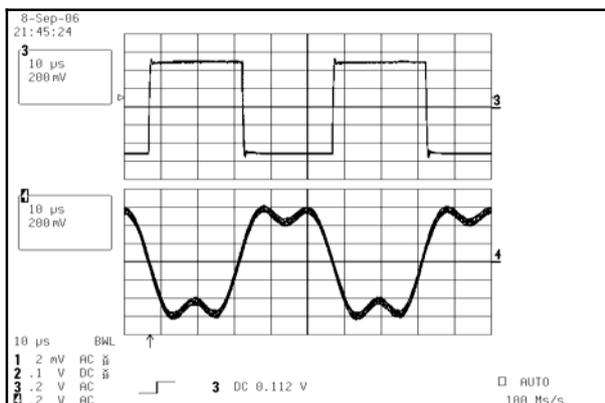
Die obere Wellenform vertritt jeweils das Original, die untere das aufgezeichnete und ausgegebene Signal. Alle Bilder zeigen das analoge Eingangssignal und die Ausgabe bei der gewählten Wortbreite und Sampling-Frequenz. Wie Sie sehen, ändert sich das Ausgangssignal bei 16 Bit/44.1kHz zu einer Sinuswelle. Selbst bei 24 Bit/96kHz wird noch eine Sinuswelle ausgegeben.



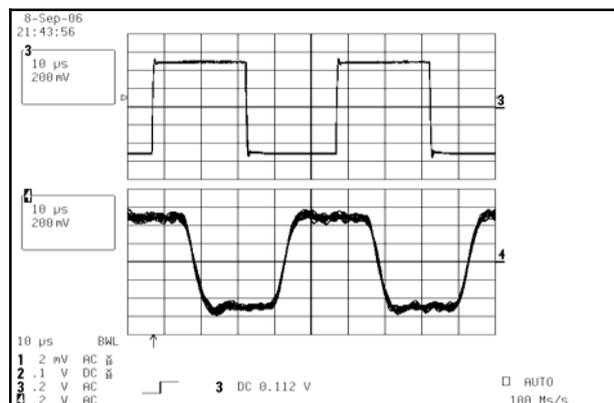
16 Bit/44.1kHz



24 Bit/96kHz



24 Bit/192kHz



1 Bit/5.6MHz

Zugegeben, dieser Test gehört mit zu den schwierigsten, die man einem Gerät abverlangen kann. Er belegt jedoch den unbestreitbaren Vorteil eines superschnellen 1-Bit-Systems.

Der wahre Vorteil von 1 Bit: Zukunftstaugliche Aufnahmen

Zweck dieses Dokuments ist es übrigens nicht, Ihnen zu zeigen, wie mangelhaft Ihr aktuelles Aufnahmesystem ist. Es klang bereits an, dass man mit 24 Bit/192kHz durchaus hochwertige Aufnahme-Ergebnisse erzielen kann. Obwohl die Klangqualität eines 1-Bit-Systems unbestreitbar besser ist, wollen wir hier vornehmlich verdeutlichen, weshalb man seine Abmischungen und Master in diesem Format aufzeichnen sollte.

In der Fachwelt ist man sich einig, dass Tonbänder nach wie vor das beste Medium zum Festhalten der Abmischungen und Master ist. Allerdings ist der Tonträger extrem klima- und alterungsempfindlich, ganz zu schweigen von der Verfügbarkeit der Geräte, auf denen man sie abspielen kann, die es demnächst wohl nicht mehr geben wird.

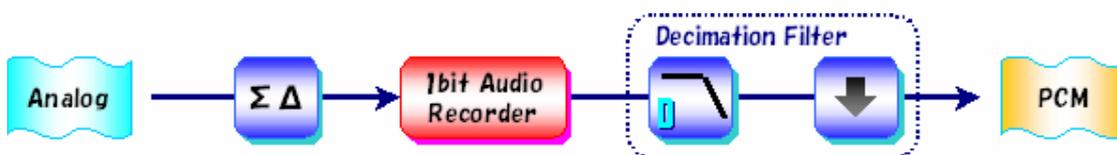
Mit Multibit-PCM-Aufzeichnungen lassen sich gute Ergebnisse erzielen, die allerdings noch nicht den Frequenzgang eines Tonbands (5Hz~50kHz) erreichen. Außerdem lässt sich dieses Format in Zukunft nicht so leicht in andere Formate wandeln. Es lohnt sich nämlich nicht, eine 16-Bit/44.1kHz-Aufnahme im 24-Bit/192kHz-Format neu zu mastern, weil damit keine Qualitätssteigerung erzielt wird. Schließlich kann man den ursprünglichen Zustand eines „gestutzten“ Signals auch mit dem perfektesten Verfahren nicht wiederherstellen. Genau deshalb setzen die meisten Remastering-Projekte immer wieder bei den ursprünglichen Tonbändern an. Letztere haben nämlich den größten Dynamikumfang und den breitesten Frequenzgang und wurden noch nicht von Wandlungsverfahren beeinträchtigt. Wenn das Medium und die Geräte etwas robuster wären, bräuchte man sich gar nicht erst über Alternativen den Kopf zu zerbrechen.

