



Die Büchse der Pandora

IM ÜBERBLICK:

Aktuelle Videoformate

Speichermedien

Alternative Aufnahmeverfahren

Raw-Basics

www.film-tv-video.de

Die ganze Branche. Online.





Die Büchse der Pandora

Eine Frage des Formats

Übersichtlicher ist die Videowelt in den vergangenen Jahren ganz sicher nicht geworden: Immer schneller werden neue Techniken in den Markt getragen, immer kürzer werden die Produktzyklen. Die digitale Bildaufnahme spaltet sich zunehmend weiter auf: Es werden nicht nur permanent neue Verfahren entwickelt, wie man Bilder kleinrechnen und aufzeichnen kann, sondern es stehen heute auch mehr unterschiedliche Speichermedien zur Verfügung. So ergibt sich ein wahrer Dschungel aus Kodierverfahren (Codecs), Dateitypen (File-Formaten) und Speichermedien. Dabei herrschen teilweise so chaotische Zustände, dass den Anwendern mitunter etliches Fachwissen abverlangt wird, wenn sie nicht Schiffbruch erleiden wollen. Ein Beispiel: HDV-Aufnahmen gibt es mittlerweile in so vielen Spielarten, dass man keineswegs mehr sicher sein kann, dass sich diese auch mit jedem HDV-Recorder abspielen lassen — das Gegenteil ist der Fall. HDV-Aufnahmen sind nämlich mit 720 Zeilen und progressiver Bildfolge, aber auch mit 1080 Zeilen und Halbbildaufbau (interlaced) möglich. Außerdem stehen noch verschiedene Bildraten zur Verfügung und es gibt noch Varianten in der Audioaufzeichnung. Das alles gilt allein schon für die HDV-Aufzeichnung auf Videokassetten, es gibt aber auch HDV-Camcorder, die HDV-ähnliche digitale Bildfolgen alternativ auf Speicherkarten schreiben und natürlich kann man an viele Geräte auch einen por-

tablen Diskrecorder anschließen. Es hilft aber nichts mehr, über Versäumnisse, fehlende Logik und mangelnde Selbstkontrolle der Herstellerseite zu lamentieren: Die Büchse der Pandora ist geöffnet, die Lage stellt sich so dar, wie sie nun mal ist. Wollte man alle Varianten der digitalen Videoaufzeichnung erfassen und darstellen, würde auch daraus ein schier undurchdringlicher Wust von Verästelungen entstehen, also ist auch hier Selbstbeschränkung gefragt: Die in diesem Sonderheft von film-tv-video.de aufgestellte Formatübersicht listet die wichtigsten, gebräuchlichsten digitalen Systeme auf, die derzeit von engagierten Hobbyfilmern und Profis für Videoaufzeichnungen genutzt werden. Nicht enthalten sind reine Amateursysteme, wie sie etwa in Billig-Camcordern, Handys und Fotoapparaten verwendet werden. Auch soll hier kein — letztlich sinnloser — akademischer Kampf um Worte geführt werden: Format, System, Standard — wie auch immer die Hersteller oder die Anwender ihr Videoverfahren nennen wollen, sie sollen damit glücklich werden. In diesem Artikel gilt folgende Definition: In der Formattabelle sind die jeweiligen Eckdaten der Videoverarbeitung und der verwendete Codec aufgelistet. In einer separaten Tabelle sind die Eckdaten der Speichermedien aufgeführt. Weitere Tabellen listen alternative Codecs und Aufzeichnungsmethoden auf. Der fortlaufende Text gibt allgemeine Infos, die sich schlecht in

Tabellenform fassen lassen: Hintergründe und Besonderheiten, sowie Hinweise zu Kompatibilitätsfragen.

Welches Verfahren bietet die beste Bildqualität?

Plakative, simple Kriterien vereinfachen Entscheidungsprozesse: Aber genauso wenig wie der Fotoapparat mit den meisten Megapixels automatisch die besten Bilder macht, erreicht das Videosystem mit der höchsten Datenrate auch zwangsläufig die beste Bildqualität bei Videoaufnahmen. Ganz sicher gibt die Datenrate eine erste Orientierung, aber in Zeiten ausgefuchster Kodierverfahren geht es auch darum, bei welchem Verfahren die verfügbare Datenrate am effektivsten genutzt wird. Hierüber allgemeingültige Aussagen zu treffen, ist aber sehr schwierig. Zum einen kann es tatsächlich vom einzelnen Motiv abhängen, wie gut ein bestimmtes Kodierverfahren arbeitet, zum anderen geht es hier immer weniger um Messwerte, als um den Bildeindruck, den der menschliche Betrachter gewinnt. Als grobe Richtschnur und Tendenz kann aber gelten: Ein Signal mit ei-





Der AG-HPX301 von Panasonic ist ein Multi-Codec-Camcorder: Er zeichnet in vielen Formaten auf P2-Karten auf.

ner **Videodatenrate** von 200 Mbps und einem Abtastverhältnis von 4:4:4 kann eine höhere Bildqualität aufzeichnen als eines mit 100 Mbps und 4:2:2, das wiederum mehr Qualität erlaubt als 4:2:0 mit 25 Mbps – aber es kommt eben auch auf den jeweils verwendeten Codec an. Eine wichtige Rolle spielt auch das **Raster**, mit dem das jeweilige Verfahren arbeitet. Bei SD-Verfahren liegt dieses Raster fest, bei HD gibt es zunächst den Unterschied zwischen 720 und 1080 Zeilen, aber innerhalb des 1080-Zeilen-Lagers gibt es eine weitere Unterteilung: Bei HDV und XDCAM HD wird mit dem reduzierten Raster von 1.440 x 1.080 Bildpunkten gearbeitet, statt mit dem vollen Raster von 1.920 x 1.080, das etwa bei XDCAM HD 422 und HDCAM zum Einsatz kommt. Weiteren Einfluss hat das **Kompressionsverfahren**. Die zur Datenreduzierung eingesetzten **Codecs** produzieren unterschiedlich gute Ergebnisse. Ziel ist es immer, die verfügbare Datenrate optimal zu nutzen und dabei eine möglichst hohe Bildqualität zu erreichen. Ein grundlegender Unterschied besteht darin, ob nur innerhalb eines Bildes

komprimiert wird (**Intraframe**), oder ob mehrere aufeinander folgende Bilder gemeinsam verarbeitet werden (**Interframe**). Interframe-Verfahren arbeiten prinzipiell effektiver, erlauben also höhere Bildqualität bei einer vorgegebenen Datenrate als Intraframe-Verfahren. Allerdings wirken sich Bildfehler und Störungen bei Interframe-Verfahren immer auf eine ganze Bildfolge aus. Interframe-Verfahren erfordern zudem höhere Rechenleistung beim Kodieren und Dekodieren, sie sind dadurch für die Postproduktion ungünstiger. Apropos Postproduktion: Je intensiver Material bearbeitet werden soll (Compositing, Effekte, Grading), umso höher sollte die Datenrate sein und um so besser ist es, nur Intraframe-Kompression zu nutzen. Die Bildfolgen, die von Interframe-Codecs erzeugt werden, nennt man **Group of Pictures (GoP)**, deshalb werden Interframe-Verfahren oft auch als Long-GoP-Verfahren bezeichnet.

HD oder SD?

Klingt wie ein glasklarer Fall: Besonders wenn man das Material in

der Zukunft wieder verwerten will, empfiehlt es sich, in HD zu drehen. Ob das Material aber tatsächlich das Potenzial zukünftiger Auswertungen in sich trägt, ist in vielen Fällen zweifelhaft. In der Praxis heißt es also sorgsam abwägen und es ist oft ratsam, erst einen Test zu fahren: Je nach gewünschtem Endergebnis und dem bis dahin nötigen Bearbeitungsweg, kann es nämlich auch heute noch durchaus sinnvoller sein, in SD zu arbeiten. Ein Beispiel: Sie drehen in HDV, stellen aber dann fest, dass das Bearbeitungssystem gar kein HDV mit der von Ihnen gewählten Zeilenzahl verarbeiten kann. Dann wird schon beim Einspielen des Materials gewandelt – vielleicht sogar in SD – und es bleiben nur die Nachteile von HDV erhalten, wie etwa die geringere Bewegungsauflösung, die ein Long-GoP-Verfahren mit sich bringt oder die schlechtere Farbtrennung eines stark komprimierenden Verfahrens. Wenn Sie das Material dann im Lauf der Bearbeitung intensiv bearbeiten wollen und dabei noch mehrfach umkodieren müssen, etwa weil Sie Teile in einem Com-

positing-System verfeinern wollen, das wieder andere Dateiformate braucht und weil Sie am Ende eine DVD oder ein Web-Video brauchen, kann es durchaus passieren, dass Sie besser bedient sind, wenn Sie am Anfang in einem robusten SD-Verfahren aufzeichnen.

Raw-Basics

In einigen Bereichen der Bewegtbildaufnahme setzt sich die Idee durch, gar nicht mehr in einem Videoformat und unter Einsatz eines Video-Codecs aufzuzeichnen, sondern die digitalen Rohdaten der Kamera komprimiert oder unkomprimiert zu speichern und diese erst nachträglich in der Postproduktion in RGB-Bilder zu verwandeln. Der prinzipielle Vorteil liegt darin, dass die Kameraelektronik vereinfacht wird und für die nachträgliche Bildgestaltung mehr Spielraum bleibt. Der Nachteil liegt darin, dass man Raw-Daten bei der Aufnahme nicht so einfach ansehen und in puncto Qualität kontrollieren und überwachen kann — sowie in umständlicherem Handling und komplexeren, zeitaufwändigeren Abläufen in der Postproduktion mit vielen potenziellen Fehlerquellen und langen Renderzeiten. Alle gängigen Bewegtbildsensoren erzeugen zunächst nur Schwarzweißbilder. Die Farbinformation wird erst durch verschiedene Filterverfahren gewonnen. Eines davon, das überwiegend bei Single-Sensor-Kameras angewendet wird, ist das nach seinem Erfinder benannte Bayering: Dabei wird den einzelnen lichtempfindlichen Bildpunkten auf dem Sensor ein festgelegtes Muster zugeordnet, das Bayer-Pattern. Die Hersteller können dabei relativ frei schalten und walten, wie sie Rot-, Grün- und Blauanteile aus dem auf den Sensor fallenden Licht filtern wollen. Die Daten, die man mit einem solchen Sensor gewinnt, werden Raw-Daten genannt. Um aus diesen Daten ein korrektes Farbbild darstellen zu können, muss man bei der weiteren Bearbeitung das Muster kennen, das den Bildpunkten zugeordnet wurde und man muss wissen, wie die Daten

zu gewichten sind. Das wird beim De-Bayering umgesetzt und ist eine Wissenschaft für sich: Der hierbei verwendete Algorithmus entscheidet über die Bildqualität mit, besonders was die Auflösung, die Schärfe, die Farbwiedergabe und die Kantendarstellung betrifft. Das De-Bayering kann man direkt in der Kamera durchführen und dann ein aus den Raw-Daten gewonnenes Videosignal aufzeichnen. Alternativ dazu kann man die Raw-Daten speichern und das De-Bayering später, also in der Postproduktion durchführen.

