Videofilmanlage

Eine Arbeitsumgebung zur Aufzeichnung computergenerierter Video-Bildsequenzen

Die hier vorgestellte Arbeitsumgebung dient der Herstellung von Videofilmen aus Bildern, die auf Rechnern erzeugt werden. Sie ist in ihren Grundzügen im Heft 5 der RZ-Mitteilungen *(RZM)* beschrieben worden (s. [1, S. 16-22]). Inzwischen ist ihr Aufbau so weit fortgeschritten, daß sie ihren Platz im Dienstleistungsangebot des RZ einnehmen kann. Mit diesem Beitrag möchten wir nun potentielle Nutzer genauer über die Voraussetzungen zur Inanspruchnahme dieses Dienstes informieren, damit sie sich möglichst frühzeitig bei der Planung konkreter Projekte darauf einstellen können. Überschneidungen mit [1] sind dabei an einigen Stellen unvermeidlich.
Herzstück dieser Produktionsumgebung ist ein digitales Video-Sequenzspeichersystem, hier ein Echtzeit-Festplattenrekorder, mit einer Speicherkapazität von ca. einer Minute PAL-Video. Damit wird man in die Lage versetzt, rechnergestützt Bildsequenzen von maximal einer Minute Länge unter ständiger Kontrolle des Endprodukts vollständig digital zur Einsatzreife entwickeln zu können. Erst anschließend erfolgt die analoge Aufzeichnung auf Videokassetten im Betacam- oder auch VHS-/S-VHS-Format. Die Anlage ist aus Gründen, die, wenn nicht ohnehin klar, in diesem Beitrag deutlich werden sollen, nicht im Open-Shop-Betrieb zugänglich. Der Nutzer kann sich sowohl in der Produktionsphase als auch schon in der Vorbereitungsphase auf Fachkräfte des Rechenzentrums sowie der Zentraleinrichtung für Audiovisuelle Lehrmittel (ZAL) stützen. Ansprechpartner werden abschließend genannt.
Dieser Beitrag ist natürlich auch als Anregung zum Meinungsaustausch über den Nutzen und die weitere Vervollkommnung der Anlage gedacht. Eventuell erforderliche Neubeschaffungen sollen in enger Abstimmung mit den Nutzern erfolgen. Ziel sollte sein, *zentral* Equipment eines hohen Leistungstandards aufzubauen, das professionellen Ansprüchen genügt, vielseitig genutzt werden kann und nicht zu rasch veraltet. Wir haben die Absicht, die Videofilmanimation zu einer Standarddienstleistung auszubauen.
In der Literaturzusammenstellung finden sich neben schon in [1] genannten Titeln, die zum Teil in Neuauflagen erschienen sind, einige neue und darunter solche, die künstlerische Aspekte der Visualisierung und Animation berühren (s.[15], [16], [17]) und damit einmal auch Schönheiten dieses Arbeitsgebiets herausstellen.

Technologische Aspekte

Die computergestützte Produktion von Videofilmen leitet sich her von der klassischen Video-Produktion mit der Kamera einerseits u. der Computer-Animation andererseits (s.[2],[3],[4],[5],[7]). Zusammenfassende Darstellungen sind bei diesem ziemlich jungen Arbeitsgebiet noch rar. Eine sehr kompetente u. detaillierte Beschreibung der Herstellung eines Videofilmes mit den Mitteln der fotorealistischen Computer-Animation in allen Projekt-Phasen bietet das Buch von W. Leister et al. [5]. Es ist sehr lehrreich, vor allem in methodischer Hinsicht, wenn vielleicht auch hinsichtlich der Gerätetechnik u. Software schon ein wenig überholt. In Anlehnung an die Darstellung dieser Autoren sind in der Abbildung 1 die wichtigsten Arbeitsphasen eines Videofilmprojektes dargestellt (s. [5, S. 14 ff.]).

