Multimedia-Service am Rechenzentrum - erste Ansätze und Perspektiven

1 Einführung

Mit dem Titel dieses Beitrages möchte ich an unser Multimedia-Forum erinnern, das - wie in den RZ-Mitteilungen (*RZM)*, Nr. 4 angekündigt - nunmehr am 13. Januar stattgefunden hat; (der erste Teil meines Vortragstitels lautete dort ein wenig anmaßend: "Multimedia an der HUB - ..."). Die Nr. 5 hat *SERVUZ* als Schwerpunktthema; eine gute Gelegenheit, die "Multimedia-Service-Ellipse" in der Grafik 2 (s. S. 8) noch einmal zu erläutern und dabei kurz auf die Vorstellungen von Multimedia aus der Sicht des Rechenzentrums, auf einige Anwendungen und Entwicklungstrends einzugehen.

Über Mangel an Zuhörern brauchten wir uns am 13. Januar nicht zu beklagen; trotzdem ist die Ausstrahlung in die Fachbereiche hinter unseren Erwartungen zurückgeblieben. Dafür gibt es mancherlei, hier nicht zu erörternde Gründe. Als dann - Was man schwarz auf weiß besitzt ...

Multimedia[1] ist wohl immer noch ein Begriff mit einer gewissen Unschärfe, aber als Blickfang für Headlines und zum bündigen Nachweis von Kompetenz anscheinend unentbehrlich sowie als Sammelbegriff in Beiträgen wie diesem sehr nützlich. Und er wird mit der Zeit durchaus gesellschaftsfähig: In den Empfehlungen der Kommission für Rechenanlagen der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) "Zur Ausstattung der Hochschulen in der Bundesrepublik Deutschland mit Datenverarbeitungskapazität für die Jahre 1992 bis 1995" findet sich im Abschnitt 5.2 "Der Betrieb der zentralen Rechnerressourcen" die seriös klingende Bezeichnung: "Arbeitspläze für multimediale Anwendungen", die im folgenden auch Verwendung finden soll.

Unter dem Begriff Multimedia wird im allgemeinen die Integration von hochentwickelten audiovisuellen Systemen in moderne Datenverarbeitungssysteme und der Einsatz solcher integrierten Systeme unter Einbeziehung der menschlichen Interaktion verstanden. Am deutlichsten ausgeprägt ist, was Multimedia im engeren Sinne meint, in der *Virtual Reality*, auch *Cyberspace* genannt (s. [1], [2]). Eine Versuchsperson bewegt sich *scheinbar* in einer computergenerierten Welt, die ihr über stereoskopische Bildschirme (einer für jedes Auge, "Datenhelm") in Echtzeit sichtbar gemacht wird. Die Interaktion findet durch die (von Sensoren erfaßte) Bewegung des Kopfes und die Bewegung der Hände (Sensoren in den sogenannten "Datenhandschuhen") und Spracheingabe über Mikrofon statt. Es handelt sich dabei um Weiterentwicklungen und Verallgemeinerungen von Einrichtungen wie Fahr- und Flugsimulatoren, die schon längere Zeit in Gebrauch sind. Der Entwicklungstrend in der Gerätetechnik geht dahin, Systeme mit ähnlicher Funktionalität wie Flugsimulatoren zu erschwinglichen Kosten und erweiterten Anwendungsbereichen zu schaffen. Die denkbaren Einsatzfelder solcher Multimedia-Systeme als Trainer, Simulatoren, Testeinrichtungen etc. sind unüberschaubar!

Mit Cyberspace-Systemen werden wir uns vermutlich in nächster Zukunft im Rechenzentrum nicht befassen. Der gerätetechnische Aufwand ist groß, und entsprechende Anwendungsfälle stehen derzeit nicht ins Haus. Von besonderem Interesse ist für uns zunächst die Integration von Video-Systemen in DV-Systeme und auch umgekehrt, wie unten dargestellt werden soll. Audio-Systeme spielen anfangs eine untergeordnete Rolle. Sie kommen natürlich ins Spiel im Zusammenhang mit der Nachvertonung von Videoproduktionen. Andere Anwendungen wie Frequenzanalysen, z.B. in der Musikwissenschaft, sind denkbar. Es werden aber noch eine ganze Reihe von Diensten benötigt, die in den Bereich der grafischen Datenverarbeitung fallen, wie: Scannen von Texten und Grafiken, Farbdruck und Farbkopieren mit hoher Wiedergabe-Qualität, Bilderzeugung, -manipulation und -verarbeitung etc. Das alles wollen wir hier großzügig unter dem Sammelbegriff Multimedia fassen!

