

Technik: Formatreport Betacam SX



SX-Appeal?

Als Nachfolger für Betacam SP konzipiert: Betacam SX von Sony, ein Bandformat auf MPEG-2-Basis.

TEXT: C. GEBHARD, G. VOIGT-MÜLLER

Mit dem analogen Videoformat Betacam und dessen Weiterentwicklung Betacam SP gelang es Sony in den 80er-Jahren, die Marktführerschaft bei professionellen Videosystemen zu erreichen. Mehr als 350 000 Betacam-Geräte und mehr als 100 Millionen Betacam-Kassetten sollen seither weltweit im Markt sein.

Als dann ein Nachfolger für das etwas in die Jahre gekommene, analoge Videoformat gesucht wurde, lag für Sony natürlich nichts näher, als an den erfolgreichen Vorläufer Betacam mit seinem 1/2-Zoll-Band anzuknüpfen.

Digital sollte das neue Profi-Videoformat sein, robust genug für den News-Einsatz und preisgünstig. Keine einfache Aufgabe für die Hersteller, diese Wünsche der TV-Sender zu befriedigen. Sony konzipierte Betacam SX aber genau für diesen Markt der Boadcaster, in der Hoffnung, damit direkt an den großen Erfolg von Betacam SP anknüpfen zu können.

Das ist nur teilweise gelungen, Betacam SX hatte einen etwas schwierigen Start, und im europäischen und hier wieder besonders im deutschsprachigen Markt konnte sich das Format nur in Nischen etablieren: SX wird zwar von manchen TV-Sendern genutzt, aber nicht auf breiter Basis. Die Situation in Deutschland ist im weltweiten Vergleich eher untypisch, aber ein echter Knaller ist Betacam SX auch bei globaler Betrachtung nicht, das angestrebte Ziel, mit SX das analoge Betacam zu ersetzen, konnte Sony nicht erreichen. Als sich dies abzeichnete, begann Sony, das Betacam-SX-Format in ein umfangreiches Gesamtkonzept einzubetten, die Produkt-

palette zu erweitern und viele Optionen anzubieten, mit denen sich Betacam-SX-Geräte in unterschiedlichste Infrastrukturen integrieren lassen. Als Klammer diente dabei das Kompressionsverfahren, mit dem Betacam SX als bis dahin einziges Videobandformat arbeitet: MPEG-2.

Trotzdem war der europäische Markt mit Betacam SX nicht zufrieden, besonders die niedrige Videodatenrate wurde kritisiert. Sony reagiert hierauf mit einem Videoformat, das diese höhere Videodatenrate bietet: MPEG-IMX, ein MPEG-2-basiertes Videoformat, das mit einer Datenrate von 50 Mbps arbeitet. Seither ist die Welt bei den Videoformaten auch für Sony geteilt: In Europa wird MPEG-IMX verlangt, ein Format, für das sich auch schon etliche Broadcaster im deutschsprachigen Raum entschieden haben. Im Rest der Welt, mit Schwerpunkt USA und Japan, wird aus der Sony-Profi-Produktfamilie eher Betacam SX eingesetzt (neben DVCAM natürlich).

Kompression und Datenrate

Betacam SX zeichnet digitale, mit 8 Bit quantisierte 4:2:2-Komponentensignale auf. Es wird also nicht wie bei DV und seinen Varianten an der Farbaufklärung gespart, vielmehr stehen das Helligkeitssignal Y und die Farbdifferenzsignale R-Y und B-Y mit dem vollen, für unser TV-System definierten Abtastratenverhältnis von 4:2:2 zur Verfügung.

Um dennoch auf die für preisgünstigere Digitalssysteme unabdingbare, niedrige Datenrate zu kommen, wird dieser Datenstrom bei der Aufzeichnung mit Betacam SX gemäß dem MPEG-2 422P@ML Kom-

pressionsverfahren komprimiert (siehe Kasten MPEG-Basics).

Am Ende dieser MPEG-Kodierung steht bei Betacam SX eine Videodatenrate von 18 Mbps, der Datenstrom ist dabei im ständigen Wechsel aus I- und B-Frames zusammengesetzt.

Die Videodatenrate von 18 Mbps ist niedriger als die von DV, was viele Anwender zunächst erschreckte. Aber Sony reklamiert für Betacam SX, dass es mit einem sehr modernen und effektiven Kompressionsalgorithmus arbeite und deshalb auch bei relativ niedrigen Datenraten eine hohe Qualität biete. In der Tat kann sich die Bildqualität von Betacam SX sehen lassen, sie stellt – um das Mindeste zu sagen – die Bildqualität von Betacam SP deutlich in den Schatten.

