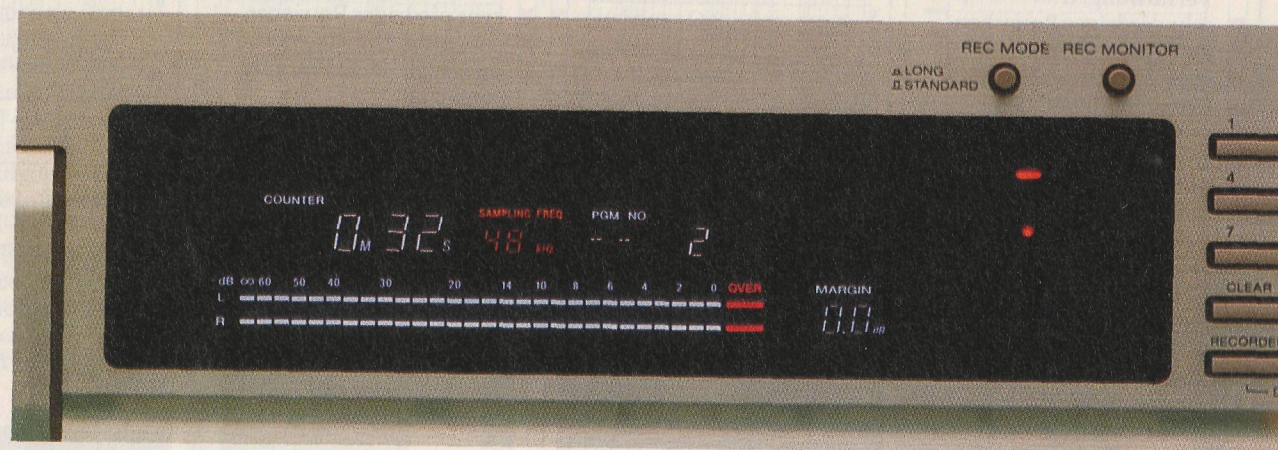


ALLES ÜBER DEN DAT-RECORDER, 2. TEIL

DIE AUFZEICHNUNGS- FORMATE

Nach anfänglichen Schwierigkeiten gewinnt der digitale Cassettenrecorder DAT nun immer mehr Freunde. Damit wächst das Informationsbedürfnis, und so soll es in unserem mehrteiligen Beitrag um die Eigenschaften dieses hervorragenden Aufnahmegeräts gehen.



Langspielmodus, Hinterbandkontrolle und eine informative Aussteuerungsanzeige sind wichtig beim Erstellen von Eigenaufnahmen.

Neben dem Herzstück des DAT-Recorders – der komplizierten Mechanik – haben wir uns im ersten Teil mit dem SCMS-Kopierschutz beschäftigt. Dabei tauchte auch der Begriff „Abtastfrequenz“ auf, der in der digitalen Audiotechnik eine Schlüsselrolle spielt und somit für ein gewisses Grundverständnis wichtig ist.

Bei der Abtast- oder Samplingfrequenz handelt es sich um die Frequenz, mit der das analoge Musikschrift für die Digitalisierung abgetastet wird. Und das ist eine Aussage darüber, wievielmals in der Sekunde eine Probe von der analogen Schwingung genommen wird. Dabei zerlegt man das Musikschrift in eine Vielzahl von einzelnen Spannungswerten.

Von der Abtastfrequenz hängt die obere Grenzfrequenz ab, also die Frequenz, die maximal übertragen werden kann. Bei der Frequenz 44,1 Kilohertz, mit der bei

CDs und vorbespielten DAT-Cassetten gearbeitet wird, beträgt die Grenzfrequenz 20 Kilohertz, bei der ebenfalls genormten Abtastfrequenz 48 Kilohertz geht die Übertragung sogar bis 22 Kilohertz.

48 Kilohertz ist in der Studiotechnik üblich – aber auch bei Aufnahmen über die Analogeingänge nicht professioneller DAT-Recorder. In der digitalen Audiotechnik gibt es noch eine dritte genormte Abtastfrequenz, die vom DAT-Recorder verarbeitet werden muß. Sie beträgt 32 Kilohertz und wird beim digitalen Satellitenrundfunk sowie für den Langspielmodus eingesetzt. Dadurch kommt es zu Einschränkungen des Übertragungsbereichs auf 15 Kilohertz.

