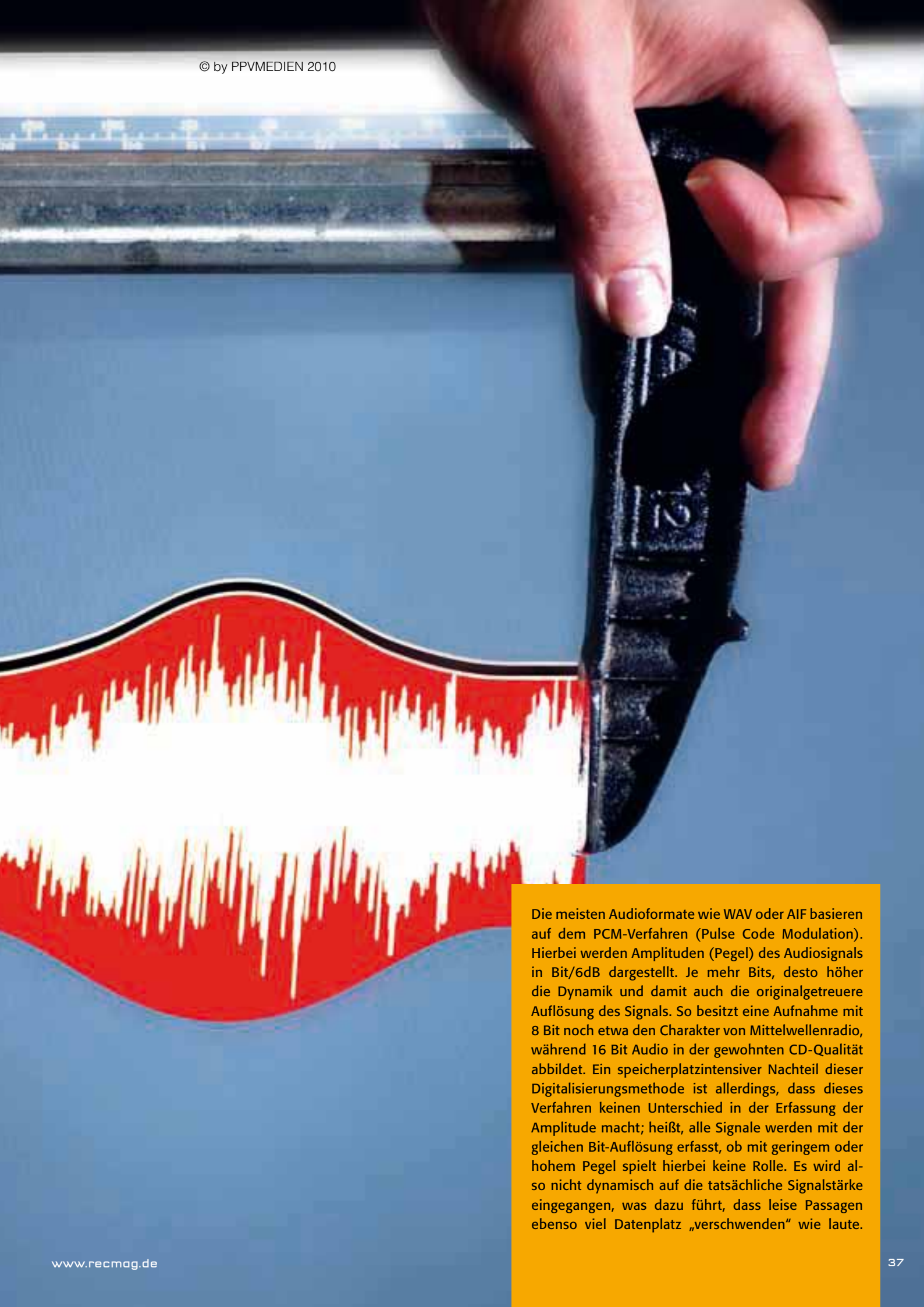


AUDIOFORMATE UND DATENKOMPRESSION

# Weniger ist Mehr

AUDIODATENREDUKTION VERSTEHEN UND RICHTIG NUTZEN

Dank drastisch gesunkener Preise für Festplatten und andere Speichermedien lassen sich mittlerweile Terabytes an Audiodaten ohne Qualitätsverlust bequem im heimischen Rechner abspeichern. Spannend wird es jedoch, wenn ihr unterwegs seid und trotzdem eure Lieblingssongs oder Projekt-Mixes mit begrenztem Speicherplatz ohne Qualitätseinbußen auf Abruf dabei haben wollt. RecMag stellt euch nachfolgend die wichtigsten Formate für die Datenkompression vor und erläutert die technischen Hintergründe.



Die meisten Audioformate wie WAV oder AIF basieren auf dem PCM-Verfahren (Pulse Code Modulation). Hierbei werden Amplituden (Pegel) des Audiosignals in Bit/6dB dargestellt. Je mehr Bits, desto höher die Dynamik und damit auch die originalgetreue Auflösung des Signals. So besitzt eine Aufnahme mit 8 Bit noch etwa den Charakter von Mittelwellenradio, während 16 Bit Audio in der gewohnten CD-Qualität abbildet. Ein speicherplatzintensiver Nachteil dieser Digitalisierungsmethode ist allerdings, dass dieses Verfahren keinen Unterschied in der Erfassung der Amplitude macht; heißt, alle Signale werden mit der gleichen Bit-Auflösung erfasst, ob mit geringem oder hohem Pegel spielt hierbei keine Rolle. Es wird also nicht dynamisch auf die tatsächliche Signalstärke eingegangen, was dazu führt, dass leise Passagen ebenso viel Datenplatz „verschwenden“ wie laute.