Bis heute beruhen alle PCM-Verfahren auf einer Datenreduktion und der Verwendung von Filtern. Mittlerweile hat sich aber viel getan. Speicherkapazität kostet nur noch einen Bruchteil, und Datenträger mit mehreren Gigabyte bilden mittlerweile die Untergrenze des Verkäuflichen. Die Chips, mit denen sich die hohen Datendurchsatzraten von 1-Bit-Datenströmen realisieren lassen, gibt es bereits. Der Grund, weshalb so viele Anwender trotzdem beim PCM-Verfahren bleiben, scheint vorrangig der horrende Preis von 1-Bit-Aufnahmegeräten zu sein. Bis jetzt jedenfalls.

Die Vorteile von 1-Bit-Aufnahmen



- Die Möglichkeit, Audiosignale fast verlustfrei aufzuzeichnen und abzuspielen.

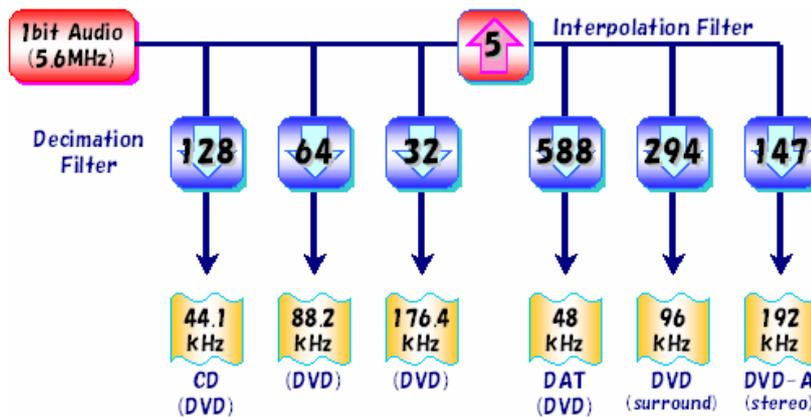


- Praktisch zum Archivieren aller PCM-Formate.

Jetzt, da die 1-Bit-Technologie erschwinglich geworden ist, können Sie sich endlich für eine optimale Erfassung von Audiosignalen entscheiden, die keine qualitätsmindernden Manipulationen und Interpolationen mehr enthält. Somit tritt keine Färbung des aufgezeichneten Materials auf, während Sie jederzeit die Möglichkeit haben, Ihre Originale in andere Formate zu wandeln. Bei jeder entscheidenden Verbesserung der Wandlertechnologie können Sie die „reine Quelle“ mithin erneut mastern und von dem Qualitätsgewinn auch wirklich profitieren. Es erfolgt nur noch eine „Reduktion“ der Audio-Informationen, die für die Wandlung ins gewünschte Zielformat notwendig ist.

Beide Recorder der MR-Serie verwenden hochwertige Wandler: Burr Brown PCM4202 für die A/D-, Cirrus Logic CS4398 für die D/A-Wandlung. Somit eignen sie sich hervorragend zum „Festhalten“ aller wichtigen Aufnahmen.

1-Bit-Audio als Archivformat



- Kann in alle aktuell verfügbaren PCM-Formate umgewandelt werden

1-Bit-Audiodaten lassen sich effektiver in Multibit-PCM-Daten umwandeln, die Sie für Ihre verschiedenen Projekte benötigen. Aufnahmen der Endabmischungen im 1-Bit-Format lassen sich problemlos in alle momentan akzeptablen Formate wandeln. Und wenn sich der Industriestandard eines Tages zu 1 Bit ändert, können Ihre Projekte erfreute rufen: „Ich bin schon da.“ Kein anderes Digital-Format arbeitet auch nur annähernd so verlässlich.

Einige wenige, aber wichtige Antworten:

Warum benötigt man überhaupt Reduktionsfilter?

Weil das für das PCM-Format unerlässlich ist.

Kann man auf die Reduktionsfilter verzichten?

Ja, indem man direkt im 1-Bit-Format aufnimmt.

Beim Export als PCM-Datei für eine CD kommen hingegen Reduktionsfilter zum Einsatz?

Ja, aber nur ein Mal: Bei der Wandlung zu PCM. Auf der 1-Bit-Ebene ist keine Wandlung notwendig.