Weitere Aufnahmeformate

Besonders im Consumer-Bereich gibt es weitere Videoformate, die aber meist mit so geringen Bewegungsaufösungen oder Rastern arbeiten, dass sie für den professionellen Einsatz ungeeignet sind. Auf großes Interesse stoßen jedoch digitale Spiegelreflexkameras (D-SLR). Der Grund dafür liegt neben dem relativ günstigen Preis und der kompakten Bauform darin, dass diese Kameras als Single-Sensor-Geräte ein filmtypisches Schärfentiefeverhalten bieten und den Einsatz von Wechselobjektiven erlauben. Die derzeit populärste Kamera in diesem Segment, die EOS 5D Mark II von Canon, zeichnet mit 30 fps auf CF-Speicherkarten im Raster 1920 x 1080 progressive Bilder auf. Gespeichert werden sie als H.264-kodierte MOV-Dateien mit linearem PCM-Ton. 1080p30 als Aufnahmeformat verursacht im europäischen Raum in der Postproduktion etliche Komplikationen und erfordert die Transkodierung oder zumindest Bildratenänderung des Materials.

Quicktime und andere Wrapper

Eine Idee, um den Übergang zwischen Camcorder und Schnittsystem zu vereinfachen, hat JVC realisiert: Mit zwei neuen Camcordern dieses Herstellers kann im Quicktime-Format auf SD-HC-Speicherkarten aufgenommen werden. Die Daten können dann von Apples Schnitt-Software Final Cut Pro (FCP) direkt verarbeitet werden. Quicktime fungiert dabei als

Wrapper, also als Datenhülle für die Videodaten, die der Camcorder erzeugt. Der Camcorder schreibt in der höchsten Qualitätsstufe MPEG-2-Sequenzen in Long-GoP-Kodierung, die maximale Datenrate liegt bei 35 Mbps: Das entspricht exakt XDCAM EX, nur dass diese Daten eben nativ im Quicktime-Format gespeichert werden und dadurch direkt von FCP lesbar sind. Alternativ stehen 25 und 19 Mbps als Datenrate zur Verfügung, was wiederum den beiden HDV-Standards entspricht. Eine ähnliche Idee verfolgt Focus Enhancements mit seinen andockbaren Diskrecordern, die es erlauben, die Camcorder-Daten in verschiedensten File-Formaten aufzuzeichnen, die dann direkt in Schnittsystemen verarbeitet werden können. Es gibt auch erste Produkte, die es erlauben, direkt im eigentlich für die Postproduktion entwickelten Apple-Format Pro Res 422 aufzunehmen. Mehr dazu finden Sie im Kasten auf Seite 9.

Übersicht: SD-Videoformate

DV: SD-Videobandformat für die Aufzeichnung digitaler Ton- und Bilddaten auf ein ME-Metallband mit einer Breite von 6,35 mm (1/4"). Das DV-Format arbeitet mit einer Quantisierung von 8 Bit und komprimiert die Daten mit dem Faktor 5:1. Die Komprimierung findet immer nur innerhalb eines Bildes statt (Intraframe). Hierfür wird ein mathematisches Verfahren, die diskrete Cosinus-Transformation, eingesetzt. Mit Hilfe von DCT und weiteren Rechenoperationen werden die nicht relevanten Informationen innerhalb eines Bildes erkannt und dann gezielt weggelassen. Zudem werden die Helligkeits- und Farbanteile des Bildsignals nicht im Verhältnis 4:2:2, sondern im Verhältnis 4:2:0 (bei PAL) verarbeitet. DV arbeitet mit einer Videodatenrate von rund 25 Megabit pro Sekunde (als Mbit/s oder Mbps abgekürzt) und zeichnet den Ton unkomprimiert im Zweikanal-Modus mit 16 Bit und 48 Kilohertz digital auf. Viele Geräte ermögli-

chen auch das Arbeiten mit vier Tonkanälen. Dabei erfolgt die Aufzeichnung mit 12 Bit / 32 kHz. DV-Geräte nutzen die kompakten Mini-DV-Kassetten (bis 60 Minuten Laufzeit in Standard-Play) oder die größeren Standardkassetten (maximal 270 Minuten). DV war eigentlich für den Consumer-Markt gedacht, aber die Qualität erwies sich als so gut, dass auch viele Profis DV in der Akquisition einsetzen. DV-Camcorder sind immer noch von zahlreichen Herstellern erhältlich.

DVCPRO: Panasonic entwickelte das digitale SD-Videobandformat DVCPRO auf der Basis des

DV-Formats. Die technischen Daten des DVCPRO-Standards ähneln also denen von DV. Allerdings gibt es einige Unterschiede: DVCPRO arbeitet mit einer Spurbreite von 18 µm. Das Band läuft bei DVCPRO mit 33,8 mm/s, also fast doppelt so schnell wie bei DV. Außerdem arbeitet DVCPRO mit anderem Bandmaterial, nämlich mit MP-Band. Weitere Unterschiede zu DV: Als Abtastverhältnis wurde bei DVCPRO in der PAL-Version 4:1:1 festgelegt und nicht 4:2:0. Dadurch wollten die Entwickler vertikale Farbfehler reduzieren, die sich bei DV nach mehrfachem Kopieren als Farbschmierer bemerkbar

machen können. DVCPRO arbeitet mit Intraframe-Kompression. Auch das DVCPRO-Spurbild sieht anders aus als bei DV: DVCPRO zeichnet zusätzlich eine CTL- und eine Cue-Randspur auf. DVCPRO hat sich in Deutschland bei einigen TV-Sendern etabliert (unter anderem ZDF, MDR, SWR). Dieses Format wird überwiegend im Bereich der täglichen Berichterstattung, also für News eingesetzt. Panasonic bietet nur noch ein bandbasiertes, reines DVCPRO-Camcorder-Modell an, aber Camcorder, die mit P2-Speicherkarten arbeiten, können auch in DVCPRO aufzeichnen.

Aktuelle SD-Formate im Überblick

SYSTEM	DV	DVGAM	DVCPRO	DVCPRO50	IMX (D10)	Digital Betacam
Formatentwickler	DV-Konsortium	Sony	Panasonic	Panasonic	Sony	Sony
VIDEO						
Quantisierung	8 Bit	8 Bit	8 Bit	8 Bit	8 Bit	10 Bit
Kompression	DCT, intraframe	DCT, intraframe	DCT, intraframe	DCT, intraframe	MPEG-2 422P@ML, intraframe	DCT, intraframe
Kompressionsfaktor	5:1	5:1	5:1	3,3:1	3,3:1	2:1
Signalverarbeitung	4:2:0	4:2:0	4:1:1	4:2:2	4:2:2	4:2:2
Bildseitenverhältnis	4:3	4:3	4:3	4:3	4:3	4:3
Datenrate: Video	25 Mbps	25 Mbps	25 Mbps	50 Mbps	50 Mbps	126 Mbps
Digitale Schnittstellen	IEEE-1394	IEEE-1394, SDI, SDTI	IEEE-1394, SDI, SDTI	IEEE-1394, SDI, SDTI	SDI, SDTI, SDTI-CP	SDI
AUDIO						
Sampling, Quantisierung	32 / 48 kHz 12 / 16 Bit, bei 4 / 2 Kanälen	32 / 48 kHz 12 / 16 Bit, bei 4 / 2 Kanälen	48 kHz 16 Bit	48 kHz 16 Bit	48 kHz, 24 Bit bei 4, 16 Bit bei 8 Kanälen	48 kHz 20 Bit
PCM-Kanäle	4 oder 2	4 oder 2	4	4	4 oder 8	4
SPEICHERMEDIUM						
Art	1/4-Zoll: Mini-DV / DV	1/4-Zoll: Mini-DV / DV	1/4 Zoll: Midsize / Standard	1/4 Zoll: Midsize / Standard	1/2 Zoll: Betacam-Maße	1/2 Zoll: Betacam-Maße
max. Spielzeit	60 / 270 min	40 / 184 min	63 / 184 min	63 / 123 min	73 / 220 min	40 / 124 min
Weitere Medien	P2-Speicherkarte	Professional Disc	P2-Speicherkarte	P2-Speicherkarte	Professional Disc	-

DVCPRO50: Das digitale SD-Video-bandformat DVCPRO50 ist eine weitere Evolutionsform des DV-Formats. Vom Grundkonzept entspricht dieses Panasonic-Format DVCPRO. Es unterscheidet sich hauptsächlich durch die 4:2:2-Signalverarbeitung und die Videodatenrate von 50 Mbps von DVCPRO und den anderen DV-Formaten. DVCPRO50 arbeitet mit Intraframe-Kompression. Um die höherwertige Signalverarbeitung und die höhere Datenrate zu erreichen, wird das Band mit doppelter Geschwindigkeit bewegt, die Laufzeit pro Kassette reduziert sich im Vergleich zu DVCPRO um die Hälfte. Es wird immer nur innerhalb eines Bildes komprimiert (Intraframe). DVCPRO50 zeichnet in der PAL-Ausführung 24 Spuren pro Bild auf, also doppelt so viele Schrägspuren wie DVCPRO. Beim Ton sieht DVC-PRO50 vier anstelle von zwei digitalen Audiokanälen mit 16 Bit/48 kHz vor. Alle DVCPRO50-Geräte können auch DVCPRO-Aufnahmen abspielen. Die Camcorder lassen sich zwischen 50- und 25-Mbps-Betrieb umschalten. Wie DVCPRO, wird auch DVC-PRO50 in Deutschland bei einigen TV-Sendern eingesetzt (unter anderem ZDF, MDR, SWR). Dieses Format war mit seiner höheren Datenrate und der daraus resultierenden höheren Bildqualität für »höherwertige« SD-Produktionen gedacht. Die werden heute allerdings im Regelfall in HD produziert. Panasonic bietet nur noch ein bandbasiertes DVCPRO50-Camcorder-Modell an, aber Camcorder, die mit P2-Speicherkarten arbeiten, können auch in DVCPRO50 aufzeichnen.

