



Digital High-End Audio

Die digitale Tontechnik ist in den letzten Jahren deutlich verbessert worden. Musste man sich früher mit CD-Qualität begnügen oder gar datenreduzierte MP3-Musik hören, so gibt es mittlerweile zahlreiche Aufnahmen in hoher Auflösung.

Dateiformate

Wenn Musik digital gespeichert wird, sind die Daten in einem genormten Format abgespeichert, damit der Computer erkennen kann, was er mit den Daten tun soll. Es haben sich folgende Formate durchgesetzt:

	Datenreduktion	Auflösung	Max. Frequenz	Kanäle
MP3	Ja / verlustbehaftet	44.1 kHz	ca. 16 kHz	2 (Stereo)
CD	nein	16 bit / 44.1 kHz	ca. 20 kHz	2 (Stereo)
SACD	nein	ca. 24bit/ ca. 80 kHz	ca. 40 kHz	2 (Stereo) und 5.1 (Surround)
FLAC / WAV / AIFF	Ja / verlustfrei	Typisch 24bit/96kHz oder 24bit/192kHz max. 32 bit / 655 kHz	ca. 90 kHz ca. 180 kHz Max. 300 kHz	2 (Stereo) oder mehr
Zum Vergleich Analoge Signale				
LP	nein	-	50kHz	2 (Stereo)
UKW	nein	-	15kHz	2 (Stereo)

MP3 dieses Format wurde entwickelt, damit die Musikdatei möglich wenig Speicherplatz einnimmt. Dies war früher wichtig, da die Musik über Internet verteilt wurde und die Modems noch langsam waren. Zudem werden MP3-Songs oft auf tragbaren Geräten gehört, die über geringen Speicherplatz verfügen (oder besser: verfügten). Das MP3-Verfahren nutzt bei der Datenreduktion aus, dass das menschliche Gehör leise Töne, die unmittelbar nach lauten Tönen kommen, (fast) nicht wahrnimmt. Zudem nutzt MP3 weitere Maskierungen aus. Musikdateien im MP3-Format haben in aller Regel eine Größe von wenigen kB, während die Original-Datei mehrere hundert kB einnimmt. MP3-Dateien findet man in aller Regel bei Download-Portalen für Pop und Schlager



- CD** die Dateien auf einer Musik-CD (Red-Book-Standard) sind speziell codiert, jedoch nicht komprimiert. Die Auflösung beträgt fest 16 bit & 44.1 kHz. Der Standard ist recht alt und orientiert sich an Video-Band-Formaten (PAL/SECAM). CDs haben sich auf breiter Front durchgesetzt, monatlich erscheinen viele hundert neue Titel.
- SACD** Dieses Format wurde entwickelt, um einerseits die mittelmäßige Qualität der CD für hohe Ansprüche auszuweiten. Zudem sollte ein Format geschaffen werden, dass Mehrkanal-Audiowiedergabe ermöglicht und einen Kopierschutz ohne Verlust-Minderung bietet. Waren die ersten SACDs nur mit speziellen SACD-Spielern verwendbar, so haben sich mittlerweile die Silberscheiben mit zwei Layern durchgesetzt: auf dem hochauflösenden Layer befindet sich die 2-Kanal und 5.1-Mehrkanal-Hochbit-Aufnahme, während auf einem zweiten Layer die Musik in geringer Auflösung (16bit/44.1kHz) gespeichert ist, damit ein normaler CD-Spieler diese sog. Hybrid-SACD ebenfalls abspielen kann. Das SACD-Format kostet sowohl den Hersteller der Abspielgeräte wie auch die Musik-Produzenten recht hohe Lizenzgebühren. Zudem ist das SACD-Format an die DVD gebunden, da die Dateien nicht kopiert werden können oder von einem Computer gelesen werden können. Die SACD wurde immer wieder zu Grabe getragen, hat sich jedoch im Klassik-Bereich fest etabliert mit derzeit ca. 4000 lieferbaren Titeln und ca. 25 Neuerscheinungen monatlich.
- FLAC** Dieses Dateiformat wird immer häufiger verwendet, da es zwar eine Datenreduktion bietet, die jedoch verlustfrei arbeitet. D.h. Die Datei wird zur Übertragung via Internet „geschrumpft“ und bei Abspielen wieder entpackt. FLAC ist ein Format, bei dem keine Gebühren anfallen. Sowohl Programme zur Erzeugung von Musik im FLAC-Format wie auch zum Abspielen sind kostenlos. Die Datenraten können auch außergewöhnlich hohen Ansprüchen genügen und Mehrkanal-Audio enthalten. Dieses moderne Format wird von immer mehr Anbietern genutzt, um hochwertige Audiodateien im Internet zu übertragen. Auch immer mehr kleine Bands und große Orchester nutzen dieses Format für sehr hochwertige, zugleich preiswerte Produktionen. Es gibt ähnliche Formate (WAV, AIFF), die vergleichbaren Nutzen bieten. Alle gängigen Musik-Player (also Software-Programme) wie iTunes, MediaPlayer, foobar, MediaMonkey, Decibel und viele weitere können format-unabhängig die Musik spielen.