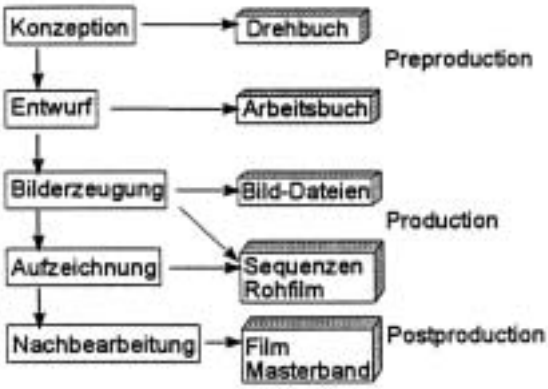

Abb. 1: Arbeitsphasen einer Videoproduktion

Unterschätzt wird meistens die *Vorbereitungsphase*. Vor allem der mit der Computer-Animation Vertraute muß sich darüber klar werden, daß der Videofilm ein Medium sui generis ist (s. [6]). Folgende wichtige Parameter sind unter anderem zu bedenken (s. Anhang): die Auflösung eines Fernsehbildes sowie die Bildfrequenz, die im allgemeinen unter der einer Workstation liegen, auf der der Entwurfsprozeß stattfindet; der Sicherheitsbereich des Fernsehbildes; Störungen im TV-Bild bei der Darstellung horizontaler Konturen infolge des Zeilensprungverfahrens (Interlacing). Das erfordert eine sorgsame Planung der gesamten Bildgestaltung einschließlich der Beschriftung. Neben diesen statischen Gestaltungsprinzipien spielen kinematische u. sogar dynamische (s. [7]) eine wichtige Rolle: Das Ziel, "natürliche" Bewegungsabläufe zu erhalten, sollte auch schon in der Projektplanung Berücksichtigung finden. Schließlich - darauf hatten wir schon in [1] hingewiesen - dürfen bei einer anspruchsvollen Videoproduktion ästhetische u. künstlerische Gesichtspunkte nicht außer acht gelassen werden!
Auf die *Vorbereitungsphase* folgt die *Bilderzeugung*, im allgemeinen der aufwendigste Teil eines Projektes. Neben der mehr oder minder umfangreichen Bildschirmarbeit spielt auch der reine Rechenaufwand eine nicht unbeträchtliche Rolle: Die Berechnung eines einzelnen Bildes kann besonders bei fotorealistischer Animation (Rendering, Ray Tracing etc.), aber auch bei der wissenschaftlichen Visualisierung wegen aufwendiger Berechnungen Stunden in Anspruch nehmen.
Die anschließende *Aufzeichnung* liefert sicher nur in Sonderfällen einen vorführungsreifen Film. Vielmehr wird man als Ergebnis durch die Aneinanderreihung der erzeugten Einzelbilder u. Sequenzen einen Rohfilm erhalten. Es muß sich die Stufe der *Nachbearbeitung* (Postproduction) anschließen. Auch hier kann je nach den Anforderungen der Aufwand sehr unterschiedlich sein. Die Arbeiten reichen vom bloßen Umordnen der aufgezeichneten Sequenzen u. hartem Schnitt über die Bildmischung mit Überblendungen

bis zu raffinierten Trickeffekten, die heute jedem Fernsehzuschauer geläufig sind. Für diese Arbeitsgänge sind in der Videoproduktion entsprechende - vorherrschend noch analoge - Geräte im Einsatz; zur Realisierung von Trickeffekten sind natürlich digitale Komponenten erforderlich. Zur Nachbearbeitung gehört auch die allfällige Vertonung. Bei unserem Geräte-Konzept ist eine digitale Tonaufzeichnung nicht möglich; ein sogenannter Soundtrack läßt sich erst bei der analogen Aufzeichnung hinzufügen.
Als Ergebnis der Nachbearbeitung erhält man ein sogenanntes Masterband.
In der computerunterstützen Video-Produktion wie auch in modernen Videostudios wird der Trend zur kompletten digitalen Verarbeitung deutlich. Moderne Softwaresysteme können schon heute auf entsprechenden Hardware-Plattformen leistungsfähige Videostudios emulieren (s.u). Es zeichnet sich ab, daß in Zukunft immer mehr Leistungen des analogen Spezialequipments von Rechnern übernommen werden, was eine durchgehende Digitalisierung des Fernsehens fördert u. auch fordert.
Beim derzeitigen Stand der noch weitgehend analogen Fernsehtechnik - Aufnehmen, Aufzeichnen, Übertragen, Darstellen - ist ein digitales Video-Sequenzspeichersystem schon ein gewisser Vorgriff auf die Zukunft u. erweist sich als ein sehr nützliches Produktionsinstrument: Die Bilder werden digital unkomprimiert im D1-Format (s. Anhang) als Einzelbilder oder als Teilsequenzen gespeichert. Sie können auf dem Speicher wie Dateien behandelt, also z.B. beliebig kopiert sowie zu Teilsequenzen (Clips) u. Schleifen (Loops) zusammengefaßt werden. Das Abspielen über einen D/A-Wandler geschieht in Video-Echtzeit u. im Bedarfsfall auch mit erhöhter oder verminderter Geschwindigkeit. Man kann auf einem Vorschaumonitor die Sequenz in ihrer Endgestalt sehen u. also im Produktionsprozeß unter Kontrolle halten. Diese Technologie hilft Generationsverlusten, die beim Kopieren von Analogaufzeichnungen zwangsläufig auftreten, vorzubeugen. Ein Sequenzspeichersystem bietet noch weitere bedeutsame Vorteile: eine deutliche Verringerung des Zeitaufwandes pro Bild bei der abschließenden Aufzeichnung von Sequenzen auf dem Analogrekorder gegenüber der Einzelbildaufzeichnung (z.B. über das mit einem Analogausgang versehene Videoboard eines Rechners) sowie eine damit verbundene Verminderung der mechanischen Beanspruchung u. des Verschleißes des Rekorders.
Die maximal mögliche Sequenzlänge ist kein technisches Problem mehr, sondern ausschließlich eine Kostenfrage; ein System mit der Sequenzlänge von einer Minute, wie wir es verwenden, erweist sich als ein guter Einstieg in diese Technik.