DVCAM: Das digitale SD-Video-bandformat DVCAM basiert auf dem DV-Format und wurde von Sony entwickelt. Sony variierte beim DVCAM-Format etliche DV-Parameter: Es blieb bei der 4:2:0-Abtastung und der Datenreduktion mittels DCT, aber die Spurbreite wurde bei DVCAM auf 15 µm erhöht. Das Band läuft entsprechend auch

mit einer höheren Geschwindigkeit (28,2 mm/s), dadurch sind die Spielzeiten kürzer als bei DV. Sie betragen je nach Kassette 12 bis 184 Minuten. Aufgezeichnet wird wie bei DV auf ME-Bänder. DVCAM-Geräte können auch DV-Kassetten abspielen. Wie bei DVCPRO sollen auch bei DVCAM die Änderungen gegenüber DV das Format robuster und profitauglicher machen. Es wird immer nur innerhalb eines Bildes komprimiert (Intraframe). DVCAM nutzt Sony auch als Aufzeichnungsformat für das disc-basierte XDCAM-System, das eine Optical-Disc als Speichermedium nutzt. Einer der XDCAM-Camcorder, die Sony anbietet, ist auf DVCAM, also auf 25 Mbps und DCT-Kompression festgelegt, der andere kann zwischen DVCAM und MPEG-IMX umgeschaltet werden. Von einer XDCAM-Scheibe, die im DVCAM-Modus bespielt wurde, kommt das gleiche Signal, wie von einem DVCAM-Band: mit 25 Mbps Videodatenrate, 4:2:0 und DCT-komprimiert. Sony bietet derzeit drei bandbasierte DVCAM-Camcorder-Modelle und einen XDCAM-Camcorder mit reiner DVCAM-Funktionalität an. Sechs XDCAM-HD- und XDCAM-HD-422-Camcorder können auf DVCAM umgeschaltet werden (teilweise ist dafür aber eine kostenpflichtige Zusatz-Option erforderlich).

Digital Betacam: SD-Video-bandformat für die digitale Komponentenaufzeichnung mit 10 Bit Auflösung. Digital Betacam arbeitet mit einer Datenkompression von 2:1 (DCT-basierend). Es wird immer nur innerhalb eines Bildes komprimiert (Intraframe). Aufgezeichnet wird bei Digital Betacam auf Halbzoll-Reineisenmagnetband (12,7 mm breit). Einzelne Recordermodelle im Digital-Betacam-Format können auch Betacam SP abspielen. Digital Betacam wurde von Sony entwickelt und ist das älteste der aktuellen Digitalformate mit einer immer noch weiten Verbreitung im TV-Produktionsbereich.

Sony bietet derzeit noch ein Digital-Betacam-Camcorder-Modell an.

IMX: Sony wählte MPEG-IMX als Bezeichnung für ein SD-Format, bei dem Videobilder gemäß dem MPEG-Standard mit einer Videodatenrate von 50 Mbps komprimiert gespeichert werden. IMX, wie das Format üblicherweise bloß genannt wird, wurde von den Normungsgremien unter der Bezeichnung D10 standardisiert. Bei IMX wird immer nur innerhalb eines Bildes komprimiert (Intraframe). Bandbasierte Geräte im IMX-Format nutzen Kassetten aus der Betacam-Familie. Recorder können so ausgelegt werden, dass sie auch Bänder der Formate Betacam, Betacam SP, Betacam SX und Digital Betacam abspielen können. Welche Formate welche Maschine tatsächlich wiedergeben kann, hängt von der jeweiligen Spezifikation des Geräts ab. Mit dem IMX-Datenformat kann auch die Mehrzahl der disk-basierten Geräte aus der XDCAM-Familie von Sony arbeiten. Hierbei besteht dann die Möglichkeit, zwischen verschiedenen Video-Datenraten zu wählen (30, 40 und 50 Mbps). Mehr zu XDCAM finden Sie auch im Abschnitt »Neue Speichermedien / Aufzeichnungskonzepte«. Sony bietet derzeit noch ein bandbasiertes, zwischen DVCAM und MPEG-IMX umschaltbares SD-Camcorder-Modell an, drei disk-basierte HD-Camcorder aus der XDCAM-Familie können ebenfalls auf SD-Aufnahme im IMX-Format umgeschaltet werden.

XDCAM: Unter dem Begriff XDCAM (ohne weitere Zusätze) bietet Sony SD-Produkte auf Optical-Disc-Basis für den professionellen Markt an. Speichermedium ist dabei die »Professional Disc«, die technologisch mit der Blu-ray Disc verwandt, aber damit inkompatibel ist. XDCAM-Geräte können DVCAM- und IMX-Daten aufzeichnen. Dabei werden natürlich die spezifischen Vorteile eines Disc-Speichermediums genutzt, um die Arbeitsabläufe bei der Bearbeitung zu verbessern. Sony bietet derzeit zwei reine SD-



SD-Karten-Slots bei P2-Geräten dienen nur zum Speichern von Kamera-Settings.



Ikegami und Toshiba haben gemeinsam das GF-System entwickelt.



Sony bietet für die Professional Disc kompakte Decks an.



Covergents XDR ist ein externer CF-Recorder, der via HD-SDI mit Camcordern verbunden werden kann.



Arri hat mit der D21 eine digitale Kamera im Programm, die HD-Signale und Raw-Daten ausgeben kann.

Camcorder im XDCAM-Format an. Diese Geräte können ausschließlich Single-Layer-Discs verarbeiten. Der Begriff XDCAM mit den Zusätzen HD, EX oder HD 422 beschreibt andere, HD-fähige Formate (siehe dort). Aber auch die HD-Geräte aus der XDCAM-Familie können im SD-Modus arbeiten. Dabei werden DVCAM-Files auf die Disc geschrieben. Auf die Dual-Layer-Disc, mit der diese Geräte arbeiten können, passen über drei Stunden DVCAM-Material.

Übersicht: HD-Videoformate

HDV: Canon, Sharp, Sony und JVC haben gemeinsam die Basis-Spezifikationen dieses High-Definition-Formats für den Consumer-Bereich erarbeitet und verabschiedet. HDV basiert auf DV, dem weltweit am weitesten verbreiteten digitalen Videoproduktionsformat. HDV nutzt als Speichermedium normale DV-Videokassetten und kann mit Auflösungen von 1080 oder 720 Zeilen arbeiten. Damit die Bilder mit höherer Auflösung auf die DV-Kassette passen, werden Video- und Audio-Signale bei der Aufzeichnung mittels MPEG komprimiert. Für die Videosignale ist das eine Kodierung gemäß MPEG-2 jeweils über mehrere Bilder hinweg (Interframe-Kompression, Long-GoP), was die Aufzeichnung und Wiedergabe von HD-Video mit einer Datenrate erlaubt, die der des DV-Formats entspricht, wo ja jeweils nur innerhalb eines Bildes komprimiert wird (Intraframe-Kompression). Audiosignale werden bei HDV mit einer Abtastfrequenz von 48 kHz und 16-Bit-Quantisierung digitalisiert und gemäß MPEG-1 Audio Layer 2 komprimiert. Zusammengefasst lässt sich sagen: HDV arbeitet mit der gleichen Videodatenrate wie DV, also mit maximal 25 Mbps. Durch die veränderte Form der Kompression erreicht aber HDV eine insgesamt höhere Bildqualität als DV, was die Zeilenzahl betrifft. HDV-Geräte sind auch in der Lage, DV-Signale in Standard-Definition aufzuzeichnen: HDV-Camcorder sind also immer auch DV-Camcorder. Wichtiger Unterschied

zwischen HDV und DV: HDV arbeitet immer mit Breitbild (16:9), ist also auch vom Bildsensor her auf Breitbild optimiert, DV arbeitet dagegen originär mit 4:3 und kann nur mit Kompromissen als 16:9-Format betrieben werden. JVC, Sony und Canon bieten verschiedene Modelle anspruchsvollerer HDV-Camcorder an.

AVCHD: Ein HD-Format für digitale Camcorder, das die Aufzeichnung von 1080i- und 720p-Signalen auf 8-cm-DVDs und auch auf die besonders im Fotobereich populären SD-Speicherkarten normieren soll. Das Format nutzt die MPEG-4-basierte AVC/H.264-Kodierung zur Video-Kompression und Dolby Digital (AC-3) oder Linear-PCM für die Audio-Kodierung. AVCHD-Geräte bieten unterschiedliche Datenraten bis 24 Mbps, die bei den Geräten selbst meist nur als Qualitätsstufen mit Kürzeln wie LP, SP und HQ bezeichnet sind. Die maximale AVCHD-Systemdatenrate von 24 Mbps entspricht ungefähr der Videodatenrate der 1080i-Variante von HDV, aber das AVCHD-Verfahren gilt als moderner, effektiver und leistungsfähiger als das bei HDV eingesetzte MPEG-2. Allerdings ist der Codec auch so komplex, dass man derzeit in der Postproduktion beim Bearbeiten von AVCHD sehr schnell die Grenze der Echtzeitbearbeitung erreicht. AVCHD-Camcorder gibt es von verschiedenen Herstellern, als Speichermedium werden DVDs, Speicherkarten und Festplatten genutzt. Panasonic und JVC bieten bislang als einzige Anbieter AVCHD-Camcorder für den professionellen Einsatz an.

DVCPROHD: Panasonic entwickelte dieses Format zunächst als bandbasiertes Verfahren auf der Basis von DVCPRO und somit indirekt aus dem Consumer-Format DV. DVCPROHD unterscheidet sich hauptsächlich durch die 4:2:2-Signalverarbeitung und die Videodatenrate von 100 Mbps von den anderen DV-Formaten. Gleich ist, dass immer nur innerhalb eines Bildes komprimiert wird (Intraframe).



Um Daten von Speicherkarten umkopieren und und sichern zu können, bieten die Hersteller verschiedene Lösungen an.

Um die höherwertige Signalverarbeitung und die höhere Datenrate zu erreichen, wird das Band bei den Kassettensystemen mit vierfacher Geschwindigkeit eines DVCPRO-Bandes bewegt, die Laufzeit pro Kassette reduziert sich im Vergleich zu DVCPRO auf ein Viertel. DVCPROHD kann aber auch auf P2-Karten gespeichert werden. DVCPROHD erfordert mit der Videodatenrate von 100 Mbps zwar eine höhere Kompression bei der HD-Aufzeichnung als HD-D5 und HDCAM, ermöglichte aber den Bau von preisgünstigeren und aufgrund der kleineren Kassette auch kompakteren Camcordern. DVCPROHD-Geräte gab es zunächst ausschließlich in 720p-Ausführung, also mit 720 Zeilen vertikaler Auflösung und progressiver Bildfolge. Schon seit längerem gibt es aber auch umschaltbare DVCPROHD-Geräte, die mit 1080 Zeilen im Interlace-Modus arbeiten. Panasonic bietet derzeit noch zwei bandbasierte, DVCPROHD-Camcorder-Modelle an, aber



Als einer der ersten Anbieter setzte Red Digital Cinema auf das Arbeiten mit Raw-Daten.

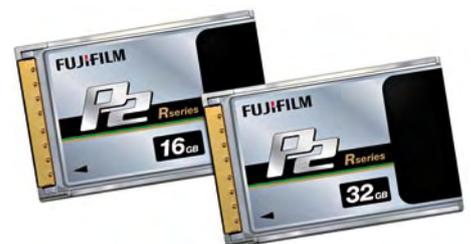
Camcorder, die mit P2-Speicherkarten arbeiten, können auch in DVCPROHD aufzeichnen.