Bits und Kilo-Hertz – was sagt mir das?

Wenn Musik in einer digitalen Datei gespeichert werden soll, muss sie zuvor digitalisiert werden. Dabei wird das stetige (analoge) Signal in kleine Scheibchen zerhackt. Jedes Scheibchen wird dann als Byte gespeichert.

Die Genauigkeit, mit der die Scheibchen-Höhe erfasst wird, kann man an der Bit-Anzahl ablesen. Bei 16 Bit (wie z.B. bei der CD) werden 16 bits benutzt, bei hochauflösenden Datenformaten 24bit oder sogar noch mehr.

Die Dicke der Scheibe wird durch die Abtastrate bestimmt. Je feiner die Scheiben, umso genauer wird die Musik abgespeichert. Die CD benutzt 44.100 Scheiben je Sekunde. Hochauflösende Dateien werden mit 96.000Hz, 192.000Hz oder noch höheren Abtastraten abgetastet.

Bei der Wiedergabe werden dann die Scheibchen wieder aneinander gesetzt – aus Digital wird wieder Analog.

Wieviele Bits und kHz braucht ein Mensch zum Musikhören?

Der Mensch hört Musik, indem er Geräusch durch seine Ohren erfasst und dann Ohr und Gehirn dieses Geräusch untersucht. Das Musik-Hören ist ein erstaunlich komplexer Vorgang, der sowohl durch Akustik wie auch durch Psyche beeinflusst wird.

Der Mensch hört einen Ton auf sehr unterschiedliche Weise, je nachdem wie lange der Ton erklingt. Lange andauernde Töne kann ein Mensch bewusst bis höchstens 20.000Hz hören, und dies auch nur in jungen Jahren.

Musik besteht aber nicht (nur) aus lang anhaltenden Tönen, das wäre schnell langweilig... Vielmehr entsteht der Reiz von Musik gerade durch den Wechsel von Tönen und dem (fast niemals gleichzeitigen) Zusammenklang mehrerer Töne. Der Mensch erkennt unter anderem an den Obertönen und der Art, wie ein Ton anfängt und endet, welches Instrument er hört. Menschliche Stimme analysiert ein Mensch noch weitaus eindringlicher, und überraschend feine Nuancen entscheiden, ob ein Zuhörer eine Stimme als fröhlich oder traurig, als schön, langweilig oder lästig empfindet. Ein Mensch kann – technisch betrachtet – Signalstrukturen bis zu 5µsec hören, was einer Frequenz von 100.000Hz entspricht!

Das Richtungshören eines Menschen ist ebenfalls überaus komplex. Die *Lautstärke* eines Geräusches bestimmt dabei nur sehr grob die Richtung. Zusätzlich nimmt das Ohr die *Unterschiede* des vom linken Ohr gehörten Schalles im Vergleich zum rechten Ohr – und legt beide „Messungen“ übereinander. So kann ein Mensch Zeit-Unterschiede von weniger als 10µsec wahrnehmen und kann Winkel-Abweichungen von 3-5Grad hören! Wenn ein HiFi-Gerät diese 10µsec wiedergeben soll, muss die obere Grenzfrequenz 50.000Hz betragen. Zudem erlernt das Gehör, Klang-„Verfärbungen“ aufgrund der Form der Ohrmuscheln zu interpretieren. Dieser Effekt ist (u.a.) für das Vorne-Hinten-Hören entscheidend. Hier setzt übrigens auch Mehrkanal-Ton und Kunstkopf-Aufnahmetechnik an. Für die Frage der



Auflösung entscheidend ist offenbar, dass hier auch die Genauigkeit (die Menge der Bits) zum Richtungshören beiträgt.