Dieser Beitrag ist als Einstieg in das Gebiet Multimedia gedacht; weiterführende und vertiefende Beiträge in den *RZM* sind für die Zukunft geplant.

Einführend soll noch auf einen äußerst wichtigen Gesichtspunkt hingewiesen werden, der auch auf dem Multimedia-Forum deutlich geworden ist: die Rolle der beiden Zentraleinrichtungen Rechenzentrum (RZ) und Zentraleinrichtung für audiovisuelle Lehrmittel (ZAL) beim Aufbau der Multimedia-Dienste an der Humboldt-Universität. Die beiden Einrichtungen haben sich über Jahre relativ unabhängig voneinander entwickelt. Die vorhandene gerätetechnische und Personalausstattung setzen sie nun in die Lage, bei aller gebotenen Arbeitsteilung sinnvoll zu kooperieren. Ein ganz wichtiges Feld der Zusammenarbeit ist in nächster Zukunft in der

[1] Man trifft jetzt immer häufiger auf den Begriff *Hypermedia*. Darunter wird die *Synthese* aus *Hypertext* und *Muiltimedia-technologien* verstanden.

Video-Produktion unter Anwendung der Computeranimation zu sehen. Voraussetzungen für eine effiziente gemeinsame Bearbeitung bestimmter Projekte sind unter anderem die sorgsame Abstimmung bei der weiteren gerätetechnischen Ausstattung, die Koordinierung der Dienstleistungen sowie die Einbindung der Computer der ZAL in die Rechnernetz-Infrastruktur der HUB.

2 Multimedia - Anwendungsgebiete und Technologien

Hier sollen die beiden Anwendungsgebiete, die auch auf dem Multimedia-Forum als die derzeit für uns bedeutendsten herausgestellt wurden, genannt sein: die Visualisierung wissenschaftlicher Beobachtungs- und Ergebnisdaten, kurz: Wissenschaftliche Visualisierung (Scientific Visualization, Visualization in Scientific Computing) sowie die Entwicklung und der Einsatz interaktiver Lernprogramme (CBT: Computer-Based Training).

Von den Multimedia-Technologien wird die Animation im Vordergrund stehen vor allem als Mittel der Visualisierung. Die dafür erforderliche gerätetechnische und Software-Austattung schaffen allerdings Voraussetzungen, nach Bedarf weit über dieses Anwendungsgebiet hinauszugehen.

Weitere Technologie-Teilgebiete sind die Bildmanipulation und -verarbeitung und die digitale Signalverarbeitung (DSP : Digital Signal Processing), darunter auch die Verarbeitung von Audio-Signalen; ihnen werden wir uns bei Vorliegen entsprechender Anforderungen zuwenden.

Wissenschaftliche Visualisierung

The purpose of computing is insight, not numbers.
[Hamming, 1962]

Die grafische Darstellung von Ergebnisdaten wissenschaftlich-technischer Berechnungen und Beobachtungsdaten hat in der Datenanalyse schon immer, auch im Vor-Computerzeitalter (s. [4],[8]), eine große Rolle gespielt, eben wegen der "Einsichten" (s.o. HAMMING), die aus geeigneten Ab-Bildern zu gewinnen sind. Sie hat wegen des ständig steigenden Datenanfalls mit wachsenden Leistungen moderner Computer (Supercomputer) und automatisierter Datenerfassungsgeräte (z.B. Erdsatelliten, Weltraumsonden, Computertomographie etc.) enorm an Bedeutung gewonnen. Andererseits macht die Rechenleistung der modernen Rechenanlagen, in der Regel ausgestattet mit speziellen Grafik-Prozessoren und -Beschleunigern, eine effiziente grafische Datenverarbeitung erst möglich.