DVCPROHD EX: Um im DVCPROHD-Format längere maximale Spielzeiten pro Kassette realisieren zu können, hat Panasonic die Bandaufzeichnung in diesem Format auf zwei verschiedene Arten variiert. DVCPROHD EX ist ein Extended-Format, bei dem mit einer Spurbreite von 9 µm aufgezeichnet wird, wodurch längere Spielzeiten von bis zu 124 Minuten auf einem einzigen Band möglich werden. Diese Aufzeichnungsart ist bei jeweils einem Camcorder- und einem Recorder-Modell in der aktuellen Produktpalette von Panasonic im Einsatz. Außerdem gab es bei Panasonic mit dem Recorder AJ-HD1700 auch einen anderen Weg, um längere Laufzeiten pro Kassette bei DVCPRO-HD zu realisieren: Das DVCPROHD-Format blieb dabei unverändert, aber es wurde mit einer neuen, größeren Kassette gearbeitet, die es bislang in keinem der DV-basierten Formate gab. Dieses Gerät wird aktuell nicht mehr angeboten.

XDCAM HD: Dieses HD-Format nutzt das gleiche optische Speichermedium wie XDCAM (Professional Disc), zeichnet aber HD-Bilder in 1080i als MPEG-2 Long-GoP bei skalierbarer Bitrate von 35, 25 oder 18 Mbps auf (Interframe-Kompression). Dabei werden verschiedene Varianten der Quantisierung genutzt: bei 18 und 35 Mbps wird mit variabler, bei 25 Mbps mit konstanter Datenrate gearbeitet. Dadurch sind 25-Mbps-Aufnahmen kompatibel zu HDV. Mit 35 Mbps und variabler Datenrate ist dagegen eine bessere Qualität möglich als bei HDV. XDCAM HD arbeitet mit einem Abtastverhältnis von 4:2:0 und einem Raster von 1.440 x 1.080 Bildpunkten. In der höchsten Qualitätsstufe dieses Formats fasst die XDCAM-HD-Scheibe mindestens 66 Minuten HD-Material. Wie viel tatsächlich auf die Scheibe passt, hängt vom Bildinhalt und davon ab, welche Datenrate ausgewählt

wurde: ob 18, 25 oder 35 Mbps. Ältere XDCAM-HD-Geräte können ausschließlich Single-Layer-Discs verarbeiten, die aktuell von Sony angebotenen Modelle können dagegen auch die Professional Disc in der Dual-Layer-Technik (DL) nutzen, die eine größere Speicherkapazität von 50 GB bietet.

XDCAM EX: So nennt Sony die HD-Aufzeichnung von Bild und Ton auf Festspeichermedien mit PC-Express-Abmessungen. Die Speicherkarten tragen die Bezeichnung SxS. Aber nicht nur das Speichermedium unterscheidet XDCAM EX von XDCAM HD: XDCAM EX nutzt nicht ausschließlich das reduzierte Raster von 1.440 x 1.080 Bildpunkten, sondern arbeitet in der höchsten einstellbaren Qualitätsstufe mit 1.920 x 1.080. Es bleibt aber bei XDCAM EX wie schon bei XDCAM HD beim Abtastverhältnis 4:2:0. Alternativ zur höchsten Qualitätsstufe von 35 Mbps steht bei XDCAM EX auch ein 25-Mbps-Aufzeichnungsmodus zur Verfügung. Die Bildqualität entspricht dabei HDV-Niveau, was auch daran liegt, dass im 25-Mbps-Modus mit dem reduzierten Raster von 1.440 x 1.080 Bildpunkten gearbeitet wird. Im 25-Mbps-Modus sind die aufgezeichneten Files laut Sony kompatibel zu XDCAM-HD-Dateien in dieser Datenrate und im Prinzip auch zu HDV-Dateien (bis auf den Ton). Im 35-Mbps-Modus sind die Files wegen des anderen Rasters nicht direkt kompatibel zu XDCAM HD. Unabhängig von Raster und Datenrate wird bei XDCAM EX wie bei HDV und XDCAM HD immer im MPEG-2-HD-Long-GoP-Verfahren komprimiert. XDCAM EX ist Sonys Antwort auf das P2-System von Panasonic. Camcorder und einen Recorder in XDCAM EX gibt es von Sony, JVC bietet den SxS-Dockrecorder KA-MR100G an.



P2-Karten gibt es in verschiedenen Varianten von Panasonic und Fujifilm.

Codecs

Das Wort Codec ist als Kurzform für die Paarung aus Coder und Decoder entstanden. Der Coder verschlüsselt oder verändert Signale nach bestimmten Regeln, und der Decoder kann diese kodierten Signale empfangen, verarbeiten, die Verschlüsselung rückgängig und den Inhalt der Signale sichtbar machen. Der Begriff Codec wird meist im Zusammenhang mit digitalen Kompressionsverfahren benutzt. Jenseits aller wissenschaftlichen Definitionen, wird als Codec meist ein ganzes Paket aus Kompressionsalgorithmus, Signalprotokollen und Dateiformaten bezeichnet. Unter dieser Definition ist die folgende Übersicht einiger im Profi-Videobereich genutzten »Codecs« zu sehen.

AVC bildet den Kern vieler neuer Codecs. Es handelt sich dabei im wesentlichen um das Kompressionsverfahren MPEG-4 und zwar in der Variante MPEG-4 Part 10 (Advanced Video Codec), auch MPEG-4 AVC genannt. Weil dieses Verfahren einem Standard ähnelt, den die ITU für den Bereich Telekommunikation unter der Bezeichnung H.264 standardisiert hat, liest und hört man als Bezeichnung hierfür auch AVC/H.264 oder MPEG-4 AVC/H264 und ähnliche Kombinationen. MPEG-4/AVC/H.264 nutzt die gleichen Transport- und Steuer-Protokolle wie MPEG-2.

AVCHD ist ein HD-Format für digitale Camcorder, das die Aufzeichnung von 1080i- und 720p-Signalen auf 8-cm-DVDs, aber auch auf SD-Karten normiert. Das Format nutzt die MPEG-4-basierte AVC/H.264-Kodierung zur Video-Kompression und Dolby Digital (AC-3) oder Linear PCM für die Audio-Kodierung.

AVC-Intra ist ein HD-Kompressionsverfahren, das die H.264-Rechenvorschrift nutzt, aber anders als das Consumer-Format AVCHD nur Intraframe-Kompression durchführt, also immer nur innerhalb eines Bildes komprimiert. Panasonic nutzt AVC-Intra in den jüngsten P2HD-Geräten, weil dieses Verfahren effektiver ist als der bislang von Panasonic genutzte DVCPROHD-Codec: Gleiche Bildqualität bei geringerer Datenrate oder bessere Bildqualität bei gleicher Datenrate. Panasonic setzt DVCPROHD und AVC-Intra parallel ein, es gibt Geräte bei denen man jederzeit zwischen den beiden HD-Codecs wählen und umschalten kann.

AVC-Ultra ist noch nicht verfügbar, wurde aber während der Messe NAB2009 von Panasonic angekündigt und soll hochwertige Aufzeichnungen mit hohen Datenraten realisieren: AVC-Ultra soll für 1080p und für ein einfacher zu handhabendes System zur Stereo-3D-Aufzeichnung eingesetzt werden. Damit setzt Panasonic dem Sony-Format HDCAM SR ein eigenes High-End-Videoformat entgegen, das aber bandlos auf P2-Speicherkarten aufzeichnen soll. Die maximal mit AVC-Ultra realisierbare Datenrate soll jenseits von 200 Mbps liegen und Panasonic will damit 1080p-Signale in 4:2:2 mit 10-Bit-Quantisierung aufzeichnen. In 1080i soll 4:4:4 mit 12 Bit möglich sein.

DNxHD ist ein Codec, den Avid entwickelte. Mit ihm lassen sich HD-Signale so effektiv komprimieren, dass man in vielen Fällen keinen Unterschied zu unkomprimierten Signalen sieht, aber auf deutlich niedrigere Datenraten kommt. DNxHD ist ein DCT-basierter Codec, der ausschließlich I-Frames produziert. Avid bietet bei DNxHD unterschiedliche Qualitätsstufen an: Zunächst waren das DNxHD 220 mit 10 und 8 Bit, sowie DNxHD 145 mit 8 Bit, weitere folgten nach der Markteinführung. Die Zahl nennt dabei die jeweils maximal mögliche Datenrate, die real verwendete Datenrate kann davon aber nach unten abweichen, je nach zugespültem Format und Bildrate. Zwei Beispiele verdeutlichen das: Arbeitet man mit 1920 x 1080i und einer Bildrate von 59.95, dann generiert DNxHD 220 eine Datenrate von 220 Mbps. Werden HD-Signale mit 1280 x 720p und einer Bildrate von 23.976 mit DNxHD 220 komprimiert, entstehen dagegen nur 87 Mbps.

DV arbeitet mit einer Quantisierung von 8 Bit und komprimiert die Daten mit dem Faktor 5:1. Hierfür wird ein mathematisches Verfahren, die diskrete Cosinus-Transformation eingesetzt (DCT). Mit Hilfe von DCT und weiteren Rechenoperationen werden die nicht relevanten Informationen innerhalb eines Bildes erkannt und dann gezielt weggelassen. Zudem werden die Helligkeits- und Farbanteile des Bildsignals nicht im Verhältnis 4:2:2, sondern im Verhältnis 4:2:0 (PAL) verarbeitet. DV arbeitet mit einer Videodatenrate von rund 25 Megabit pro Sekunde (als Mbit/s oder Mbps abgekürzt).

Flash ist ein im Web weit verbreitetes Videoformat, das bisher in professionellen Camcordern nicht eingesetzt, sondern eher in der Distribution verwendet wird.

JPEG2000 ist ein standardisiertes Kompressionsverfahren für Bilder auf Basis der Wavelet-Transformation (siehe Erläuterungen bei Wavelet). Eine Besonderheit von JPEG2000 besteht darin, dass man die gleichen Dateien in verschiedenen Auflösungen darstellen kann, man muss also Proxies oder Low-Res-Versionen nicht speziell erzeugen, sondern kann diese direkt aus der Originaldatei lesen.

MPEG ist ein standardisiertes Kompressionsverfahren, das sich speziell zur Datenreduktion von Bewegtbildern eignet. MPEG ist ein asymmetrisches Kompressionsverfahren, das Kodieren ist erheblich aufwändiger als das Dekodieren. Wichtig hierbei: 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. MPEG komprimiert nicht zwingend nur einzelbildweise (Intraframe), sondern kann darüber hinaus auch die Daten mehrerer aufeinanderfolgender Bilder analysieren und die daraus gewonnenen Information für die Kompression nutzen (Interframe). Die Einzelbilder einer Videosequenz setzen sich gemäß MPEG-Standard aus I-, B- und P-Frames zusammen. Der MPEG-Standard bezeichnet die Folge von I-, B- und P-Frames als Group of Pictures (GoP). Eine GoP muss mindestens ein I-Frame enthalten. MPEG-2, das derzeit im Profibereich am weitesten verbreitete MPEG-Verfahren, ist in verschiedene Profiles und Levels unterteilt, für die jeweils unterschiedliche Eckdaten festgelegt wurden: Datenraten, GoP-Strukturen, die Auflösung, also die Anzahl der Zeilen und Pixel, sowie Sampling und Bildwechselfrequenz.