**Die Kodierung mit variablen Bitraten (VBR) lässt sich in diesem Beispiel klar nachvollziehen. Erst hohe Pegel nutzen die volle Bitauflösung aus, während bei geringen Pegeln die Auflösung ohne Qualitätseinbußen reduziert werden kann und somit weniger Speicherplatz benötigt wird.**

PCM-kodierte Audiodateien belegen in 16 Bit Auflösung, 44,1 kHz Abtastrate und Stereo circa 10 MB pro Minute Material.

**Mittlerweile gibt es aber Formate, die wesentlich weniger Platz einnehmen.** Während der letzten beiden Jahrzehnte hat gerade die Verbreitung von Musik über das Internet stark dazu beigetragen, dass viele solche Audio-Codices auf breiter Ebene verfügbar sind. Und so ist auch der mobile Hörgenuss aufgrund schicker und leistungsfähiger Handys und westentaschengroßer Player mittlerweile kein Problem mehr. Aufgrund des begrenzten Speicherplatzes machen sie aber den Einsatz von digitalen Komprimierungsverfahren nötig.

**Das Ziel und gleichzeitig Kunststück der Audiodatenreduktion ist es, den Datenstrom ohne hörbaren Qualitätsverlust zu minimieren.** Denn bei der Reduktion der Daten kann – muss aber nicht – Information verloren gehen. In diesem Fall wären dann die Ausgangsdaten des Verschlüsselungsprozesses (Encoding) und die aus der komprimierten Datei beim Decoding erzeugten Daten nicht identisch. Die hohe Kunst des Encodings besteht nun darin, dass zwar Audioinformationen signifikant reduziert werden, hierbei jedoch das datenreduzierte Audiosignal genauso klingen soll wie das Ausgangsmaterial. Dafür gibt es zwei Wege, die sich grundsätzlich unterscheiden:

## Beim VBR-Encoding werden dynamische Inhalte flexibel erfasst.



**Mittels cleverer Datenkompression bekommt man viel Musik in guter Qualität auf den mobilen Player.**

### Verlustbehaftet (Lossy)

Viele Kompressionsverfahren funktionieren nicht ohne Datenverlust, weswegen man sie auch verlustbehaftete Datenreduktion nennt. MP3-kodierte Audiodaten in 128 kbps belegen beispielsweise nur ein Zehntel der Originaldaten bei identischer Auflösung,

Bittiefe und Kanalanzahl. So können auf einer handelsüblichen CD statt 74 Minuten über 740 Minuten Daten gespeichert und etwa auf jedem MP3-Player wiedergegeben werden. Entsprechende Audiocodices nutzen die Erkenntnis, dass das menschliche Gehirn gleiche oder benachbarte Frequenzbereiche bei unterschiedlichen Pegeln nur sehr eingeschränkt wahrnehmen kann. Gleiches gilt für sehr hohe und tiefe Frequenzen im menschlichen Hörbereich von 20 bis 20.000 Hz. Deshalb wird die Kodierung unter Berücksichtigung dieser psychoakustischen Vorgänge als wahrnehmungsbezogene Audiokodierung (Perceptual Audio Coding) bezeichnet.

### Verlustfrei (Lossless)

Moderne Audioformate wie WMA Lossless oder FLAC hingegen analysieren das Audiosignal auch im Hinblick auf die tatsächlichen Pegel und reduzieren die Bitauflösung entsprechend, ohne dabei die Frequenzen zu beschneiden oder zu reduzieren. Besitzen beispielsweise leise Passagen maximal 48

| Verlustbehaftet                              | Datenendung     | Max. Auflösung  |
|--|-----------------|-----------------|
| MP3 (MPEG-1, Audio Layer 3)                  | .mp3            | 16 Bit/ 48 kHz  |
| WMA (Windows Media Audio)                    | .wma            | 24 Bit/ 96 kHz  |
| AAC (Audio Advanced Codec)                   | .aac, .mp4      | 24 Bit/ 96 kHz  |
| AC-3/ Dolby Digital                          | .ac3            | 24 Bit/ 48 kHz  |
| Ogg Vorbis                                   | .ogg            | 16 Bit/ 48 kHz  |
| Real Audio                                   | .rm, ra         | 16 Bit/ 48 kHz  |
| Coherent Acoustics                           | (für DTS)       | 24 Bit/ 96 kHz  |
| ATRAC-3 (Adaptive Transform Acoustic Coding) | (Für MD-Player) | 20 Bit/ 48 kHz  |
| Verlustfrei                                  | Datenendung     | Max. Auflösung  |
| WMA Lossless                                 | .wma            | 24 Bit/ 96 kHz  |
| Apple Lossless                               | .m4a, mp4       | 24 Bit/ 96 kHz  |
| FLAC (Free Lossless Audio Codec)             | .flac, fla      | 24 Bit/ 96 kHz  |
| MLP (Meridian Lossless Packaging)            | (für DVD-Audio) | 24 Bit/ 192 kHz |



hem Pegel. Resultat: Geringer Speicherplatz. Konstante Bitraten (CBR) sind immer dann von Bedeutung, wenn die Datenrate einen bestimmten Maximalwert (zum Beispiel: Auslesegeschwindigkeit während eines Podcasts) nicht überschreiten darf. Nachteil: Bei dieser Methode spielt die Komplexität des Audiosignals keine Rolle. Ob leise oder laute Passagen, es wird mit konstanter Bitrate encodiert und so bei leisen Passagen Speicherplatz „verschwendet“.