Die IB-Struktur des Datenstroms verursacht in der Nachbearbeitung einen höheren Rechenaufwand in den Geräten, aber Sony ist es gelungen, diese Hürde zu überwinden und die volle Schnittfunktionalität auch bei Betacam-SX-Geräten zu realisieren. Die 4:2:2-Signalverarbeitung bringt bei Chromakey-Effekten in der Nachbearbeitung Vorteile gegenüber DV und seinen Varianten. Wie bei allen Digitalformaten, die mit Kompression arbeiten, kann es bei Betacam SX aber zu unvorhersehbaren Bildfehlern kommen, wenn das Bildmaterial über viele Generationen kopiert, und dabei der Bildinhalt verändert wird. Aber für solche Anforderungen sind weder DV und seine Varianten, noch Betacam SX konzipiert.

Kassetten

Die Kassetten mit Halbzoll-Band sind eigentlich das einzige Bindeglied zwischen den verschiedenen Betacam-Varianten. Bis auf die durchgängig gleiche Bandbreite und die Kassettengehäuse gibt es zwischen Betacam SP, Betacam SX und Digital Betacam nicht viele Gemeinsamkeiten. Besonders was und wie tatsächlich aufs Band geschrieben wird, unterscheidet sich massiv. Trotzdem können viele Betacam-SX-Geräte, nämlich alle, die den Buchstaben A in der Typenbezeichnung tragen, auch analoge Betacam-SP-Kassetten und sogar Be-

tacam-Oxid-Bänder wiedergeben. Allerdings sind dafür zusätzliche Leseköpfe auf der Kopftrommel notwendig.

Um im SX-Format aufzeichnen zu können, müssen Metallpartikelbänder eingelegt werden, wobei es sich dabei um die preisgünstigeren SX-Tapes handeln kann, aber auch um Betacam-SP-Bänder. Die Laufzeit ist bei der digitalen Aufzeichnung im SX-Format länger als bei der analogen Aufzeichnung: Bis zu 62 Minuten passen auf eine S-Kassette, bis zu 194 auf Bänder im L-Gehäuse, das ist eine Verdoppelung der Spielzeiten gegenüber SP.

Reduzierte Betriebskosten

Ein wichtiges Argument, das Sony für Betacam SX ins Feld führt, sind die gegenüber Betacam SP reduzierten Betriebskosten. Die Einsparungen resultieren aus verschiedenen Quellen: SX-Maschinen können mit etwas niedriger spezifiziertem Bandmaterial arbeiten als SP-Maschinen, dadurch werden die Kassetten günstiger. Zudem ist die Spielzeit von SX bei gleicher Kassette doppelt so lang wie die von SP, man braucht also auch deutlich weniger Bandmaterial.

Automatische Regel- und Verstärkerschaltungen sollen manuelle Einmeß- und Pegelvorgänge auf ein Minimum reduzieren, was die Service-Kosten drückt. Zudem gelang es nach Firmenangaben von Sony, bei der Entwicklung von Betacam SX die Zahl der Verschleißteile zu reduzieren und die Maschinen insgesamt etwas einfacher aufzubauen, was sich ebenfalls günstig auf die Service-Kosten auswirkt.

Schnittstellen

Neben den üblichen analogen Ein- und Ausgängen für Bild und Ton setzt Sony bei Betacam SX auf zwei verschiedene, digitale Schnittstellen: Via SDI, also über die am weitesten verbreitete, seriell digitale Schnittstelle, können die Betacam-SX-Geräte dekomprimierte Bild- und in das Signal integrierte Tondaten (Embedded Audio) verarbeiten.

Neu ist SDTI, das die gleichen Kabel und Buchsen nutzen kann wie SDI, aber für die Übertragung komprimierter Daten konzi-

piert wurde. Dabei werden quasi in den Nutzdatenbereich eines normalen SDI-Signals komprimierte Daten geschrieben. Weil die aber weniger Platz beanspruchen, passen bis zu vier komprimierte Signale in diesen Bereich. Das eröffnet die Möglichkeit, komprimierte Videosignale mit vierfacher Übertragungsrate über bestehende SDI-Netze zu verteilen, man kann somit per SDTI viermal schneller als in Echtzeit Videoprogramme kopieren, übertragen oder ausspielen.

Prinzipiell ist es den Anwendern und Herstellern freigestellt, welche Art von komprimierten Daten per SDTI übertragen werden soll, bei Betacam SX sind es eben MPEG-2-Daten.