ProRes 422 von Apple wurde für die Postproduktion entwickelt. Das Ziel war es wie bei DNxHD von Avid, HD-Signale so effektiv zu komprimieren, dass man in vielen Fällen keinen Unterschied zu unkomprimierten Signalen sieht, aber auf Datenraten kommt, die nur wenig über denen von unkomprimierten SD-Videodatenströmen liegen. ProRes 422 produziert ausschließlich I-Frames, was in der Postproduktion generell ein klarer Vorteil ist, weil weniger Kodierarbeit anfällt, was den Prozessor entlastet und schnelleres unkomplizierteres Arbeiten ermöglicht.

Wavelet wird als Kurzform für ein mathematisches Verfahren namens diskrete Wavelet-Transformation (DWT) verwendet. Dieses Verfahren kann unter anderem zur Bildkompression verwendet werden. JPEG2000 beruht auf Wavelet, auch die Red One nutzt Wavelet um die Raw-Daten der Kamera zu komprimieren. Auch bei höheren Kompressionsfaktoren treten mit Wavelet deutlich weniger sichtbare Bildfehler (Artefakte) auf, allenfalls lokale Störungen, die sich im Bild als Unschärfen äußern und dadurch weit weniger auffallen.



Um längere Aufnahmezeiten zu realisieren, weisen P2-Geräte mehrere Slots auf.

XDCAM HD 422: Basiert auf XDCAM HD, arbeitet aber mit höheren Datenraten und nutzt, um auf vernünftige Spielzeiten zu kommen, als Speichermedium eine Dual-Layer-Disc. Die höhere Datenrate von XDCAM HD 422 resultiert, wie der Name schon ahnen lässt, zum einen Teil aus der 4:2:2-Signalverarbeitung, die das Format bietet. Zweiter Unterschied und ebenfalls nicht ohne Einfluss auf die Datenrate: XDCAM HD 422 arbeitet nicht wie XDCAM HD mit dem reduzierten Raster von 1.440 x 1.080 Bildpunkten, sondern mit vollen 1.920 x 1.080. Gemeinsam ermöglichen diese Maßnahmen eine höhere Bildqualität, weil eben eine mildere Kompression erfolgt. Das spiegelt sich auch in den Geräten wieder, die Sony in diesem Format anbietet: Die beiden verfügbaren Camcorder zielen auf höherwertige Broadcast-Aufnahmen.

HDCAM: Digitales Videoformat für die HD-Aufzeichnung mit 1.920 x 1.080 Bildpunkten im 16:9-Format auf Bandmaterial. Aufgezeichnet wird auf ein 14 µm dickes Metallpartikelband mit extrem feinen Partikeln (0,125 µm Länge), das in ein Gehäuse aus der Betacam-Kassettenfamilie gespult ist. HDCAM zeichnet pro Bild 12 Spuren mit je 20 µm Breite auf. Das Bandlaufwerk entspricht weitgehend dem einer Digital-Betacam-Maschine. Da bei HD hohe Datenraten von rund 1,5 Gbps anfallen, können diese von HDCAM nicht direkt auf das Band geschrieben werden. Deshalb wird im Verhältnis 3:1

abgetastet und nach einer Vorfilterung folgt dann eine Intraframe-DCT-Kompression von rund 4,4:1, so dass die Videodatenrate am Ende bei 185 Mbps liegt. HDCAM-Camcorder und -Recorder lassen sich zwischen progressiver Abtastung und Zeilensprungverfahren umschalten, außerdem sind prinzipiell variable Bildraten möglich (aber nicht bei allen Geräten verfügbar): 24p, 25p, 30p, 50i und 60i. Derzeit bietet Sony vier HDCAM-Camcorder-Modelle in verschiedenen Ausstattungsvarianten an.

P2HD: Geräte in diesem Format nutzen die gleichen Speicherkarten wie P2-Geräte, erlauben aber die Aufzeichnung von HD-Signalen mit entsprechend höheren Datenraten. Hatte Panasonic hierfür zunächst ausschließlich den DVCPROHD-Codec eingesetzt (siehe dort), stehen nun auch Camcorder und Player zur Verfügung, die AVC-Intra für die Bildkodierung nutzen. Bei AVC-Intra werden HD-Videosignale mit einem MPEG-4-kompatiblen H.264-Codec komprimiert und auf P2-Speicherkarten gesichert. Anders als etwa beim Consumer-Format AVCHD wird bei AVC-Intra ausschließlich eine Intraframe-Kompression durchgeführt. AVC-Intra arbeitet effektiver als der DVCPROHD-Codec. Diese höhere Effektivität kann auf zwei Arten eingesetzt werden: Bei der gleichen Videodatenrate wie DVCPROHD (100 Mbps) erreicht man mit AVC-Intra eine verbesserte Bildqualität und volle 4:2:2-Abtastung bei 10-Bit-Quantisierung. Alternativ kann die gleiche Bildqualität wie bei DVCPROHD eingestellt werden, dann kommt AVC-Intra mit der halben Videodatenrate aus (50 Mbps) und es passt doppelt so viel Bildmaterial auf die Speicherkarte wie mit DVCPROHD. Im AVC-Intra-50-Modus fasst somit eine 32-GB-Karte 64 min HD-Bildmaterial. Panasonic setzt DVCPROHD und AVC-Intra derzeit parallel ein, es gibt Geräte, bei denen man jederzeit zwischen den beiden HD-Codex wählen und umschalten kann, es sind aber auch Geräte verfügbar, die nur DVCPROHD bieten.

HDCAM SR: Wichtigster Unterschied zu HDCAM: Bei HDCAM SR wird in 4:2:2 oder 4:4:4 aufgezeichnet. Es steht ein SQ-Modus mit 440 Mbps und ein HQ-Modus mit 880 Mbps zur Verfügung. Außerdem können im 422-Dual-Stream-Modus zwei separate HD-Datenströme auf einem Band aufgezeichnet werden. Auch HDCAM SR arbeitet aber nicht unkomprimiert, sondern mit einer MPEG-4-basierten, relativ niedrigen Kompressionsrate von 4,2:1 bei 1080i-Betrieb. HDCAM SR soll dort zum Einsatz kommen, wo die mit dem stärker komprimierenden HDCAM erreichbare Qualität nicht ausreicht, etwa bei Kinofilm-Produktionen, bei Special-Effects-Shots, die intensiv nachbearbeitet werden müssen, beim Film-Mastering, aber auch in der Archivierung. HDCAM SR ist rückwärts-kompatibel mit HDCAM. Unterschiede gibt's auch beim Ton: So ist der portable HDCAM-SR-Recorder SRW-1 in der Lage, 12 Kanäle mit 24-Bit-Audio auf zu zeichnen. Die Modellpalette bei HDCAM SR besteht aus einem portablen Recorder-Modell und mehreren Studiorecorder-Modellen. Der portable Recorder lässt sich an die Kameras F23 und F35 andocken. Ganz neu ist der HDCAM-SR-Camcorder SRW-9000.

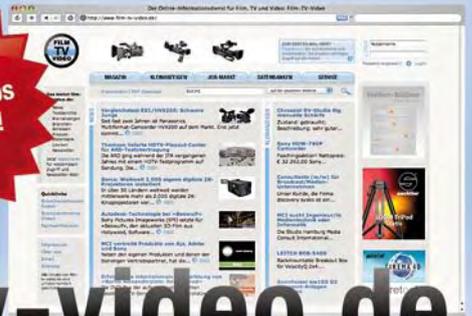
Infinity, JPEG2000: Thomson Grass Valley hat mit Infinity ein Konzept für ein Videoproduktionssystem entwickelt, bei dem Speichermedium und Codecs weitgehend entkoppelt sind. Bislang gibt es nur ein Camcorder-Modell, das mit diesem Konzept arbeitet. Als Speichermedien können dabei CF-Karten oder Rev-Pro-Wechselplatten verwendet werden. Der Camcorder arbeitet laut Hersteller intern immer im 1080i-Bildmodus mit 4:2:2-Abtastverhältnis bei 10 Bit Farbtiefe. Die maximal erreichbare Datenrate liegt bei 100 Mbps. Als bevorzugten Codec nutzt Infinity JPEG2000, sowohl für HD-, wie für SD-Aufnahmen. Thomson Grass Valley hebt hervor, dass dabei ohne aufwändige Rechenverfahren aus einem großen HD-File zusätzlich



Zunehmend schaffen die Hersteller Möglichkeiten dafür, Daten einfach auf andere Medien zu kopieren.



Jetzt kostenlos registrieren!



www.film-tv-video.de

- NEWS
- TESTS
- PRODUKT-KATALOG
- KLEINANZEIGEN
- ADRESSEN
- NEWSLETTER
- LEXIKON

Die ganze Branche. Online.

Alles, was eine Fachzeitschrift bieten kann – und mehr. Kostenlos.

Schon mehr als 15.000 registrierte Leser informieren sich online bei film-tv-video.de über aktuelle Ereignisse in der Branche und über Produkte.

www.film-tv-video.de | Die ganze Branche. Online. Sie werden sehen.



Aktuelle HD-Formate im Überblick

SYSTEM	AVCHD	HDV 720p	HDV 1080i	XDCAM EX	*XDCAM HD
Geräteanbieter	zahlreiche	JVC	Canon, Sony	Sony, JVC	Sony
VIDEO					
Quantisierung	8 Bit	8 Bit	8 Bit	8 Bit	8 Bit
Kompression	MPEG-4 AVC / H.264, interframe	MPEG-2, interframe	MPEG-2, interframe	MPEG-2 Long GoP interframe HQ: MP@HL SP: MP@H14	MPEG-2 MP@HL, interframe
Kompressionsfaktor	variabel	18:1	18:1	HQ: Var. Bitrate bis 35 Mbps; SP: konst. Bitrate 25 Mbps	LP, HQ: var. Bitrate (bis 18 und bis 35 Mbps); SP: konst. Bitrate (25 Mbps)
Signalverarbeitung	4:2:0	4:2:0	4:2:0	4:2:0	4:2:0
Bildseitenverhältnis	16:9	16:9	16:9	16:9	16:9
Auflösung / Raster	1920 x 1080 1440 x 1080 1280 x 720	1280 x 720	1440 x 1080	HQ: 1920 x 1080: 1280 x 720 SP: 1440 x 1080	1440 x 1080
Bildfrequenz	720: 24p, 50p, 60p 1080: 24p, 50i, 60i	720p: 25 Hz, 30 Hz, 50 Hz, 60 Hz	1080i: 50 Hz, 60 Hz	1080: 59,94i 50i, 25p, 29.97p, 23.98p 720: 50p, 25p, 59,94p, 29,97p, 23,98p	1080: 59,94i, 50i, 29,97p, 25p, 23,98p
Datenrate: Video	bis 24 Mbps	19 Mbps	25 Mbps	25 oder 35 Mbps	18, 25 oder 35 Mbps
Digitale HD-I/O	HDMI, seltener HD-SDI	IEEE-1394, HD-SDI	IEEE-1394, HD-SDI	IEEE-1394, HD-SDI	IEEE-1394, HD-SDI
AUDIO					
Sampling, Quantisierung	Dolby Digital (AC-3) oder lin. PCM	16 Bit / 48 kHz	16 Bit / 48 kHz MPEG-1 Layer 2	16 Bit / 48 kHz	16 Bit / 48 kHz
Tonkanäle	2 und 5.1	2	2 (Norm), 4	2	4
SPEICHERMEDIUM					
Standardmedium	8-cm-DVD, SD-Card, Memory Stick, Festplatte	1/4-Zoll-Band; Mini-DV-Kassette	1/4-Zoll-Band; Mini-DV-Kassette	SxS-Speicherkarte	Professional Disc
max. Spielzeit	abhängig vom Medium	wie DV	wie DV	pro 16 GB-Karte: 25 Mbps: bis 70 min 35 Mbps: bis 50 min	18 Mbps: 122 min 25 Mbps: 92 min 35 Mbps: 69 min
alternative Speicherung	-	-	CF-Recorder Sony HVR-MRC1	Diskrecorder Sony PHU-60K	-

* Geräte in den Formaten XDCAM HD, XDCAM HD 422 und P2 HD erlauben neben der HD- auch die SD-Aufzeichnung: Details dazu in der Tabelle «Formate / Speichermedien». Auf P2-Karten können HD-Signale zudem im Format DVCPROHD aufgenommen werden.