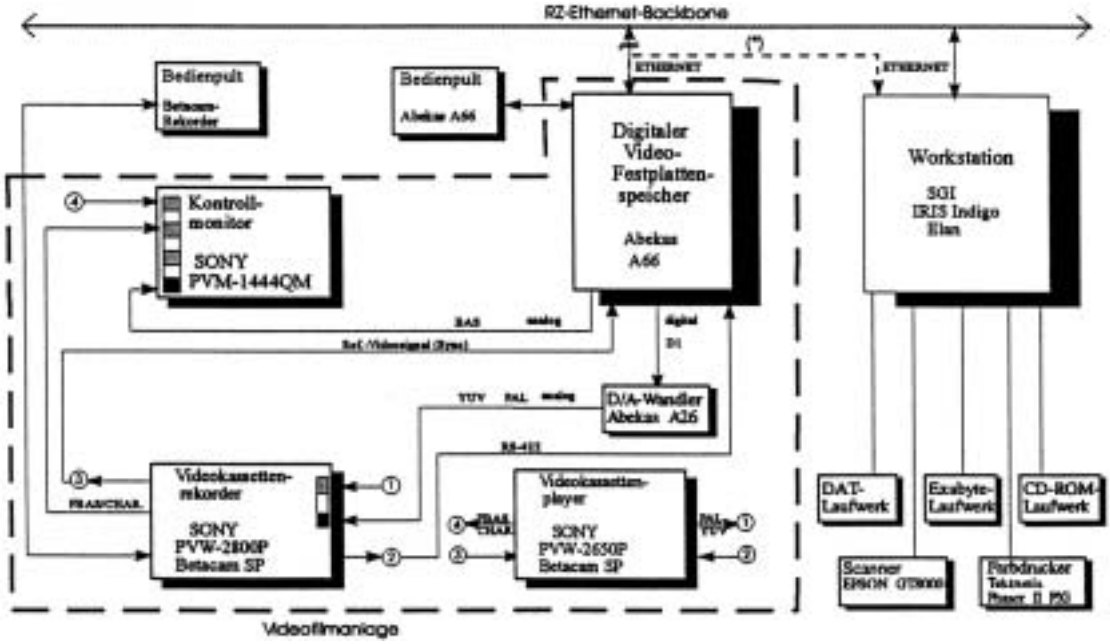

Abb. 2: Arbeitsplatz zur Aufzeichnung computergenerierter Videosequenzen

Gerätetechnische Ausstattung

Die Abbildung 2 zeigt schematisch die Arbeitsumgebung mit einer Workstation.
Das Geräte-Ensemble:

digitales Video-Sequenzspeichersystem,
Betacam-Video-Kassettenrecorder u.
Betacam-Video-Kassettenplayer

ist in einem 19´´-Rack untergebracht (Abb. 3) u. wird von uns zusammenfassend als Videofilmanlage bezeichnet. Das bei uns verwendete Sequenzspeichersystem besteht aus einem Echtzeit-Video-Festplattenrekorder *Abekas A66* u. einem Digital-Analog-Wandler *Abekas A26* (s. auch Anhang).
Der *Abekas A66* verfügt über folgende Video-Signal-Schnittstellen: D1-Parallel-, SCSI- u. Ethernet-

anschluß (Protokoll: TCP/IP). Wir benutzen derzeit den Ethernetanschluß zur Bildübertragung sowie zur Steuerung des *A66*.