Zur Wissenschaftlichen Visualisierung werden in vielen Fällen einfache Methoden der grafischen Datenverarbeitung wie 2D- und 3D-Funktionsplots benutzt. Man begnügt sich mit Standbildern, die am Bildschirm betrachtet und mit Druckern oder Plottern auf Papier, Overheadfolien und Diapositive ausgegeben werden. Moderne Hardware in Verbindung mit hochentwickelter Visualisierungs-Software macht es möglich, Bewegtbilder zur visuellen - interaktiven - Datenanalyse einzusetzen. Das erleichtert zum Beispiel das Durchmustern großer komplexer Datenstrukturen oder das Studium komplizierter dreidimensionaler Strukturen, wobei die Interaktion meistens durch eine Maus ausgelöst wird. Als sehr nützlich erweist sich in der Wissenschaftlichen Visualisierung die *Animation*, d.h. die Erzeugung von Bewegtbild-Sequenzen. Visualisierungs-Software vergfügt heute meistens über ein Animationsmodul, auch kurz als Animator bezeichnet. Die Animation ist aus einem Gebiet wie der Strömungsberechnung (CFD: Computational Fluid Dynamics) nicht mehr wegzudenken; sie ermöglicht, in übersichtlicher Weise Parameterstudien durchzuführen und das Verhalten simulierter Systeme durchschaubar zu machen.

Interaktive Lernprogramme - Computer Based Training (CBT)

Auf diesem Gebiet können die Leistungen von Multimedia voll zur Geltung kommen, und zwar sowohl bei der Programmentwicklung als auch bei der Nutzung der Endprodukte, der Trainings- und Lernprogramme. In der höchsten Ausbaustufe lassen sich Bild-Informationen ganz allgemein, aber vor allemVideo-Informationen in der Form von Stand- und Bewegtbildern ebenso einbeziehen wie Audio-Informationen in Form von (belehrender) Sprache, von Musikuntermalung etc. und sogar zur Programmsteuerung. Der erforderliche apparative Aufwand ist beim Entwickler wie beim Nutzer, wenn man alle Möglichkeiten vollständig ausschöpft, gleichermaßen groß. Inzwischen gibt es schon sehr ausgereifte Entwicklungswerkzeuge, die die Entwicklung komplexer Programme erst eigentlich möglich machen.

Auf dem CBT-Gebiet ist die ZAL tätig und schon mit einem ersten beachteten Pilotprojekt: "Die tierische Zelle" von Hana Hünigen, med. vet., Ursula Krüger und Alan Schüler, ZAL, an die Öffentlichkeit getreten. Es handelt sich bei diesem Programm, das auch auf unserem Multimedia-Forum vorgeführt wurde, um ein interaktives Lernprogramm, das Text- und Bildinformationen bietet. Als Entwicklungswerkzeug findet dabei das Programm *Authorware* unter DOS Verwendung. Ein Ausbau ist geplant, bei dem (Original-)Standbilder und Bewegtbildsequenzen ebenso wie Audio-Informationen einbezogen werden sollen. Zum Aufbau von Bewegtbildseqeunzen aus Realbildern und Computeranimationen zur Einbindung in ein solches

CBT-Programm läßt sich vorteilhaft der unter 3 (s. unten) beschriebene Arbeitsplatz einsetzen.

Animation

Unter *Animation* versteht man nach [3] "...die Erstellung von Bildserien, die bei hinreichender Wiedergabe den Eindruck von kontinuierlicher Bewegung hervorrufen". Wir wollen im folgenden wie in [3] zwei Arten der Animation unterscheiden: die *Computeranimation* und die *Filmanimation*. Bei der Computeranimation erfolgen Bildgenerierung und Bilddarstellung auf dem Computer allein. Im allgemeinen werden die beiden Vorgänge nicht getrennt, wodurch sich der große Vorteil interaktiver Arbeitsmöglichkeiten ergibt. Allerdings lassen sich beide Vorgänge Bildgenerierung und Bilddarstellung, durchaus trennen, indem man die generierten Bilder im Hauptspeicher oder auf einer Festplatte ablegt, um sie anschließend "wie einen Film" ablaufen zu lassen. Jeder Computeranwender kennt aus eigener Anschauung Computeranimationen und weiß um deren Möglichkeiten und Probleme, die nicht nur technischer Natur sind (besonders schönes Anschauungs-Beispiel: das *"Battle Chess"*!). Als technische Probleme bei der Computeranimation standen bisher (und stehen immer noch) die zu geringen Rechen- und Übertragungsgeschwindigkeiten und Speicherkapazitäten im Vordergrund.