*XDCAM HD 422	HDCAM	HDCAM SR	DVCPROHD	*P2 HD
Sony	Sony	Sony	Panasonic	Panasonic
8 Bit	8 Bit	10 Bit	8 Bit	10 Bit
MPEG-2 422P@HL long GoP interframe	DCT, intraframe	MPEG-4 Studio Profile, intraframe	DCT, intraframe	MPEG-4 / H.264, intraframe
XDCAM-HD422: 50 Mbps XDCAM-HD: 18 /25 /35 Mbps	4:1 (DCT) 7:1 mit Pre- Filtering	2,7:1 bei 1080-4:2:2- Aufzeichnung 4,2:1 bei 1080-4:4:4- Aufzeichnung	6,7:1	variabel, maximale Bitrate 100 Mbps
4:2:2	3:1:1	4:2:2: 4:4:4	3:1,5:1, 5	4:2:2
16:9	16:9	16:9	16:9	16:9
1920 x 1080	1920 x 1080 durch Prefiltering mit 3:1:1: 1440x1080	1920 x 1080 oder 1280 x 720	720: 960 x 720 1080: 1440 x 1080	1920 x 1080 1440 x 720 1280 x 720
1080: 59,94i, 50i, 23,98 p, 25p, 29,97p 720: 50p, 59,94p	1080i: 50 Hz, 59,94 Hz, 60 Hz 1080p: 23,98 Hz, 24 Hz, 25 Hz, 29,97 Hz, 30 Hz	1080i: 50 Hz, 59,94 Hz 1080PsF: 23,98, 24, 25, 29,97 und 30 Hz 720p: 59,94 Hz	720p: 60 Hz 1080i: 50 Hz, 60 Hz	720: 24p, 50p, 60p 1080: 24p, 50i, 60i
50 Mbps	140 Mbps	440 Mbps, 880 Mbps	100 Mbps	100 Mbps
HD-SDI, IEEE-1394, Gigabit-Ethernet	SDI, HD-SDI	SDI, HD-SDI	HD-SDI, IEEE-1394	HD-SDI
24 bit/48 kHz	20 Bit / 48 kHz	24 Bit / 48 kHz	16 Bit / 48 kHz	16 Bit / 48 kHz
bis 8	4	bis 12	bis 8	4
Professional Disc	1/2-Zoll; HDCAM-Kassette (Betacam-Familie)	1/2-Zoll; HDCAM- Kassette (Betacam- Familie)	1/4-Zoll; M-, L- und EX-Kassette (DVCPRO- Familie)	P2-Speicherkarte
50 Mbps: 45 min, 105 min (Dual-Layer)	1080/24p: 155 min 1080/50i: 149 min	1080/24p: 155 min 1080/50i: 124 min	126 min	bei 50 Mbps pro 16-GB- Karte: 32 min; Geräte haben 2 bis 5 Slots
Express-Cards via optionalem Dockrecorder (geplant)	-	-	P2-Speicherkarte	-

niedriger aufgelöste Media-Files für die SD-Welt oder auch Proxies generiert werden können. Alternativ stehen bei Infinity für SD-Aufnahmen wahlweise DVCAM oder DV zur Verfügung. Durch Einbau eines zusätzlichen Hardware-Boards soll auch MPEG-2-HD-Codierung (Intraframe) mit 60 oder 80 Mbps Datenrate und IMX für SD mit 50 Mbps Datenrate möglich sein. Auch XDCAM HD 422 mit einer Datenrate von 50 Mbps soll sich damit realisieren lassen. MXF wird als Wrapper für den Video-Content, die vier Audiokanäle und die Metadaten verwendet.

Auf dem Videoformatfriedhof

Von den ersten digitalen Videoformaten soll hier gar nicht mehr die Rede sein: D1, D2, D3, D6 und DCT sind längst museumsreif. Aber auch einige neuere digitale Videobandformate sind schon ausrangiert oder dümpeln nur noch auf Sparflamme vor sich hin.

Digital 8: Digitales Videobandformat von Sony, bei dem DV-kodierte, digitale Bild- und Tondaten statt auf DV- auf Hi8-Bänder aufgezeichnet wurden.

D9: D9 von JVC zeichnete DV-Signale auf ein High-Density-Metallpartikelband mit Halbzollbreite (12,7 mm) auf.

D5: Dieses Panasonic-Format arbeitete als einziges der neueren digitalen Videoformate ganz ohne

Kompression mit der vollen SD-Videodatenrate von 270 Mbps.

D5-HD: D5 für komprimierte HD-Signale. D5-HD erreichte eine Videodatenrate von 235 Mbps.

Betacam SX: Dieses Sony-Bandformat kann als Vorläufer des MPEG-IMX-Formats betrachtet werden.

D9-HD: HD-Version des D9-Formats von JVC mit 100 Mbps.

Raw-Formate

Es gibt recht verschiedene Formate, in denen Raw-Daten gespeichert werden. So können etwa die Digitalkamera D21 von Arri, die Weisscam, die SI-2K, die Phantom und die Red One im Raw-Modus betrieben werden und Daten in einem Raw-Format ausgeben. Weder die Schnittstellen, noch die Raw-Formate sind im Bewegtbildbereich genormt, hier macht jeder Hersteller mehr oder weniger was er will.

Im folgenden ist das Format der populären Kamera Red One des Herstellers Red Digital Cinema als Beispiel für ein Raw-Format herausgegriffen.

Redcode Raw: Die Red One wird derzeit besonders von Independent-Filmern stark beachtet: Sie verspricht kinotaugliche Bilder mit 4K-Auflösung zu vergleichsweise moderaten Preisen. Die Red One kann auf CF-Speicherkarten oder auf Festplatte auf-



Sonys EX3 eignet sich dank Genlock- und TC-I/Os auch für Multikamera-Produktionen.

nehmen. Hierbei verwendet der Hersteller das eigene Kompressionsverfahren Redcode Raw. Dabei werden die Rohdaten des Bildsensors unter Einsatz eines Wavelet-Verfahrens mit variabler Bitrate komprimiert (ähnlich JPEG2000). Die maximale Datenrate kann dabei auf 224 Mbps oder auf 288 Mbps festgelegt werden, was einer Kompression von 12:1 und 9:1 entspricht, wenn man die Rohdatenrate zugrunde legt, die der Sensor abgibt. Aufgezeichnet werden dabei komprimierte Rohdaten, also keine RGB- oder Videosignale



Ajas Ki Pro kann Kamerasignale im Format Pro Res 422 von Apple aufzeichnen.

Externe bandlose Aufnahmesysteme

Der Trend geht in der Film- und Videoproduktion ganz klar in Richtung bandloser, file-basierter Abläufe und ebensolcher Aufnahmesysteme. Hierbei gibt es neben den integrierten bandlosen Camcordern auch weitere Optionen aus dem Zubehörbereich, von denen hier eine Auswahl zusammengestellt ist.

Aja hat mit **Ki Pro** einen portablen, timecode-fähigen Diskrecorder im Programm, der das Kamerasignal direkt im Format Pro Res 422 von Apple aufzeichnet. Digitale Signalquellen finden per HD/SD-SDI- und HDMI-I/O Anschluss. Das Gerät besitzt auch analoge Komponenten-I/Os sowie einen Composite-Ausgang. Analoge Audioquellen können per XLR oder Cinch angeschlossen werden, digitaler Ton als Embedded Audio im SDI-Signal (8-Kanal) oder per HDMI (2-Kanal).

Die Aufzeichnung erfolgt wahlweise auf eine Wechselfestplatte mit integrierter FireWire-800-Schnittstelle oder auf Flash Express-Card 34. Per Ethernet-Anschluss und integriertem WiFi ist es möglich, Ki Pro per Web-Browser einzurichten und zu steuern. Die Aufnahmefunktionen sind durch die Kamera über Firewire-400 oder LANC fernsteuerbar.

Codex Portable ist ein wetterbeständiger **Set-Recorder**, der rund 4 kg wiegt. Es eignet sich zur Aufnahme von 4K-Daten, sowie von HD-Material in den Formaten 1080p/i und 720p. Der Recorder bietet vier HD-SDI-Eingänge. Per Dual-Link können zwei Signale in RGB-4:4:4 verarbeitet werden, beispielsweise bei einer Stereo-3D-Produktion. Mit YCrCb-4:2:2-Signalen ist eine simultane Aufzeichnung von vier SDI-Quellen möglich. Bis zu sechs Portables können synchronisiert und bei Multi-Kamera-Produktionen als 24-Spur-Videorecorder genutzt werden. Codex Portable arbeitet mit JPEG2000-Kompression und komprimiert die Daten im Verhältnis von 3:1 bis 8:1. Gespeichert wird auf speziellen Disk-Packs des Herstellers. Diese sind als wechselbare Raid-3-Festplatten-Laufwerke mit 400 oder 800 GB Kapazität ausgeführt. Auch die herstellereigenen Flash-Drives in SSD-Technik mit 128 bis 512 GB sind optional verwendbar.

Convergent bietet mit **NanoFlash** einen kleinen Recorder an, der HD-Signale auf CF-Speicherkarten aufnimmt. Video, Audio und Timecode werden über eine HD-SDI-Schnittstelle eingespielt. Mit 106 x 94 x 36 mm und weniger als 10 W Leistungsaufnahme, gibt sich NanoFlash mit wenig Platz und Leistung zufrieden. Im Unterschied zum größeren **Flash XDR** von Convergent, kann der kleine Nano nur Embedded Audio verarbeiten, hat also keine Audioschnittstellen.

Nano kann mit einem Camcorder-Akku betrieben werden. Als Codec kommt 4:2:2-MPEG-2 zum Einsatz, die Datenrate kann im Long-GoP-Modus auf 50 oder 100 Mbps eingestellt werden, I-Frame-only sind 100 oder 160 Mbps möglich. Gespeichert wird im MXF-Format. Das System kommt ohne Lüfter aus, bietet also geräuschlosen Betrieb.