Neben der reduzierten Bandbreite, die ja exakt dem UKW-Rundfunk entspricht, gibt es beim Langspielmodus aber noch eine weitere Einschränkung, nämlich die sogenannte nichtlineare Quantisierung. Wie bereits er-

wähnt, wird das analoge Musikschrift bei der Abtastung in eine Vielzahl von Spannungswerten zerlegt. Bei der Abtastfrequenz von 44,1 Kilohertz steht alle 22 Mikrosekunden ein solcher Wert zur Verfügung. Diese Werte unterteilt man wiederum in viele kleine Pegelstufen, die sogenannten Quantisierungsstufen.

Im Idealfall sind die Stufen von gleicher Größe, was für alle Betriebsarten unserer digitalen Audiokomponenten – mit Ausnahme des Langspielmodus – zutrifft. Bei der hier üblichen nichtlinearen Quantisierung macht man die Stufen hingegen unterschiedlich groß, ausgehend von der Überlegung, daß sich bei der Analog/Digitalwandlung hauptsächlich die Bits mit der niedrigeren Wertigkeit ändern.

Durch eine Komprimierung der hohen Signalpegel kommt man mit einer geringeren Anzahl von Stufen, und damit einem geringeren

Informationsbedarf aus. Im Zusammenwirken mit der auf 32 Kilohertz begrenzten Abtastfrequenz wird die Verdoppelung der Spieldauer im Langspielmodus ermöglicht. Der Bandvorschub beträgt dann nur 4,075 Millimeter pro Sekunde.

Obwohl der Satellitenrundfunk ebenfalls mit der Abtastfrequenz 32 Kilohertz arbeitet, besteht zum Langspielformat doch ein deutlicher Unterschied, denn beim Rundfunk haben wir es ja mit einer linearen Quantisierung zu tun. Daher sind im Langspielmodus keine Eins-Zu-Eins-Kopien über den Digitaleingang möglich. Hier muß vor der Aufnahme eine Umrechnung erfolgen.

Sowohl beim DAT-Recorder als auch beim CD-Player taucht der Begriff „Emphasis“ auf, wobei es sich um ein zweiseitig arbeitendes Rauschunterdrückungssystem handelt, das die Höhen aufnahmeseitig anhebt und wiedergabeseitig um den gleichen Betrag absenkt.

Der Vorteil liegt darin, daß durch die Höhenabsenkung auch das auf dem Übertragungsweg hinzukommende Rauschen mit reduziert wird und sich dadurch weniger störend bemerkbar macht. Bei der Aufnahme nennt man den Vorgang „Preemphasis“, bei der Wiedergabe hingegen „Deemphasis“. Der Verlauf der Anhebung und Absen-

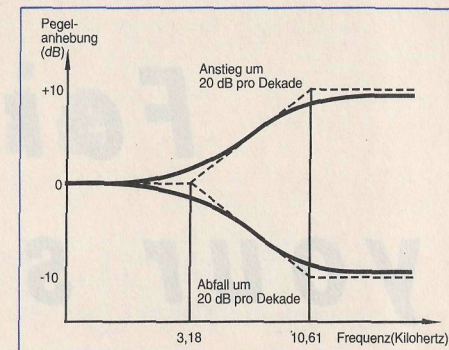
kung wird durch sogenannte Zeitkonstanten beschrieben, die die beiden Eckfrequenzen der Kennlinie bestimmen.

Die Zeitkonstanten betragen 50 und 15 Mikrosekunden, was den Frequenzen 3183 und 10610 Hertz entspricht. Bis zur Frequenz von 3183 Hertz wird das Musikschrift also nicht verändert, darüber erfolgt eine Pegelanhebung mit einer Steilheit von 20 Dezibel pro Frequenzdekade. Ab der zweiten Frequenz geht die Steilheit auf Null zurück, so daß die Höhenanhebung dann konstant zehn Dezibel beträgt.