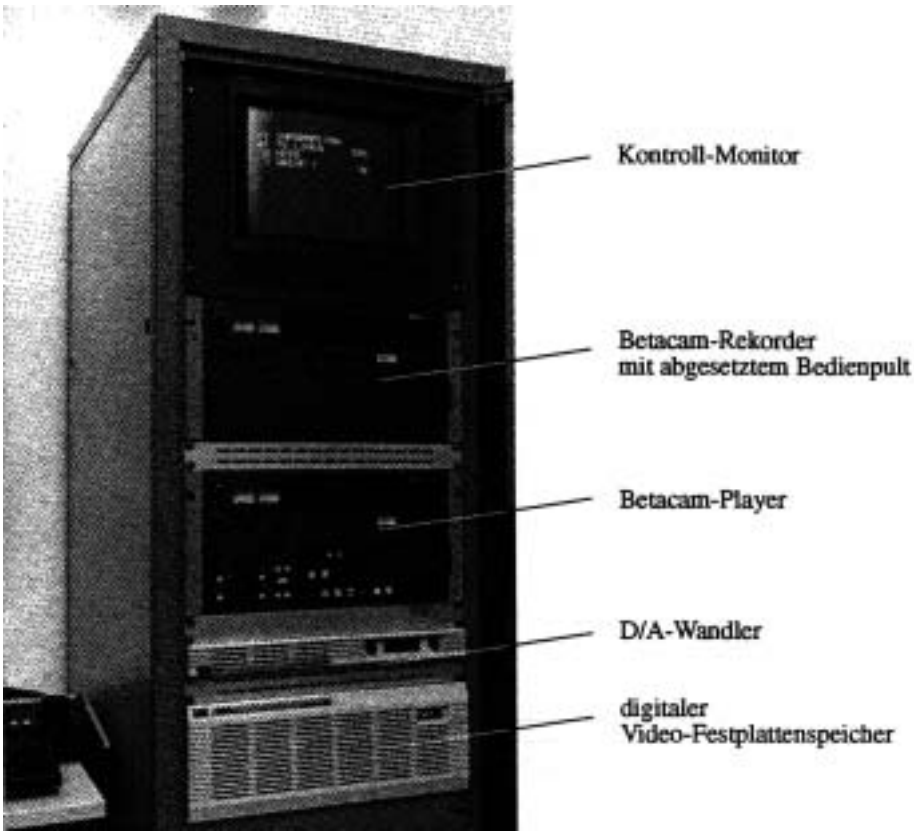

Abb. 3: Videofilmanlage

Den realisierten Anschluß an das RZ-Ethernet-Backbone zeigen die nicht unterbrochenen Verbindungslinien (Abb. 2). Videobilder können somit von allen im Netz befindlichen Rechnern - Netzanbindung s. Abb. *Rechnernetz der HU*, S. 18 -, deren Software digitale Bilder im geeigneten Format liefert (s. Anhang), auf dem A66 abgelegt werden. Die Bildübertragung erfolgt durch Softwaretreiber der entsprechenden Anwenderpakete oder mit UNIX-bzw. Befehlen der Software des *A66*. Der *A66* ist von seinem abgesetzten Bedienpult aus auch von Hand steuerbar. Weiterhin besitzt er zur Steuerung (serielle) RS-232- u. RS-422-Schnittstellen. Durch die vorgesehene Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen der *SGI IRIS Indigo Elan* u. dem *A66* über den Ethernetanschluß wird eine von der Netzbelastung unabhängige Übertragungsrate garantiert u. gleichzeitig das Netz entlastet (s. (*) in Abb. 2).
Eine Off-line-Übertragung digitaler Bilder ist im Bedarfsfalle ebenfalls möglich. Dazu stehen Exabyte- (2,3 GByte) u. DAT-Laufwerke (1,3 GByte u. 8 GByte) zur Verfügung. Der Zeitaufwand bei der Datenübertragung ist auf Grund der geringen Übertragungsrate jedoch nicht zu unterschätzen. Man sollte dieses Aufzeichnungsverfahren deshalb hauptsächlich zur Archivierung benutzen. Zum Backup der Bilddaten auf Exabyte- oder DAT-Kassetten kann der SCSI-Anschluß am A66 benutzt werden. Die verlustfreie Kompression der Daten mit dem UNIX-Befehl *compress* - obwohl ursprünglich für Textdateien gedacht - erweist sich durchaus als sinnvoll; darauf wurde schon [5, S. 301 f.] hingewiesen.
Als Bildquellen können weiterhin Photo-CDs u. gescannte Bildvorlagen dienen. Die Ausgabe von Standbildern ist auf einem Thermotransfer-Farbdrucker möglich. Das Einlesen von Videobildern (Frame Grabbing) kann zur Zeit nur über Videoboards in PCs[1] - Targa, AT-Vista, Screen Machine - erfolgen, weil ein Analog-Digitalwandler in der Videofilmanlage nicht zur Verfügung steht, was inzwischen als großer Nachteil empfunden wird.
Die Abbildung 2 zeigt, daß die Videofilmanlage in zwei unterschiedlichen Konfigurationen als *Schnittplatz* im *engeren Sinne* genutzt werden kann. Umkonfigurieren der Anlage bedeutet bei unserem Gerätekonzept allerdings Umstecken von (wenigen) Verbindungskabeln u. Betätigen von Schaltern.
In der dargestellten Konfiguration dient das Sequenzspeichersystem *A66/A26* als Schnittzuspieler für den Betacam-Rekorder. Die Steuerung des *A66* übernimmt der Betacam-Rekorder über die serielle

[1] PC-Arbeitsplätze in der ZAL

Schnittstelle RS-422; sie erfolgt vom abgesetzten Bedienpult des Rekorders aus. Eine Voreinstellung am *A66* sorgt dafür, daß er das *SONY*-Protokoll des Rekorders "versteht". Damit verhält sich das Sequenzspeichersystem *A66/A26* (fast) wie ein Analogplayer. In dieser Konfiguration können die erzeugten Bildsequenzen durch bildgenaue harte Schnitte auf der Betacam-Kassette als Rohfilm aneinandergefügt werden.
In der alternativen Konfiguration nach Abbildung 2 dient der Sony-Betacam-Player als Schnittzuspieler. Man erhält so einen klassischen analogen Schnittplatz. Damit wird es z.B. möglich, die produzierten Rohfilme - allerdings schon mit Generationsverlusten - nachzubearbeiten u. zum Beispiel auch mit einer Videokamera aufgezeichnete (realistische) Sequenzen ein- oder anzufügen.
Wir haben Betacam-Geräte zur Analogaufzeichnung u. -wiedergabe gewählt, um einen hohen Qualitätsstandard, praktisch Broadcast-Qualität, zu garantieren. In der Arbeitsumgebung ist jedoch auch ein S-VHS/VHS-Rekorder (s. Anhang) vorhanden, so daß das erstellte Betacam-Masterband, falls gewünscht, auf die genannten Formate umkopiert werden kann.
Wie schon oben betont, kann die Geräte-Kombination: Rechner (Workstation) mit geeigneter Software u. Sequenzspeichersystem ein komplettes digitales Videostudio ersetzen. Neben der Erzeugung von Bildsequenzen u. dem nichtlinearen Schnitt ist das Mischen von beliebig vielen Bildsequenzen (Layering) unter Verwendung beliebiger Trickeffekte möglich. Die Funktionalität dieses Video-Mischers hängt einzig von der Leistungsfähigkeit der Software ab (s.u.). Voraussetzung für diese Arbeitsweise ist allerdings, daß die zu verknüpfenden Bildfolgen digital auf Festplatten gespeichert vorliegen. Pro Videobild muß man - abhängig vom verwendeten Bildformat - mit einem Speicherbedarf von etwa 1 MByte rechnen (s. Anhang). Seit kurzem steht in unserer Arbeitsumgebung dafür freie Festplattenspeicherkapazität von ca. 2 GByte zur Verfügung, was ca. 95 s PAL-Video entspricht.