Beeinflussen die Reduktionsfilter aller PCM-Systeme den Klang?

Streng genommen: ja! Manche klingen aber viel besser als andere. Die Qualität und der Aufbau der Filter richten sich ganz nach dem Hersteller bzw. Entwickler.

Kann ich 1-Bit-Master zum Erstellen von CD-Mastern verwenden?

Ja – zeichnen Sie Ihre Daten im 1-Bit/5.6MHz-Format auf. Die meisten professionellen Mastering-Ingenieure verwenden die 1-Bit-Technologie bereits.

Wenn trotzdem PCM verlangt wird, können Sie die betreffenden Dateien mit dem „AudioGate“-Programm in das verlangte PCM-Format wandeln. Das Original bleibt jedoch weiterhin als 1-Bit/5.6MHz-Datei erhalten.

Wie kann ich im 1-Bit-Format aufnehmen, wenn meine DAW das 24-Bit/44.1kHz PCM-Format verwendet?

Zeichnen Sie die Analog-Ausgabe Ihres Systems auf, weil das Audioergebnis sowieso nie besser klingen wird. Es lohnt sich also, es im 1-Bit/5.6MHz-Format zu verewigen. Später werden Sie sich wundern, wie exakt der beim Abmischen empfundene Höreindruck abgebildet wird.

Die meisten Leute hören sich nach wie vor CDs und MP3-Dateien an. Lohnt sich der Aufwand denn überhaupt?

Bedenken Sie, dass HD-Fernsehen schon allenthalben verwendet wird. Auch die Audiostandards werden sich demnächst weiterentwickeln. Angesichts der immer schnelleren Internetverbindungen und neuer verlustfreier Datenkomprimierungen müssen Sie wahrscheinlich schon übermorgen bessere Formate anbieten können.

Kann man 1-Bit-Aufnahmen veröffentlichen?

Ja. SACDs enthalten oftmals eine 1-Bit/2.8MHz- und 16-Bit/44.1kHz-Ebene.

Wie kann ich meine 1-Bit-Dateien archivieren?

Stellen Sie eine USB 2.0-Verbindung zwischen Ihrem MR-Recorder und einem Computer her und übertragen Sie die Daten zu dessen Festplatte bzw. brennen Sie sie auf CD-R oder DVD-R.

Wie kann ich meine 1-Bit-Dateien auf meinem Computer abspielen?

Verwenden Sie das „AudioGate“-Programm. Es überträgt die Audiosignale zur Soundkarte.

Welche Wandler verwenden die 1-Bit-Recorder von KORG?

Texas Instruments (Burr Brown) – PCM4202 für die A/D-Wandlung, Cirrus Logic – CS4398 für die D/A-Wandlung (beide hochwertige Modelle).

Was bedeutet „DSD“ und wird es allgemein anerkannt?

„DSD“ ist die Abkürzung für „Direct Stream Digital“ und wird allgemein anerkannt. Es macht demnach Sinn, die 1-Bit-Originaldaten auf DVD-R (oder RW usw.) zu brennen und bei Bedarf in ein anderes gängiges Format zu wandeln. Sie können Ihre 2-Spur-Master also ruhigen Gewissens mit einem MR-Recorder von KORG im 1-Bit-Format aufzeichnen!

Für die Aufnahme und Abmischung verwende ich ein HD-System. Welchen Vorteil soll die Aufzeichnung der Analog-Ausgabe im 1-Bit-Format haben?

Wenn Sie digital abmischen, verlieren Sie immer auch Informationen – die „niederwertigsten Bit“ (LSBs). Zwar kann man sagen, dass auch bei der Abmischung auf der Analog-Ebene (wie auch im 1-Bit-Format) Informationen verloren gehen, allerdings können Sie bei der 1-Bit-Aufzeichnung der Analog-Ausgabe (in Stereo) bestimmen, was genau verloren geht, maskiert wird oder erhalten bleibt. Bei der Digital-Aufzeichnung Ihrer Abmischung ist das nicht der Fall.

2 Spuren mit einer Länge von einer Sekunde haben eine Länge von 192.000 Samples. Wenn Sie sie mischen und das Ergebnis aufzeichnen, bleiben aber nur 192.000 Samples erhalten – also nicht 384.000 (d.h. eine Summierung der Samples findet nicht statt).

Aktuell verfügbare hoch auflösende Audioformate für den Consumer- und Pro Audio-Bereich:

Sony/Phillips Super Audio CD (SACD)

Zwei Ebenen („Dual Layer“): 1 Bit/2.8MHz und 16 Bit/44.1kHz (herkömmliches „Red Book“ CD-Format)

DVD-A

PCM bis zu 24 Bit/192kHz