FFV hat mit **Elite HD** einen Festplattenrecorder im Programm, der sich zwischen Akku und Kamera montieren lässt. Der andockbare JPEG2000-Recorder ist mit zwei Akku-Anschlüssen lieferbar: Anton/Bauer Gold- oder V-Mount. Bei Intraframe-Kompression und einer Quantisierung von 10 Bit bietet der Elite HD 4:2:2-Signalverarbeitung. Der Recorder verarbeitet bis zu acht eingebettete Audio-Kanäle. Mit der Außenwelt kommuniziert der Elite HD über HD-SDI. Die Daten werden auf 2,5-Zoll-SATA-Wechselfestplatten gespeichert, die im laufenden Betrieb austauschbar sind. Optional ist RS-422-Steuerung möglich.

Focus hat den Festplattenrecorder **Firestore FS-5** für den Anschluss an alle gängigen DV- und HDV-Camcorder konzipiert. Der FS-5 beherrscht zahlreiche Dateiformate, kann also gleich in dem Format aufzeichnen, mit dem das nachgeordnete NLE-System arbeitet. Der FS-5 bietet neben Firewire auch USB 2.0 und ein Farb-Display. Metadaten können per Handy, Laptop oder Handheld-PC schon während der Aufzeichnung kabellos eingegeben und mit dem Videomaterial gespeichert werden. Neu bei Focus ist der **FS-H200**, der DV- und HDV-Camcordern die direkte Aufzeichnung auf Compact-Flash-Karten ermöglicht – ähnlich wie Sonys CF-Recorder HVR-MRC1.

Fraunhofer IIS hat mit **MicroStorage** einen kompakten Speicherkarten-Recorder entwickelt, mit dem sich Bildsignale via HD-SDI auf CF-Karten aufzeichnen lassen. Der Recorder ist mit einem H.264-Encoder bestückt, der auf bis zu 20 Mbps komprimiert und die Bilddaten in Echtzeit speichert. Mit einer 32-GB-Karte soll es möglich sein, bis zu zwei Stunden Material aufzuzeichnen.

Eine Besonderheit bei der Wiedergabe besteht darin, dass sich die CF-Card mit jedem PC lesen und der gespeicherte Transport-Stream direkt wiedergeben lässt. Audiosignale lassen sich in den MicroStorage als Embedded Audio via HD-SDI einspielen. Die Berliner Firma Mikro M vertreibt MicroStorage.

JVC hat mit dem **KA-MR100G** einen SxS-Dockrecorder im Programm, der sich mit dem Schultercamcorder GY-HM700 nutzen lässt. Auf die SxS-Karten wird im MP4-Format aufgezeichnet. Der SxS-Dockrecorder lässt sich am GY-HM700UXT ohne Adapter anflanschen.

Panasonic bietet mit dem **HMR10** einen Speicherkarten-Recorder im AVCHD-Format an. Er ist mit einem HD-SDI-In und -Out bestückt und speichert auf SDHC-Karten. Eine Stereo-Mikrofonbuchse bringt der HMR10 mit, sowie HDMI-Out und USB 2.0. Zudem verfügt das Gerät über Timecode-Funktionalität. Lautsprecher und 3,5-Zoll-LCD-Monitor erlauben die Signalüberwachung und die Wiedergabe des Materials.

Sony hat mit dem **PXU-MS240** ein Gerät entwickelt, mit dem sich SxS-Speichersticks auf Wechselfestplatten umkopieren lassen. Das Gerät verfügt über einen eSata-Anschluss, der es erlaubt, direkt vom Schnittsystem aus mit dem auf der Wechselfestplatte gespeicherten Material zu arbeiten, ohne es vorher umkopieren zu müssen. **HVR-MRC1** heißt ein CF-Karten-Recorder von Sony, der an die Camcorder Z5, Z7 und S270 angedockt werden kann.

S Two hat das On-Set-Speichersystem **OB 1** entwickelt. War das Unternehmen bisher für große, schwere, festplattenbasierte Systeme bekannt, ist OB 1 nun eine kompakte Einheit mit 2,5 kg, die sich wie ein Filmmagazin an Kameras wie Arris D21 oder Sonys F35 befestigen lässt.

Das Speichersystem arbeitet mit speziellen Flash-Drives, die als Wechselmedien ausgeführt sind. OB 1 kann über den Gleichstromausgang der Kamera mit Spannung versorgt werden. Der OB 1 braucht keinen Lüfter, bietet also geräuschlosen Betrieb. Der OB 1 kann laut Hersteller Signale mit Bildraten bis zu 60 fps unkomprimiert speichern, es ist möglich, DPX-Files oder Arri-Raw-Daten aufzuzeichnen, HD geht auch, mit 4:4:4. Das Gerät bietet De-Bayering, der Anwender kann drei LUTs in den OB 1 laden.



Zwischen Akku und Kamera kann der Diskrecorder Elite HD von FFV montiert werden.

im engeren Sinn. Diese Daten müssen vor der Vorführung in jedem Fall bearbeitet und aufbereitet werden, was eher den Abläufen bei der Filmproduktion entspricht, als der klassischen Videoproduktion. CF-Speicherkarten erreichen zudem nicht die für Redcode Raw festgelegten Datenraten, mit den Karten ist also keine Echtzeit-Wiedergabe möglich, sie dienen beim Einsatz mit Redcode Raw lediglich als Speichermedium, um Daten sichern und transportieren zu können, nicht als Wiedergabemedium. Die einfachere und vor allem die Echtzeit-Wiedergabe von Red-Aufnahmen soll eine Festplatte mit integriertem Hardware-Decoder erlauben.



Mit einigen HDV-Camcordern liefert Sony den CF-Recorder MRC-1 aus.

Bandlose Speichermedien

P2: P2 steht als Kürzel für Professional Plug-In Card, ein Speichermedium, das Panasonic speziell für den Einsatz in bandlosen Profi-Camcordern entwickelt hat. Die P2-Speicherkarte ist ein Solid-State-Speichermedium, es gibt also keine bewegten Teile. Jede P2-Karte kombiniert vier SD-Card-Speicherchips in einem PCMCIA-Gehäuse. Dadurch wird zumindest in der Theorie die vierfache Transfer- und Schreib-Datenrate erreicht, wie bei einer einzelnen SD-HC-Karte: bis zu 640 Mbps Transfer- und Schreib-Datenrate sind theoretisch möglich. Aktuell verfügbare P2-Geräte sind mit zwei bis fünf Karten-Slots ausgestattet, die Speicherkapazität soll in den kommenden Jahren rasch ansteigen, der Kartenpreis rasch sinken. Panasonic bietet zwei Bauweisen von P2-Karten an: die A- und E-Serie mit etwas unterschiedlichen Spezifikationen und Preisen. Im AVC-Intra-50-Modus fasst eine 32-GB-Karte 64 min 1080i oder 720p-HD-Bildmaterial in 4:2:2-Abtastung. P2-Karten stellt neben Panasonic auch Fujifilm her, zahlreiche P2-Camcorder und andere Geräte, die mit P2-Karten arbeiten, gibt es von Panasonic, Hitachi bietet ebenfalls einen P2-Camcorder an.

SxS: Solid-State-Speicherkarten für XDCAM EX von Sony und SanDisk. Die SxS-Speicherkarten passen in PC-Express-Slots an Laptops und PCs, sowie in XDCAM-EX-Geräte von Sony. Die maximale, theoretische Übertragungsrate gibt Sony mit 800 Mbps an. Nicht zertifizierte SxS-Speicherkarten und Adapter, mit denen sich andere Speicherkarten im SxS-Slot verwenden lassen, werden in einer rechtlichen Grauzone angeboten. Originalmedien gibt es nur bei JVC, Sony und SanDisk.

Professional Disc: Die Professional Disc (PD) hat Sony als Speichermedium für das XDCAM-Format entwickelt. Das optische Speichermedium ist technologisch mit der Blu-ray Disc verwandt, aber damit inkompatibel.

In einem zweiten Schritt hatte Sony — erstmals zur NAB2007 — eine Professional Disc mit höherer Speicherkapazität vorgestellt. Diese 50-GB-Variante der Professional Disc bietet mehr als die doppelte Speicherkapazität gegenüber der zuerst eingeführten Single-Layer-Scheibe. Die höhere Speicherkapazität wird mit einer zweiten Speicherschicht auf der Scheibe erreicht, einem Verfahren, das es auch bei der DVD und bei Blu-ray gibt. Die 50-GB-Scheibe ist also eine Dual-Layer-Disc. Vor der Einführung der Dual-Layer-Disc ausgelieferte XDCAM-Geräte können diese Disk nicht nutzen. Die Dual-Layer-Scheibe ermöglichte das jüngste Format der XDCAM-Familie: XDCAM HD 422.

CF-Card: CompactFlash-Speicherkarte, die ursprünglich im Fotobereich größere Verbreitung fand, sich später aber auch in anderen Bereichen etablieren konnte. Diese Karten setzt unter anderem der Hersteller Red Digital Cinema als Speichermedium bei der Kamera Red One ein. Sony bietet für zwei seiner HDV-Camcorder den CF-Card-Recorder HVR-MRC1 an. Der CF-Kartentyp Extreme IV soll einen Datenstrom von bis zu 320 Mbps verarbeiten, die Maximalkapazität liegt hier aktuell bei 8 GB.

SD-Card: SD ist das Kürzel für das von SanDisk entwickelte, kompakte Speicherchip-System Secure Digital. SD-Karten sind kleiner und dünner als CF-Speicherkarten. Die aktuell leistungsfähigste Version von SD-Speicherkarten sind SDHC-Karten. Schon angekündigt, aber noch nicht verfügbar: SDXC



Der kompakte OB 1 von S Two lässt sich wie ein Filmmagazin auf Digitalkameras montieren.