Software-Werkzeuge

Es ist ein außerordentlich breites Spektrum an Software auf dem Markt verfügbar, das in einer solchen Arbeitsumgebung zum Einsatz kommen kann (Basis-Software, s. *RZM*, Nr. 2). Das gilt selbst dann, wenn man sich wie hier ausschließlich auf "höhere" Hardwareplattformen bezieht. Grundsätzlich benötigt man Softwarekomponenten für folgende Einsatzgebiete: Bilderzeugung, Animation, digitale Nachbearbeitung u. Gerätesteuerung. Es existieren inzwischen einige sehr komplexe integrierte Software-Systeme, die mehr oder weniger zufriedenstellend allen den genannten Anforderungen genügen. Die Auswahl ist äußerst schwierig, zumal die Unterschiede in der Funktionalität u. Nutzerfreundlichkeit sich erst im praktischen Einsatz (nach einer im allgemeinen nicht zu unterschätzenden Einarbeitungszeit) - u. nicht bei eindrucksvollen Präsentationen - erweisen. Schließlich beträgt die Preisspanne vom Low-end- bis zum High-end-Produkt einige Größenordnungen. Wir haben uns zum Einsatz des Softwaresystems (*The Visualizer Series*) der Firma *Wavefront* mit den Komponenten: *Data Visualizer*, *Advanced Visualizer* u. *Video Composer* entschlossen. Damit liegt ein integriertes Visualisierungs- u. Animationssystem vor, das die gesamte oben genannte Funktionalität bereithält u. sich zu einem gewissen Standard herausgebildet hat. Der *Composer* bildet eine wichtige Schnittstelle zum *Abekas A66*. Er gestattet die direkte Übertragung computergenerierter Bilder im *qnt*-Format (s. Anhang) auf den *A66 u.* die Umwandlung zahlreicher Grafikformate in das *qnt*-Bildformat. Bisher ist dieses leistungsfähige Softwaresystem nur in unserer unmittelbaren Arbeitsumgebung auf Workstations verfügbar. Eine Erweiterung der Lizenzen ist bei ausgewiesenem Bedarf möglich, aber auch nur dann gerechtfertigt, weil die Kosten nicht unerheblich sind. Es ist auch durchaus denkbar, bei dringendem Bedarf, die Beschaffung anderer Software-Systeme mit anderer Schwerpunktsetzung in der Funktionalität (z. B. 2D-Animation etc.) vorzusehen.
Im RZ stellt bei der Bilderzeugung die visuelle Datenanalyse einen besonderen Schwerpunkt dar. Deshalb sind neben dem schon genannten *Data Visualizer* von *Wavefront* weitere Software-Pakete verfügbar: *AVS*, *IDL*, *SGI Explorer*, *PV-WAVE*. Das Visualisierungssystem *AVS* hat sich als sehr leistungsfähig erwiesen, unter anderem auch deshalb, weil es eine Schnittstelle zum *Abekas A66* über den Ethernet-Anschluß besitzt u. das Umwandeln verschiedener Grafikformate in das D1-Format gestattet.
Schließlich seien auch noch die bekannten Anwender-Systeme *Mathematica*, *SAS* u. *SPSS* erwähnt, die bei uns zum Einsatz kommen u. ausgezeichnete Grafik-Funktionalität besitzen.
Zu den wichtigsten der genannten Software-Systeme finden sich ausführlichere Informationen in diesem Heft (s. S. 35 - 39).