Es ist nun verständlich, dass anspruchsvolle Musikhörer nicht mit dem CD-Format zufrieden sind. Denn eine CD überträgt bestenfalls bis 20kHz. Ein Zuhörer kann dann nur Feinheiten bis 25µsec erhören, was ca. 10 Grad entspricht. Bei 60 Grad Hörwinkel (Stereo-Dreieck) kann man beim CD-Hören also nur 6 grobe Bereiche zwischen den Lautsprechern unterscheiden. Das mag bei einfacher Musik ausreichen. Aber stellen Sie sich ein großes Orchester vor: hier bleiben beim CD-Hören nur grobe Klang-Bereiche. Höhere Auflösung (z.B: ca. 100kHz) verbessert die Räumlichkeit erheblich. Nun kann ein Mensch 3-5Grad Abweichung erleben, bei 60 Grad (wieder das Stereo-Dreieck) also 12-20 Klang-Bereiche!

Das CD-Format hat jedoch einen weiteren Nachteil: die hier angestellten Überlegungen gelten nur für den Ideal-Fall! Dieses Ideal wird jedoch – insbesondere bei preiswerten CD-Spielern – nicht erreicht. Durch technische Ungenauigkeiten (Jitter, Nicht-Linearität im Wandler, Lesefehler, Zeitfehler der Digital-Filter, minderwertige Ausgangsstufen) geht vom idealen Ausgangs-Format einiges verloren. Da jedoch selbst im Ideal die CD nur ausreichend gut klingen kann, machen sich Fehler umso lästiger bemerkbar. Im Gegensatz dazu kann man sich bei einer LP (dank deutlich besserer technischer Voraussetzungen) eher ein paar kleine Patzer leisten... Gleiches gilt für hochauflösende Digital-Systeme – auch sie haben mehr Reserve und klingen daher auch in preiswerten Geräten schon besser als die CD. MP3-Dateien spielen bei qualitätsbewussten Musikhörern keine Rolle, da hier viele Feinheiten der Musik eliminiert werden, um Speicherplatz zu sparen. MP3-Dateien können allenfalls im Auto unterwegs taugen, da dann ohnehin laute Umgebungsgeräusche die musikalischen Feinheiten zudecken.

Wo bekommt man die Musik-Dateien her?

Im Internet entstehen zahlreiche Download-Portale, die sich auf hochwertige Musik-Dateien spezialisiert haben. Andere Anbieter liefern Daten-DVDs oder Blue-Ray-DVDs, deren Inhalt dann auf einen Computer kopiert werden.

Eine kleine Auswahl:

HRx US-Label mit herausragender Aufnahmetechnik, viel Jazz & Klassik. Aufnahmen werden auf zwar auch auf CD, bevorzugt jedoch auf SACD und als Daten-DVD vertrieben. Auch Downloads werden angeboten.

www.referencerecordings.com



- 2L Norwegische High-End-Musikproduktionen, die in atemberaubendem Mehrkanal-Ton sogar auf Blue-Ray-DVDs angeboten werden. Musikalisch noch übersichtlich, zudem gelegentlich leicht extravagant, klanglich jedoch überragend!
www.2l.no
- HDTT amerikanischer Anbieter, der (zumeist ältere) Master-Bänder sehr sorgfältig digitalisiert und in Auflösungen bis zu 24bit/192kHz anbietet. Ein Schlaraffenland für Klassik-Liebhaber!
www.highdeftapetransfers.com
- HDtracks Die berühmte Musikfirma Chesky hat ein eigenes Download-Portal für hochauflösende Musik aufgebaut. Neben eigenen Produktionen finden sich auch Fremd-Firmen. Viel Jazz und Klassik sowie ältere Remasters von Pop und Rock (z.B. Rolling Stones!)
www.hdtracks.com
- Linn Der britische HiFi-Produzent bietet seit vielen Jahren auch eigene Musikproduktionen an. Linn bietet neben Downloads auch häufig LPs, CDs und/oder SACDs der Aufnahmen an. Neben Eigenproduktionen erweitert Linn das Angebot ständig auch um Downloads fremder Produzenten.
www.linnrecords.com
- itrax US-Downloadportal mit einer guten Auswahl an hochauflösender Musik.
www.itrax.com
- BSO Beispielhaft für eine wachsende Anzahl von Direkt-Anbietern (also Musikern, die ihre Musik im Internet anbieten) sei hier das Boston Symphony Orchestra (BSO) genannt. Das Orchester bietet online zahlreiche Live-Mitschnitte der Konzerte an – und zwar in hochauflösendem Format (Stereo oder sogar Mehrkanal)! Zu sehr moderaten Preisen – oder gleich als Jahres-Abonnement. Zusätzlich gibt es aus dem Archiv seltene Aufnahmen. Unbedingt ansehen!!
www.bso.org