Aktuelle Speichermedien im Überblick

SPEICHER-MEDIUM	DV-/HDV-Band (1/4-Zoll)	DVCPRO-Band (1/4-Zoll)	Betacam-Familie 1/2-Zoll-Band	Professional Disc	Professional Disc Dual Layer
Beschreibung	Videobandformat: Digitale AV-Daten auf 1/4"-ME-Band		Videobandformat Digitale AV-Daten auf 1/2"-MP-Band	Optical Disc Optische 12-cm-Disc in Cartridge	Optical Disc Optische 12-cm-Disc in Cartridge
Speicherkapazitäten	bis 180 Minuten	bis 126 Minuten	bis 124 Minuten	Single-Layer-Disc mit 23,3 GB	Dual-Layer-Disc mit 50 GB
übliche Formate	DV, DVCAM, HDV	DVCPRO, DVCPRO50, DVCPROHD	HDCAM, HDCAM SR, MPEG-IMX, Betacam SX, Digital Betacam	XDCAM-SD (IMX, DVCAM); XDCAM HD	XDCAM-SD (IMX, DVCAM); XDCAM HD; XDCAM HD 422
Medienanbieter	Sony, Panasonic, JVC, Maxell, Fujifilm, TDK	Panasonic, Fujifilm, Maxell	Sony, Fujifilm, Maxell	Sony, Maxell, TDK, Fujifilm	Sony
Geräteanbieter	Canon, Panasonic, JVC, Sony und weitere	Panasonic	Sony	Sony	Sony
VIDEO					
SD-Formate	DV, DVCAM	DVCPRO, DVCPRO50	Betacam, Betacam SP, Digital Betacam	DVCAM, MPEG-IMX	DVCAM, MPEG-IMX
HD-Formate / Auflösungen	HDV: 720 und 1080 Zeilen	DVCPROHD: 720 und 1080 Zeilen	HDCAM: 1080 Zeilen HDCAM SR: 1080 Zeilen	MPEG-2 MP@HL [1080 Zeilen]: 35, 25, 18 Mbps MPEG-2 422P@HL [1080 Zeilen]: 50 Mbps	MPEG-2 MP@HL [1080 Zeilen]: 35, 25, 18 Mbps MPEG-2 422P@HL [1080 Zeilen]: 50 Mbps
Kompression	DV: DCT /intraframe HDV: MPEG-2, interframe	DVCPRO, DVCPRO50, DVCPROHD: DCT, intraframe	HDCAM: DCT, intraframe HDCAM SR: MPEG-4 Studio Profile, intraframe	DVCAM: DCT /intraframe IMX: MPEG-2 422P@ML /intraframe XDCAM HD: MPEG-2 MP@HL/ interframe XDCAM HD 422: MPEG-2 422P@HL/ interframe	DVCAM: DCT /intraframe IMX: MPEG-2 422P@ML /intraframe XDCAM HD: MPEG-2 MP@HL/ interframe XDCAM HD 422: MPEG-2 422P@HL/ interframe
File-Formate	-	-	-	MXF OP1a als Wrapper für Daten in folgenden Formaten: DVCAM, IMX, XDCAM HD, XDCAM HD422	MXF OP1a Wrapper für Daten in folgenden Formaten: DVCAM, IMX, XDCAM HD, XDCAM HD422

SxS-Card	CF-Card	P2-Card	SD-/SDHC-Card	GF Pak	Rev Pro / XP / ER
Speicherkarte ExpressCard/34 Flashspeicher	Speicherkarte Compact-Flashkarte	Speicherkarte Vier SD-Speicherchips im PCMCIA-Gehäuse	Speicherkarte Secure Digital Memory Card		Wechselfestplatten
bis 32 GB	bis 64 GB	bis 64 GB	bis 32 GB, 64 GB angekündigt	32 GB; 64 GB angekündigt	bis 65 GB
XDCAM EX	DV, DVCAM, HDV, JPEG2000, Redcode Raw, MOV	DV, DVCPRO, DVCPRO50, DVCPRO HD, AVC-Intra	AVCHD	Div. SD- und HD-Raster	DV, DVCAM, DVCPRO, MPEG-IMX, div. HD-Raster. JPEG2000
Sony, SanDisk, JVC	zahlreiche Anbieter	Panasonic, Fujifilm	Panasonic und SanDisk und andere	Ikegami / Toshiba	lomega
Sony, JVC	Sony, Red, Thomson Grass Valley, Canon	Panasonic, Hitachi	Panasonic, JVC	Ikegami	Thomson
-	DV, DVCAM	DV, DVCPRO, DVCPRO50	-	-	DV, DVCAM, MPEG-IMX
35 Mbps: 1920x1080, 1280x720 25 Mbps: 1440x1080	HDV: 720 und 1080 Zeilen 25Mbps (1440x1080) Redcode Raw	DVCPRO HD: 720 und 1080 Zeilen; HD-D5 mit 720 und 1080 Zeilen AVC-Intra: 50 und 100 Mbps wählbar	720 und 1080 Zeilen unterschiedliche Datenraten bis 24 Mbps	720 und 1080 Zeilen mit bis zu 200 Mbps	720 und 1080 Zeilen mit bis zu 100 Mbps, darunter optional auch XDCAM HD 422
35 Mbps: MPEG-2 Long GoP, MP@HL 25 Mbps: MPEG-2 Long Gop, MP@H14	HDV: 720 und 1080 Zeilen 25Mbps (1440x1080) Redcode Raw	DCT, intraframe; MPEG-4 / H.264, intraframe	MPEG-4 AVC / H.264, interframe	Multi-Codec bis 100 Mbps, darunter auch MPEG-2 HD Long GOP - 50 Mbps	DCT, intraframe JPEG2000 MPEG-2 MPEG-2 422P@HL/ interframe
MP4 als Wrapper für Daten	.m2t (HDV), avi (DV-avi, type1) und DV (Raw-DV)	MXF als Wrapper für Daten in folgenden Formaten: DV, DVCPRO, DVCPRO50, DVCPROHD, AVC-Intra	H.264/MPEG-4 AVC	-	MXF OP1a als Wrapper für Daten in folgenden Formaten: DVCAM, IMX, XDCAM-HD

mit Schreib-/Lesegeschwindigkeiten von bis zu 300 Megabyte pro Sekunde (MBps) und Speicherkapazitäten bis zu zwei Terabyte. Panasonic und JVC nutzen SDHC-Karten in AVCHD-Camcordern mit professionellen Features. Consumer-Geräte, die auf diesem Medium aufzeichnen, gibt es in großer Zahl von verschiedensten Herstellern. Die SDHC-Karten sind nach der Transferrate in Klassen unterteilt: Bei Klasse 2 sind das 16 Mbps, bei Klasse 4 32 Mbps. Um also in der maximalen AVCHD-Qualität von 18 Mbps aufnehmen zu können, reichen Klasse-2-SDHCs nicht aus. Der Marktanteil der SD-Speicherkarten wird von verschiedenen Quellen auf rund 80 % beziffert, liegt also deutlich vor der konkurrierenden Compact-Flash-Speicherkarte (CF).

Memory Stick: Der von Sony entwickelte Memory-Stick kommt bei professionellen Camcordern nur vor, um digitale Fotos oder Camcorder-Parameter (Picture Profiles) zu speichern. Lediglich beim Helmkamera-System HXR-MC1 nutzt Sony den Memory Stick auch im Profi-Markt für AV-Daten.

GFPak: In Form der GF-Paks bietet Toshiba gemeinsam mit Ikegami eine weitere Festspeicher-Variante an. Dieses Speichermedium kommt im jüngsten bandlosen Camcorder von Ikegami zum Einsatz. GFPaks sind deutlich größer als SD- oder CF-Speicherkarten, bieten aber etwa eine integrierte Kapazitätsanzeige und sind mit zwei Schnittstellen ausgestattet, die im IT-Bereich weit verbreitet sind: S-ATA und USB 2.0 — man benötigt also nicht unbedingt einen Reader oder einen Rechner mit speziellen Slots, um das Material kopieren und sichten zu können.

Rev Pro: Rev Pro ist eine Entwicklung von Iomega und Thomson Grass Valley für das Infinity-System. Dabei handelt es sich um spezielle Wechselfestplatten: Die einzelne Cartridge enthält einen Spindelmotor und eine magnetische Disk, alle anderen, teureren

Komponenten, die eine normale Festplatte ausmachen, wie etwa Controller, Datenpuffer, Schreib- und Leseköpfe, sind nicht in der Wechselfestplatte, sondern im zugehörigen Laufwerk enthalten. Thomson Grass Valley bietet drei Disks an: Die rote Disk bietet eine Kapazität von 35 GB. Die goldene Rev Pro XP erreicht 40 GB und schafft eine höhere Schreib- und Leserate: Sie kann laut Hersteller zwei Datenströme mit bis zu 75 Mbps gleichzeitig schreiben oder wiedergeben. Die blaue Rev Pro ER ist auf größere Kapazität optimiert und erreicht laut Thomson 65 GB. Die goldene XP-Disk kann bis zu 50 Minuten JPEG2000-HD-Material mit einer Datenrate von 75 Mbps oder mehr als 40 Minuten mit 100 Mbps aufzeichnen. DV-Material mit 25 Mbps kann laut Hersteller in sechsfacher Geschwindigkeit übertragen werden, selbst komplexere Postproduction-Aufgaben sollen sich damit direkt auf der Disk realisieren lassen. Die blaue ER-Disk speichert rund 70 Minuten HD-Material mit einer Datenrate von 100 Mbps, oder 90 Minuten mit 75 Mbps.

FieldPaks: Dieses spezielle Wechselfestplattensystem nutzt Ikegami bei seinem Editcam-System. Am Camcorder können verschiedene Codecs eingestellt werden, die Daten werden dann im entsprechenden Format auf die FieldPaks geschrieben.

Festplatten, Diskrecorder Über Schnittstellen wie SDI, IEEE-1394 oder USB 2.0 kann heute an viele Camcorder auch ein portabler Diskrecorder angeschlossen werden, der dann parallel oder alternativ zum eingebauten Laufwerk des Camcorders die Bild- und Tondaten speichert. Solche Diskrecorder gibt es von den Camcorder-Herstellern Sony, JVC und Panasonic, sowie von weiteren Anbietern, unter denen Focus Enhancements mit seiner Firestore-Familie zu den populärsten und erfolgreichsten zählt (siehe auch Kasten auf Seite 15). Die Besonderheit der Firestores besteht darin, dass diese Geräte

eine Vielzahl von Dateiformaten unterstützen und es erlauben, die Daten gleich so auf die Platte zu schreiben, dass das jeweils gewünschte Schnittsystem direkt auf die Dateien zugreifen kann.



Impressum

Sonderpublikation der Online-Plattform film-tv-video.de
© Nonkonform GmbH,
Gerichtsstand: München

Stand: Juni 2009

Verantwortlich im Sinne des
Presserechts; Redaktion:
Christine Gebhard,
Gerd Voigt-Müller

Nonkonform GmbH
Konradinstraße 3
81543 München

Telefon +49-89-238887-0

Jegliche Verwendung von Bildern oder Texten, an denen film-tv-video.de/Nonkonform GmbH ein Copyright besitzt, die also von film-tv-video.de/Nonkonform GmbH erstellt oder bearbeitet wurden, bedarf einer schriftlichen Genehmigung durch die Nonkonform GmbH.

Keine Gewähr für Vollständigkeit und Richtigkeit, keine Haftung für Fehler und Irrtum. Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen der Nonkonform GmbH.

Die Wiedergabe von Warenzeichen, Firmen- und Handelsnamen erfolgt generell ohne Angabe von Copyright- und Trademark-Hinweisen, auch wenn es sich dabei in vielen Fällen um gesetzlich geschützte, eingetragene Warenzeichen, Wort- und/oder Bildmarken handelt. Die Bezeichnungen und Logos werden ausschließlich redaktionell verwendet, zum Nutzen der jeweiligen Eigentümer und nicht in der Absicht, sie zu missbrauchen.

Nonkonform GmbH, HRB 121673,
USt.-Id.-Nr. DE 195857299