Erste Einsatzerfahrungen u. Schlußfolgerungen

Die gewählte Geräteausstattung u. vor allem das Video-Equipment mit dem Kernstück Sequenzspeichersystem hat sich als sinnvolle Lösung für unsere Aufgabenstellung erwiesen. Hard- u. Software des Video-Festplattenrekorders wiesen allerdings Mängel auf, u. zwar durchaus sichtbare Fehler bei der Bildwiedergabe einiger weniger Frames sowie Unsauberkeiten in der Loop-Steuerung. Durch Austausch eines Laufwerks (Drive 1) u. den Ersatz der ursprünglich mitgelieferten Software durch die neueste Version sind die Fehler weitgehend behoben worden.
Bisher wurden drei Rohfilme erzeugt, die zum Teil in der ZAL nachbearbeitet wurden. Dabei handelte es sich stets um Aufgaben aus dem Bereich der wissenschaftlichen Visualisierung. Der Einstieg in das Ge-

biet der fotorealistischen Animation erfolgt mit dem Projekt *"Löwentempel Musawwarat Es Sufra"* von S. Kirchner (s. dieses Heft, S. 33 - 34). Die Vorarbeiten dazu haben schon gezeigt, daß eine deutliche Steigerung der Grafikleistung wünschenswert wäre. Im Jahr 1994 wird durch Prozessor-Upgrades u. RAM-Erweiterungen eine Verbesserung der Grafik-Performance einiger Workstation angestrebt. Ein Sprung in eine neue Leistungsklasse ist für 1995 vorgesehen. Als Referenzmodell einer Supergrafik-Workstation der gewünschten Leistungsklasse kann die *SGI Onyx* mit dem *Grafik-Subsystem Reality Engine*^{2} dienen. Eine solche Workstation bietet neben der Numerik- u. Grafikleistung auch Videoleistungen, die an die eines Sequenzspeichersystems heranreichen. Mit einem zusätzlichen Videoboard - das *Sirius-Board* für die *Onyx*-Workstation - *u.* entsprechender Software läßt sich dann schon ein sehr komfortables digitales Videostudio emulieren. Das *Sirius-Board* besitzt eine serielle D1-Schnittstelle, womit die Datenübertragungsrate zum Sequenzspeichersystem wesentlich erhöht werden könnte.
Aus heutiger Sicht würde man sich eine Erweiterung der Speicherkapazität des Sequenzspeichersystems wünschen. Zum Erstellen einer Bildsequenz ist, wie schon oben betont, eine maximale Sequenzlänge von einer (1) Minute eine sinnvolle Größe. Um die Möglichkeiten des nichtlinearen Schnittes u. der digitalen Nachbearbeitung ganz allgemein zu verbessern, wäre die Steigerung der Sequenzlänge in den 10-Minuten-Bereich (und darüber!) durchaus wünschenswert.
Bei allen Ausbaubestrebungen der Videofilmanlage ist der technischen Entwicklung auf diesem stark innovativen Gebiet der Computer- u. Video-Filmanimation größte Aufmerksamkeit zu schenken. Es sind Systeme in Entwicklung (Beispiel: *AVID Media Suite Pro* auf Apple Macintosh Quadra 950), die auf Grund hoher Kompressionsfaktoren - in der Größenordnung von 100 - u. hochratiger Datenübertragung die Videosequenz-Speicherung im Stundenbereich auf Standardfestplatten realisieren. Das größte Handikap sind zur Zeit die Verluste bei der Datenreduktion (s. [13]), die wohl bei realistischen Aufnahmen, aber schwerlich bei der wissenschaftlichen Visualisierung in Kauf genommen werden können. Es ist sogar denkbar, daß für Videoproduktionen höchster Qualität stets nur verlustfreie Kompressionsverfahren mit vergleichsweise geringen Kompressionsfaktoren in Frage kommen. Ob u. wie lange u. für welche Einsatzgebiete "klassische" Sequenzspeichersysteme mit Festplatten oder Halbleiterspeichern ihre Berechtigung behalten, muß die nächste Zukunft erweisen.

Ansprechpartner

Im Rechenzentrum:
Neben dem Autor dieses Beitrages
Frau Hannelore Schmidt, Tel. 2093-2370,
Frau Gisela Schnabel, Tel. 2093-2370,
Herr Bernhard Barz, Tel. 2093-2362.

In der Zentraleinrichtung für Audiovisuelle Lehrmittel (ZAL), Abteilung Fernsehen:
Herr Dietmar Bräuer, Tel. 2093-2518,
Herr Jörg Schulze, Tel. 2093-2518.
In der ZAL steht seit kurzem ein kompletter Video-/Audio-Editierplatz (Betacam-Format) zur Nachbearbeitung zur Verfügung.

Literatur

[1]
Suschke, E.:
Multimedia-Service am Rechenzentrum....
RZ-Mitteilungen, H. 5, 1993, S. 16-22.
Berlin: Humboldt-Universität, RZ.

[2]
Webers, J.:
Handbuch der Film- und Videotechnik.
Die Aufnahme, Speicherung, Bearbeitung und Wiedergabe audio-visueller Programme.
München: Franzis, 4. verb. Aufl., 1993, DM 128,-.

[3]
Webers, J.:
Audio-, Film- und Videotechnik.
Eine verständliche Einführung in die moderne Bild- und Tontechnik.
München: Franzis, 1992, 208 S., DM 49,-.

[4]
Biaesch-Wiebke, C.:
Videosysteme.
Technik und Arbeitsweise von Videorecordern, Videokameras und Camcordern.
Würzburg: Vogel, 1991, 440 S., DM 88,-.