Wie kommt die Datei in die HiFi-Anlage?

Um eine Musikdatei anzuhören, muss ein Computer die Datei wieder in etwas Hörbares verwandeln. Hierzu muss auf dem Computer ein geeignetes Programm installiert sein. Gängige Programme heißen iTunes (Apple) oder MediaPlayer (Microsoft). Beide Programme spielen viele, jedoch nicht alle Musikformate ab. Zudem greifen Sie in die Musikwiedergabe ein und verschlechtern den Klang.

Apple Für hochwertige Musikwiedergabe muss entweder iTunes um das Programm „Amarra“ erweitert werden oder ein anderer Player (sehr beliebt: Decibel) dann benutzt werden. Neben einem erheblich besseren Klang kann der Apple-PC auch Formate wie FLAC abspielen.

Windows MediaPlayer ist für hochwertige Wiedergabe nicht gut geeignet, besser sind Abspielprogramme wie „Foobar“ oder „MediaMonkey“. Zudem wichtig: USB-Treiber „ASIO4All“.

Linux Viele Linux-Player arbeiten ohne Eingriff in die Musikwiedergabe, allerdings sind die Systeme für Laien schwer zu warten.

Das Abspielprogramm (also z.B. Decibel oder Foobar) leitet die Daten direkt an einen Digital-Analog-Wandler. Hochwertige Geräte sind in externen Gehäusen untergebracht, teilweise bereits in HiFi-Verstärker oder CD-Spieler integriert. Die Daten-Übertragung erfolgt entweder mit USB (asynchron) oder optischem bzw. elektrischem SPDIF-Kabel. Dank spezieller Audio-Chips können bis zu 24bit/192kHz erreicht werden. Es gibt sogar erste Wandler mit 24bit/384kHz via USB (dann mit eigenen Spezialtreibern).

Am Ausgang des Digital-Analogwandlers liegt die Musik im gängigen analogen „Format“ an Cinch- oder XLR-Buchsen vor.

Sie benötigen also:

- Musikdateien
- einen Speicher, wo Sie diese Dateien ablegen
- ein Gerät (z.B. Computer), der diese Dateien lesen kann und an eine Schnittstelle (z.B. USB) weitergeben kann
- einen Wandler, der aus Digital wieder Analog macht

Mittlerweile gibt es auch eine große Vielzahl an Geräten, die einige dieser Funktionen in einem Gehäuse vereinen. Je nach Hersteller sind dies Streamer, Media-Server, Media-Tuner ...



Zusammenfassung

Sie sehen: es tut sich einiger im Digital-Audio-Bereich. Falls Sie bislang noch zögerten, sich damit zu befassen, dann sollten Sie sich langsam mit diesem faszinierenden Audiobereich vertraut machen. Immer mehr Musik ist verfügbar, immer bessere Abspielgeräte und immer mehr – einigermaßen einfach zu bedienende Software – machen auch dem interessierten Laien möglich, hochauflösende Musik zu genießen.

Falls Sie eine sehr hochwertige HiFi-Anlage besitzen, sollten Sie auf jeden Fall das Angebot an SACDs durchstöbern. Und wenn Sie dann viele spannende Aufnahmen auf SACD entdecken, schauen Sie sich doch einmal einen guten SACD-Spieler an....

Ich wünsche Ihnen vergnügliche Stunden mit guter Musik.

Peter Lützelberger / PhonoPhono

Sie möchten sich noch etwas mehr informieren über moderne digitale Audio-Formate?
Neben den oben genannten Internetseiten für Musik-Downloads finden Sie interessante Artikel auf:

www.computeraudiophile.com

<http://www.acousence.de/>

www.meridian-audio.com