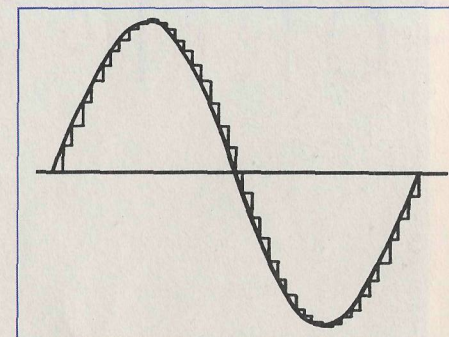
Freilich sind mit diesem Rauschunterdrückungsverfahren auch Nachteile verbunden. Im Vergleich zu Aufnahmen ohne Emphasis ist die Aussteuerbarkeit in den Höhen nämlich um den Betrag der Anhebung reduziert. Daher lohnt sich der Einsatz nur bei den Aufnahmen, die einen geringen Höhenanteil enthalten. Dies ist bei klassischer Musik der Fall, nicht jedoch bei Popmusik. Hier sorgen moderne Synthesizersounds meist auch in den Höhen für eine starke Aussteuerung.

Was den DAT-Recorder angeht, sind bisher sind nur professionelle Geräte mit der Möglichkeit ausgerüstet, Aufnahmen wahlweise mit Emphasis auszuführen. Bei der Aussteuerung braucht man auf die reduzierte Hö-

Charakteristik der Frequenzganganhebung und -absenkung durch die Emphasis.



Für die Digitalisierung wird die Musik in feine Streifen zerlegt, also quantisiert. Normalerweise sind die Stufen gleichgroß, bei der nichtlinearen Quantisierung jedoch unterschiedlich. Dadurch läßt sich die Spielzeit verdoppeln.



henaussteuerbarkeit übrigens nicht zu achten, da das Aussteuerungsinstrument diese Tatsache automatisch berücksichtigt.

Digitale Überspielungen mit Emphasis aufgenommenen Musikschrift werden exakt so übernommen, so daß auf der Wiedergabeseite jedes DAT-Recorders eine entsprechende Filterschaltung erforderlich ist. Bei der Ermittlung von Frequenzgängen wird dieser Fall von unserem Meßlabor also immer mit berücksichtigt.

Dem Endverbraucher meist verborgen, werden immerhin etwa zehn Prozent aller CDs mit Emphasis aufgenommen, meist aus dem Bereich E-Musik. Nur wer einen DAT-Recorder oder CD-Player mit Emphasis-Anzeige besitzt, kann auch optisch nachprüfen, warum die eine oder andere CD leiser ausgesteuert ist.

Im dritten Teil unserer DAT-Serie wollen wir uns unter anderem mit dem Subcode befassen.

Reinhard Paprotka

TECHNISCHE MERKMALE DES DAT-SYSTEMS

	Aufnahme und Wiedergabe				Wiedergabe vorbespielter Bänder	
	Modus 1	Modus 2	Modus 3	Modus 4	Normalspur	Breitspur
Anzahl der Kanäle	2	2	2	4	2	3
Abtastfrequenz kHz	48	32	32	32	44,1	44,1
Quantisierung Bit	16, linear	16, linear	12, nichtlinear	12, nichtlinear	16, linear	16, linear
Datenrate MBit/sec	2,46	2,46	1,23	2,46	2,46	2,46
Hilfscod-Kapazität KBit/sec	273,1	273,1	136,5	273,1	273,1	273,1
Modulationssystem	8-auf-10-Umwandlung				8-auf-10-Umwandlung	
Fehlerkorrektur-Verfahren	doppelter Reed-Solomon-Code				doppelter Reed-Solomon-Code	
Redundanz %	37,5	58,3	37,5	37,5	42,6	42,6
Cassettenabmessungen mm	73×54×10,5				73×54×10,5	
Aufnahmedauer min	120	120	240	120	120	80
Bandmaterial	Reineisen				Eisenoxid	
Breite des Bandes mm	3,81				3,81	
Dicke des Bandes µm	13 ± 1				13 ± 1	
Bandgeschwindigkeit min/sec	8,15	8,15	4,075	8,15	8,15	12,225
Surweite µm	13,591				13,591	20,41
Kopftrommel (Standarddaten)	ø 30 mm, 90 Grad Umschlingung				ø 30 mm, 90 Grad Umschlingung	
Kopftrommeldrehzahl UpM	2000	2000	1000	2000	2000	2000
Relativgeschwindigkeit m/sec	3,133	3,133	1,567	3,133	3,133	3,129