[5]
Leister, W.; Müller, H.; Stößer, A.:
Fotorealistische Computeranimation.
Berlin ...: Springer, 1991, 387 S., DM 98,-.

[6]
Brodlie, K.W.; Carpenter, L.A.; Earnshaw, R.A. et al., (eds.):
Scientific Visualization: Techniques and Applications.
Berlin ...: Springer, 1992.

[7]
Willim, B.:
Leitfaden der Computer-Grafik.
Visuelle Informationsdarstellung mit dem Computer.
Berlin: Drei-R-Verlag, 1989, 703 S.

[8]
Wendland, B.:
Fernsehtechnik.
Band I: Grundlagen.
Heidelberg: Hüthig, 1988, 474 S., DM 59,80.

[9]
Wendland, B.; Schröder, H.:
Fernsehtechnik.
Band II: Systeme und Komponenten
zur Farbbildübertragung.
Heidelberg: Hüthig, 1991, 512 S., DM 74,-.

[10]
Mäusl, R.:
Fernsehtechnik.
Von der Kamera bis zum Bildschirm.
Heidelberg: Hüthig, 2. Aufl., 1991, 243 S., DM 68,-.

[11]
Digitales Videosysteme der Serie SIGNUM SIGI.
Firmenschrift.
München: SIGNUM Computer für Signalverarbeitung und
Mustererkennung GmbH, 1993.

[12]
ANTERAS Digitale Videodisk.
Firmenschrift.
Altomünster: Timmerman & Gerber hochwertige Systeme für
Grafik und Bildverarbeitung, 1993.

[13]
Kesy, O.:
Bilder schrumpfen.
Neue Methoden und Programme zur Bildkompression.
c´t magazin für computertechnik 11/93, S.120.

[14]
Gebrauchswörterbuch Fernsehen.
München: TR-Verlagsunion, 4. überarb. Auflage, 1992.

[15]
Baker, R. :
Designing the Future.
Die dreidimensionale Computerrevolution.
Düsseldorf ...: ECON Verlag, 1993, DM 98,-.

[16]
Friedhoff, R.M.; Benzon, W.:
The Second Computer Revolution: Visualization.
New York: Abrams Inc. Publishers, 1989, DM 90,-.

[17]
Streller, E.:
Computer und Kunst.
Programmierte Gestaltung: Wurzeln und Tendenzen neuer
Ästhetiken.
Mannheim ...: BI-Wissenschaftsverlag, 1992, 379 S., DM 149,-.

Anhang

Digitale Video-Sequenzspeichersysteme

Forderungen: Video-Echtzeit-Übertragungsraten bei der Ausgabe (> 21 MByte/s)
Echtzeit-Digital-Analogumsetzer am Ausgang: FBAS- und Komponentensignale, PAL, NTSC, SECAM, gegebenenfalls HDTV.

RAM-Speichersysteme

flexibler Einsatz, gegebenenfalls schon HDTV-fähig, "verschleißfrei",
flüchtige Speicher, derzeit (noch?) sehr teuer, vertretbar für Sequenzen im 1-Minuten-Bereich,
Durchbruch im praktischen Einsatz noch nicht abzusehen.
Beispiele: *Viewstore 4000* von *Viewgraphics*
DVSR 64 von VTE

Video-Disksysteme (RTVDR: Real Time Video Disk Recorder)

Parallel-Transfer-Systeme (PTD: Parallel Transfer Disks)

Speziallaufwerke, weltweit nur wenige Anbieter
Daten parallel über mehrere Köpfe gesplittet auf verschiedene Plattenoberflächen geschrieben
Einstiegssysteme für den 1-Minuten-Bereich, Realisierung größerer Kapazitäten unflexibel und teuer.
Beispiel: *Abekas A66*
2 Laufwerke, Speicherkapazität: 1616 D1-Bilder mit gewissem Overhead (s.u.) entsprechend ca. 64 s PAL-Video

Disk-Array-Systeme

Standardlaufwerke hoher Qualität, aber keine Speziallaufwerke
Erzielung der erforderlichen hohen Datenraten durch Kopplung mehrerer Laufwerke (5 und mehr);
höherer Grundaufwand, höhere Speicherkapazität relativ einfach zu erzielen; Systeme mit der derzeit höchsten
Speicherkapazität: 70 Minuten PAL-Video angekündigt (s. [12])
Ein-/Ausgabe von Key- und Audiosignalen möglich
Beispiele: *Signum SIGI/RVD Modell 300 Color oder Modell E/K300 Color Key* (s. [11])
ANTERAS EX 4:2:2:4, 14 min D1 unkomprimiert (s. [12])

Daten zum D1-Standard

Der D1-Standard nach der CCIR 601/4:2:2-Norm ist zum digitalen Video-Weltstandard geworden. Das D1-Signal ist ein Komponentensignal, das durch Digitalisierung aus YUV hervorgeht (s. [1], [2]). Der Bildaufbau geht aus der Abbildung 4 hervor, in der die Struktur einer ***qnt*-Datei** dargestellt ist, wie sie der *Composer* aus dem Visualisierungspaket der *Firma Wavefront* liefert. In dieser Form können über den

Ethernet-Anschluß Bilder auf dem *Abekas A66* abgelegt werden. Der Digital-Analog-Wandler *A26* erzeugt daraus ein analoges Komponentensignal YUV in der PAL-Norm.
Das Visualisierungspaket *AVS* liefert am Ausgang der **Module *output a60*** und ***write a60 yuv*** D1-Bilddateien in Nettogröße (s. Abb. 4), d.h. von **829.440** Byte.