Ton

Betacam SX bietet vier unabhängige Audiospuren. Der Ton bleibt unkomprimiert, er wird mit 16 Bit quantisiert, die Sampling-Rate beträgt 48 kHz. Sony bietet bei SX-Maschinen die üblichen analogen und digitalen Audioschnittstellen an.

Spezielle Funktionen, Geräte

Für Betacam SX entwickelte Sony ein relativ breites Geräte-Line-Up, das schon bei Beginn der Markteinführung auch einige neuartige, innovative Produkte enthielt. So stellte Sony zusammen mit Betacam SX auch gleich eine technische Neuheit für den Studio-Einsatz vor: den Hybridrecorder DNW-A100. Der hat die gleichen Gehäuseabmessungen wie der weit verbreitete Beta-SP-Recorder BVW-75, aber die Ingenieure haben zusätzlich zum Bandlaufwerk auch noch Festplatten in dem Gerät untergebracht. Der Hybridrecorder verbindet damit die Funktionen eines Disk- und eines Bandrecorders in einem Gerät. Eine andere Produktinnovation, die Betacam SX ermöglichte, ist ein kompakter Recorder mit halber Rackbreite und aufklappbarem LCD-Monitor (DNW-A220 und 225). Zwei solche Geräte lassen sich mechanisch verkoppeln und so zum transportablen Laptop-Minischnittplatz kombinieren.

Ein besonderes Feature von SX-Camcordern (DNW-7, 9WS, 90 und 90WS) ist

die automatische oder manuelle Aufzeichnung von Zusatzdaten auf das Band. Datum, Uhrzeit, Kassetten- und Einstellungsnummern können dabei mitaufgezeichnet und später beim Schnitt zum raschen Auffinden der gewünschten Szenen verwendet werden. Schon beim Dreh lassen sich die einzelnen Einstellungen zudem als brauchbar oder unbrauchbar markieren. Beim Schnitt mit dem oben erwähnten Laptop-Editor, sowie mit den SX-Studiorecordern können diese Daten genutzt werden, aber auch beim Schnitt mit dem zur SX-Linie passenden nonlinearen Schnittsystem DNE-700.

Alle Betacam-SX-Studiorecorder beherrschen Preread-Editing. Im Preread-Betrieb kann ein Videorecorder im gleichen Arbeitsgang ein Videosignal abspielen und es wieder an der selben Bandstelle aufzeichnen, von der es kam. Ein Gerät mit Preread-Funktion kann beim Videoschnitt also gleichzeitig Player und Recorder sein. Dadurch ist es möglich, mit einem 2-Maschinen-System Effekte zu erzielen, die bei der linearen Videobearbeitung ohne Preread nur mit drei oder mehr Maschinen zu realisieren wären.

Zukunftsaussichten

Sony vermarktet Betacam SX mittlerweile weniger als alleinstehendes Aufzeichnungsformat, sondern als Teil eines größeren Ganzen: SX wird als sinnvolle Ergänzung und Verlängerung einer digitalen MPEG-2-Infrastruktur in den Akquisitionsbereich positioniert. Im europäischen Markt ist Betacam SX gegenüber MPEG-IMX klar in den Hintergrund getreten. Generell betont Sony eher eine umfassende MPEG-2-Strategie, die vorsieht, dass im Broadcast-Bereich zwar mit unterschiedlichen Datenraten, aber immer im MPEG-2-Standard gearbeitet wird. Neben dem weiteren Ausbau der Betacam-SX-Gerätefamilie und der Einführung des auf 50 Mbps fixierten MPEG-IMX hat Sony seit der Markteinführung dieses Formats auch mehrere MPEG-2-Geräte vorgestellt, die mit variablen Datenraten arbeiten. Eines davon ist ein 4-Kanal-Diskrecorder, der MAV-555, mit dem sich

MPEG-2-Datenströme in drei verschiedenen Raten aufzeichnen und wiedergeben lassen: 30, 40 oder 50 Mbps.

Sony und auch andere Hersteller haben bislang stets betont, dass es von Vorteil sei, während des ganzen Produktionspro-

zesses durchgängig mit dem gleichen Kompressionsverfahren zu arbeiten. Zunächst war das aber stets nur ein theoretischer Vorteil, denn sobald man mit anderer GOP-Länge und/oder Datenrate arbeiten wollte, musste in der Praxis das Signal de-

komprimiert und dann erneut komprimiert werden. Bei solchen Transkodierschritten bleibt Qualität auf der Strecke und es können bei mehrfacher Kaskadierung dieses Vorgangs unvorhersehbare Bilddefekte entstehen.