**Besonderheiten ergeben sich bei der Bearbeitung komprimierten Audiomaterials.** Aufgrund des geringen Speicherplatzbedarfs erfreuen sich verlustbehaftete Audiodaten beispielsweise im MP3- oder AAC-Format großer Beliebtheit bei Webradios oder Liveaufnahmen. Kein Wunder, klingen diese doch nahezu wie das unkomprimierte, große Original. Im Gegensatz zu PCM-erzeugten Originaldaten lassen sich aufgrund der Framebasierten Datenstruktur solche Daten nicht so ohne weiteres bearbeiten. Dabei habt ihr zwei Optionen:

dB, kann die Bitauflösung auf 8 Bit reduziert werden ( $48 \text{ dB} / 6 \text{ dB} = 8 \text{ Bit}$ ). Laute Passagen mit 96 dB werden dagegen mit 16 Bit gespeichert ( $96 \text{ dB} / 6 \text{ dB} = 16 \text{ Bit}$ ). Auf diesem Wege lassen sich bis zu 50 Prozent Daten ohne Qualitätseinbußen einsparen.

**Die Begriffe VBR (variable bit rate) und CBR (constant bit rate) beschreiben die Art, wie die Kompressionsmethode die Mediadaten mit einer bestimmten Datenrate speichert.** Beim VBR-Encoding können dynamische Inhalte flexibel erfasst werden. Hierbei werden Passagen mit geringem Pegel mit weniger Bits aufgelöst als Passagen mit ho-

**Re-Konvertierung:** Hierbei wird beispielsweise eine MP3-Datei im Audioeditor temporär in eine unkomprimierte WAV oder AIF-Datei umgewandelt. In diesem Format wird die Datei auch editiert, letztendlich aber als MP3-Datei exportiert. Bei diesem Vorgehen kann es jedoch zu Qualitätseinbußen kom-

# recmag wissen

## Generationsverlust

Vermeidet wenn möglich die Neukonvertierung von verlustbehafteten Daten mit niedriger Datenrate. Das Klangbild und die räumliche Abbildung leiden aufgrund der ohnehin reduzierten Datenmenge. Coders wie MP3, AAC oder AC3 sollten deshalb ganz am Ende eurer Produktionskette nach dem Mastering stehen.

# MUSIC STORE

professional  
www.musicstore.de

billiger kaufen...frei Haus  
mehrere tausend Gitarren Versandbereit

Schöner informieren: blättern Sie in unserem interaktiven Blätterkatalog! unter [www.musicstore.de](http://www.musicstore.de)

**FAME**  
STUDIOMIKROFONE



**39€**



**59€**



**79€**



**129€**



**139€**



**139€**

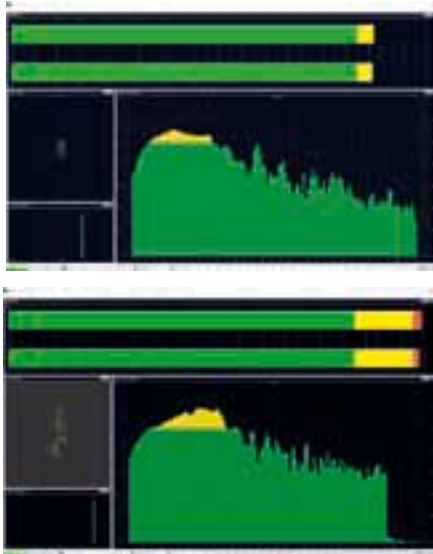
Vom Blätterkatalog sind Sie mit nur einem Klick wieder im Shop...

**149€**

**249€**



**299€**



**Wird Datenrate zu sehr reduziert geht dies mit einem massiven Höhenverlust einher. Oben seht ihr das Original-File, unten eine 64 kBit-Version. (Diese Grafiken wurden uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt von den Dreamscape-Studios: [www.dreamscape-studios.de](http://www.dreamscape-studios.de))**

men. Beispielsweise arbeiten Steinbergs Cubase und Wavelab, sowie Apples Logic nach diesem Prinzip.