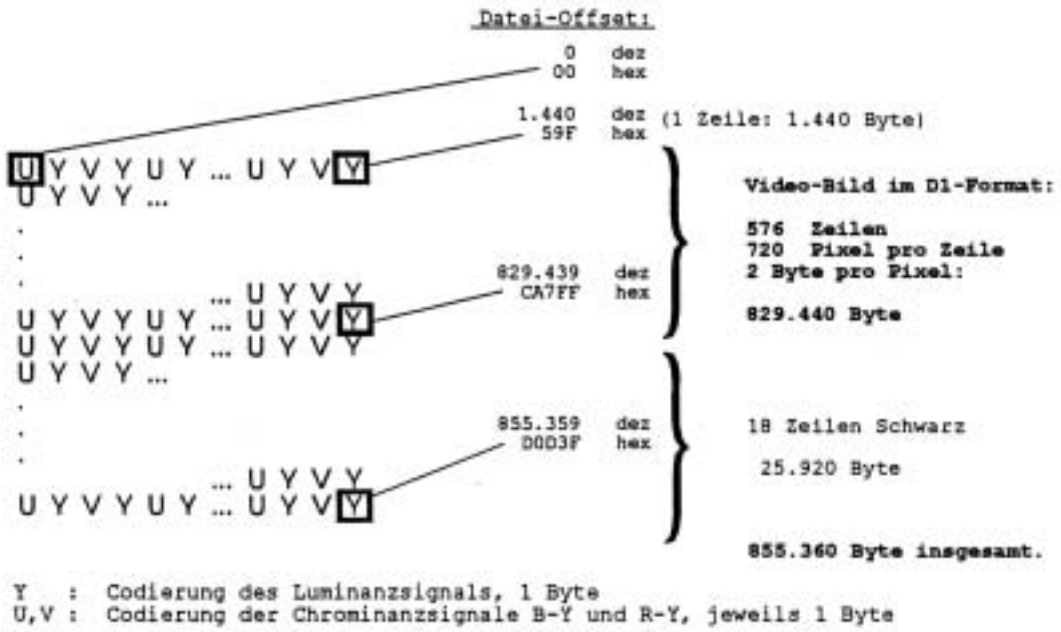

Abb. 4: Struktur einer *qnt*-Datei (*Wavefront Composer*)

S-Video
Komponentensignal: Y/C; Systeme: *S-VHS* und *Hi8*.

Sicherheitsbereich eines Fernsehbildes
Jeder Fernsehmonitor begrenzt durch seine Maske den sichtbaren Bildausschnitt in unterschiedlicher Weise. Es existiert also eine Randzone, in der keine wesentlichen Bildinhalte liegen sollten. Wir empfehlen als **Sicherheitsbereich bei zentriertem Bild 650 x 530 Pixel**.

HDTV
High **D**efinition **T**elevision:
Wahrscheinlich Fernseh-Norm der Zukunft, unterschiedliche Vorschläge Europa, USA, Japan. Europa: Eureka-Projekt
Bildformat mit Sicherheit 16:9 (s.u.)
Neben den Bestrebungen, das existierende analoge Fernsehen durch Erhöhung der Auflösung und Veränderung des Bildformates zu verbessern, existieren Ansätze zur durchgehenden Digitalisierung des Fernsehens. Mit der kommerziellen Einführung des digitalen HDTV wird nicht vor dem Jahre 2005 gerechnet [9].

SECAM (s. [1, S. 21])
Wie dieses Akronym ursprünglich gebildet wurde, darüber herrscht in der Literatur Unklarheit (s. [2],[4],[5]). Die Interpretation in [1] ist anscheinend nicht korrekt; am wahrscheinlichsten erscheint mir nun die folgende (s. [14]): **S**équentiel **E**n **C**oleur **A**vec **M**émoires.

TV-Bildformate (s. [1, S. 21])
Das Bild-Seitenverhältnis (Horizontale : Vertikale) von 4:3 wurde vom Kinofilm übernommen und hat lange Zeit das kommerzielle Fernsehen vollständig beherrscht. Künftige Fernsehstandards werden ein Bild-Seitenverhältnis von 16:9 haben, das den menschlichen Sehgewohnheiten besser angepaßt ist. Im Jahre 1995 rechnet man mit der Einführung des PAL-Plus (s. [9], [10]), einer Erweiterung des PAL-Standards. Damit wird es möglich, schon auf der Basis von PAL Fernseh-Programme im künftigen 16:9-Format (z.B. HDTV) zu übertragen. PAL-Plus wird abwärts kompatibel zu PAL sein, so daß der neue Standard eingeführt werden kann, ohne den Empfang der existierenden Fernsehgeräte wesentlich zu beeinträchtigen.

Edmund Suschke