Sony bietet aber beispielsweise ein Board für seine SX-Recorder an, mit dem es möglich ist, ohne vollständige Dekodierung des Signals die 18-Mbps-Datenströme einer SX-Maschine in ein 50 Mbps-Signal umzuwandeln und umgekehrt. Diese Transcodier-Technologie wurde und wird weiterentwickelt, die verlustfreie Wandlung zwischen verschiedenen MPEG-Datenraten und -Formaten schreitet voran. Damit könnte es sich tatsächlich als Vorteil erweisen, durchgängig mit dem gleichen Kompressionsverfahren zu arbeiten. Weitere Formatberichte über und eine Tabelle mit den wichtigsten Parametern finden Sie ebenso in www.film-tv-video.de, wie weitere Informationen zu MPEG.

MPEG-Basics

MPEG ist ein standardisiertes Kompressionsverfahren, das sich speziell zur Datenreduktion von Bewegtbildern eignet. Es ist ein asymmetrisches Kompressionsverfahren, das Kodieren ist erheblich aufwendiger als das Dekodieren. Wichtig; MPEG schreibt zwar das Datenformat und die Dekodierung genau vor, wie die Daten erzeugt werden, ist dagegen Sache des Herstellers. Jeder kann beim Kodieren seine eigenen Techniken und Algorithmen einsetzen, solange am Ende normgerechte MPEG-kodierte Datenströme entstehen, die sich mit jedem standardgerechten MPEG-Decoder lesen und wiedergeben lassen.

Ein wichtiger Unterschied von MPEG zu anderen Kompressionsverfahren wie beispielsweise M-JPEG: MPEG komprimiert nicht zwingend nur einzelbildweise (Intraframe), sondern kann darüber hinaus auch die Daten mehrerer aufeinanderfolgender Bilder analysieren und die daraus gewonnenen Informationen für die Kompression nutzen. Auf dieser Basis lassen sich Videosequenzen deutlich effektiver komprimieren: Man kann damit die Bildinformationen mehrerer Einzelbilder zusammenfassen und doppelt vorhandene Informationen eliminieren. Der Fachbegriff hierfür lautet Interframe-Kompression.

Die Einzelbilder einer Videosequenz setzen sich gemäß MPEG-Standard aus I-, B- und P-Frames zusammen. I-Frames sind Indexbilder. Sie enthalten alle wichtigen Bildinformationen und werden im Prinzip so komprimiert, wie jedes einzelne Bild bei einer Motion-JPEG-Kompression. MPEG besitzt allerdings zusätzlich die Möglichkeit, Bereiche innerhalb eines Bildes unterschiedlich zu komprimieren, beispielsweise die Bildmitte weniger als die Randbereiche. Dies kann gegenüber Motion-JPEG bei optisch gleicher Qualität etwa 10-15 % Daten einsparen. B-Frames sind bidirektionale Bilder, also Frames, die nur die Unterschiede eines Bildes zum vorhergehenden und folgenden Bild beinhalten. Der Begriff P-Frame steht für Predicted Frames. Sie werden auf der Basis bisher vorkommender Bilder interpoliert.

Der MPEG-Standard bezeichnet die Folge von I-, B- und P-Frames als Group of Pictures (GOP). Innerhalb des MPEG-Standards sind GOPs beliebiger Länge und Zusammensetzung erlaubt. Einzige Voraussetzung: Eine GOP muß mindestens ein I-Frame enthalten.

Beim Thema GOP liegt auch eine Einschränkung oder zumindest Erschwernis, die MPEG mit sich bringt: Inmitten einer GOP kann nicht, beziehungsweise nur mit erhöhtem technischen Aufwand geschnitten werden. Bei Betacam SX bestehen alle GOPs aus einem I- und einem B-Frame.

Es gibt mehrere MPEG-Standards, von denen aber in der professionellen Videotechnik nur MPEG-2 eine Rolle spielt. MPEG-2 ist wiederum in verschiedene Profiles und Levels unterteilt, für die jeweils unterschiedliche Eckdaten festgelegt wurden: Datenraten, GOP-Strukturen und ähnliches sind hier fixiert. Im Profibereich wird überwiegend der Substandard MPEG-2 422P@ML etabliert (auch 422 Studio Profile @ Main Level genannt). Diese MPEG-Variante arbeitet mit 4:2:2-Sampling, die Auflösung beträgt 720 x 608 Pixel. Die standardisierte, maximale Datenrate liegt bei 50 Mbps.