### Bearbeitung ohne Neukompression.

Es gibt einige Audioeditoren, die auf die Bearbeitung von MP3-Dateien spezialisiert sind. Hierbei können jedoch nur eingeschränkt Parameter wie Lautstärke, harter Schnitt und das Zusammenfügen mehrerer MP3-Dateien ohne Neukonvertierung und damit ohne Qualitätsverlust ausgeführt werden. Möglich wird dies unter anderem durch die Bearbeitung der Meta-Daten, also den gespeicherten Informationen über Lautstärke, Länge, etc., welche jede MP3-Datei zusätzlich zu den Audiodaten abspeichert.

**Überall dort, wo ihr mit geringen Speicherplatz und Datenraten auskommen müsst, bieten sich verlustbehaftete Datenformate an.** Aber nicht jedes Format eignet sich auch für die hochwertig klingende Wiedergabe eurer Songs. Wollt ihr beispielsweise eure Produktionen im Internet einem breiten Publikum präsentieren oder sogar Live-Events wie Podcasts im Web durchführen, bieten

## Vergesst nicht die User mit analogem Modemzugang.

sich Streaming-fähige Formate an, die bereits bei geringen Datenraten eine noch passable Klangqualität ermöglichen. Hiermit wird gewährleistet, dass selbst Interessierte mit antiquiertem analogem Modemzugang Streams abspielen können.

**So wird RealAudio beispielsweise sehr häufig im Sprachbereich für Live-Reportagen verwendet,** während AAC fester Bestandteil von Apples Quicktime-Technologie ist, auf der wiederum der erfolgreiche iTunes Store basiert. MP3 als eines der ältesten, daher am weitesten verbreiteten Formate schneidet gerade in Hinblick auf geringe Datenraten



**Teures Pult vs. MP3 auf Mobiltelefonen. Es gilt bei der Datenreduktion das richtige Verfahren für den richtigen Zweck zu wählen.**

klangtechnisch schlechter ab als beispielsweise AAC oder Ogg Vorbis, besitzt jedoch einen wichtigen Vorteil: MP3 kann auf nahezu allen Plattformen wiedergegeben werden, seien es Handys, Autoradios, CD- bzw. DVD-Player oder die unzähligen MP3-Player. Wollt ihr eure Musiksammlung ohne Qualitätseinbußen und unnötigen Verbrauch von Terabytes an Speicherplatz genießen, sind verlustfreie Codecs wie Apple, WMA Lossless oder FLAC geeignete Kandidaten. Immerhin

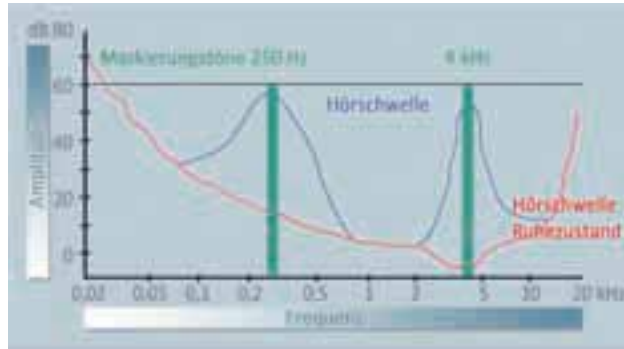
lassen sich damit eure Dateien auf 50% der ursprünglichen Größe reduzieren. Aktuelle Mediaplayer wie iTunes oder der Windows Media Player können mit verlustfreien Codecs umgehen und die Daten für eine ungetrübte Wiedergabe auf geeignete Geräte übertragen.

**Bei Formaten wie beispielsweise MP3 und AAC können in jede encodierte Datei Metadaten eingebettet werden.** Dank dieser Metadaten können zusätzliche Informationen über Künstler, Titel und Länge übermittelt werden. Damit diese auch angezeigt werden, müssen Player über entsprechende Features verfügen. Billige Vertreter dieser Zunft verfügen meist jedoch über ein sehr kleines Display, welches die Metadaten nur verkürzt und damit teilweise kryptisch darstellt. Außerdem wird aufgrund der geringen Produktionskosten gerne auf einen schnellen Speicher verzichtet. Solange ihr nur wenige Audiodateien unterwegs wiedergeben wollt,

### So funktioniert

#### ... ein verlustbehafteter Audiocodec:

Der beispielsweise bei Dolby Digital eingesetzte Algorithmus AC-3 nutzt die psychoakustische Erkenntnis, dass Frequenzen unter einem bestimmten Pegel für Menschen nicht wahrnehmbar sind. Werden beispielsweise zwei simultan auftretende Audiosignale im gleichen Frequenzbereich mit unterschiedlichem Pegel erzeugt, wird nur das lautere Signal wahrgenommen. Das leisere Signal wird von dem lauteren überlagert oder „maskiert“ (sog. Frequency Domain Masking) und kann somit vernachlässigt werden. AC-3 unterteilt hierzu das Audiosignal in sehr schmale Frequenzbänder und ermittelt anschließend diejenigen Frequenzen, welche oberhalb der menschlichen Hörschwelle liegen. Alle anderen Frequenzen werden beim Encoding nicht mehr berücksichtigt und – Tadaa! – trotz reduzierter Datenmenge nehmen wir keine Qualitätseinbußen des Audiosignals wahr!



Am Beispiel von Tönen mit 250 Hz und 4 kHz bei 60 dB Pegel erkennt man die Frequenzbereiche, welche unterhalb der Hörschwelle liegen. Die Töne „verdecken“ also naheliegende Frequenzbereiche unter 60 dB, welche deshalb vom menschlichen Gehör nicht wahrgenommen werden können. Außerdem ist an Hand der Hörschwelle im Ruhezustand gut erkennbar, dass das Gehör tiefe und sehr hohe Frequenzen erst bei hohen Pegeln wahrnehmen kann. Diese psychoakustischen Erkenntnisse bilden die Basis für die verlustbehaftete Datenkompression.

ist dieser Umstand nicht weiter tragisch. Habt ihr jedoch eure komplette CD-Sammlung digitalisiert, ist eine schnelle Suche gewünschter Titel nicht möglich. Klärt vor dem Encoding eurer Daten das benötigte Format ab, um spätere, zeitaufwändige Konvertierungen zu vermeiden. So kann beispielsweise das Musikverwaltungsprogramm iTunes keine WMA-Dateien speichern, sondern konvertiert diese automatisch in AAC-Dateien. Aktuelle Nokia Handys unterstützen wiederum WMA, jedoch kein AAC. Achtet deshalb auch beim Kauf von Wiedergabegeräten auf die unterstützten Audioformate. Nicht alle Geräte kön-

nen das von euch benötigte Format wie z. B Ogg Vorbis wiedergeben. Zwar gibt es mittlerweile eine Reihe von Konvertierungsprogrammen, die eure Dateien von einem Format in ein anderes wandeln. Nicht alle Programme verfügen jedoch über einen leistungsfähigen Batch-Modus, der automatisch all eure Daten ohne Qualitätsverlust konvertieren kann. ☐



Der Autor  
*Nikola Kaan*

... arbeitet als freier Autor und Studioberater, ist Musiker und leid-geprüfter Computerfachmann für AV-Workstations.

## recmag tipp

**Variable Bitrate**

Das Encodieren von Audiomaterial mit variabler Bitrate ist die beste Möglichkeit, eure Audiodateien möglichst klein zu halten. Probiert verschiedene Datenraten aus und hört euch das Ergebnis vor der Weitergabe am besten in unterschiedlichen Pegeln an. Denn Files mit 96 kbit/s klingen einfach anders als bei 160 kbit/s. Merke: Je geringer die Datenrate, desto flacher und dumpfer das Klangbild.

**MUSIC STORE**  
professional  
www.musicstore.de

**DER NEUE KATALOG!**

**416 Seiten**  
Hits, News & Deals!  
Kostenlos bestellen:  
www.musicstore.de