Bei der *Filmanimation* werden die beiden Vorgänge Bildgenerierung und Bildwiedergabe vollständig getrennt. Filmanimation ist natürlich auch ohne Computer möglich, wie jeder vor allem von den Zeichentrickfilmen weiß, einer besonders liebenswerten Form der Animation (Walt-Disney-Filme etc.). Andere Trickfilme benutzen gestellte Szenen z. B. mit Puppen (Sandmännchen des DFF!). Wir wollen hier die Filmanimation verstehen als das "Animieren", d.h. die Wiedergabe vor allem (nicht ausschließlich) zuvor auf Film - auf fotografischen oder Video-Film - übertragener *computergenerierter* Bilder. Auch das ist dem Fernsehzuschauer aus "Trailern" und diversen Videoclips inzwischen nur allzu geläufig und seit kurzem auch dem Kinogänger (z.B. "Terminator 2"). Die so verstandene Filmanimation bringt den großen Vorteil, daß man das Zeitverhalten der Bewegungsabläufe unabhängig von der Rechenzeit für die Bildherstellung gestalten kann. Nachteilig wirkt sich aus, daß man nicht interaktiv arbeiten kann, sondern der "gedrehte" Film einfach abläuft, wenn man von den Möglichkeiten des Anhaltens, Rückspulens, des schnellen und langsamen Vor- und Rücklaufs etc. absieht. Aber auch hier sind derzeit interessante Entwicklungen im Gange, um die Vorteile der Computer- und der Filmanimation zu verbinden. Die Schlagworte heißen CD-I und DVI [2] (s. [5]).

Die Filmanimation - wir beschränken uns bei unseren Arbeiten ausschließlich auf den Videofilm - setzt allerdings eine erweiterte gerätetechnische Basis voraus, die über die DV-Technik weit hinausgeht. Das erfordert neben finanziellen Mitteln vor allem Know-how zur Bedienung, das von DV-Personal erst erworben werden muß. Von großem Vorteil ist jedoch, daß die so dokumentierten Ergebnisse auf Videofilm vorliegen, Videokassetten sehr leicht zu transportieren sind und zur (beliebig oft möglichen) Wiedergabe der Aufzeichnungen keine Rechner, sondern nur ein Videorecorder und ein Fernsehmonitor vorhanden sein müssen; auch Video-Großbildprojektion ist jetzt an vielen Vortragsstätten schon möglich.

Ansprechende Animationen, die mehr sein sollen als eine dröge Aneinanderreihung von Bildern, erfordern einige gestalterische, wenn nicht gar künstlerische Begabung, auf jeden Fall aber die Beachtung bestimmter elementarer Regeln (Animationsregeln), die schon vom Zeichentrickfilm her bekannt sind. Neben der reinen Ortsveränderung von Objekten mit einer gewissen Dynamik (*motion dynamics*) sind alle Veränderungen zu berücksichtigen, die einen visuellen Effekt haben, wie: Form, Farbe, Transparenz, Struktur und Textur der Objekte sowie die Veränderungen der Beleuchtung und der Position, Orientierung und der Brennweite der (fiktiven) Kamera (s.[3]).

3 Arbeitsplatz zur Aufzeichnung von Videosequenzen

Die einfachste und effizienteste Technologie zur Filmanimation stellt heute die Aufzeichnung von Bildern auf Videoband dar. Damit ist die Trennung zwischen Bildgenerierung und -wiedergabe auf sehr elegante Weise vollzogen. Aus diesem Grunde steht am Anfang des Aufbaus unseres Multimedia-Service ein Arbeitsplatz zur Aufzeichnung von computergenerierten Videosequenzen (und natürlich auch Einzelbildern). Arbeitsplätze dieser Art sind an einigen Stellen im Gebrauch oder in Planung, aber sie gehören derzeit keineswegs zum Standardequipment von Rechenzentren.

Die folgende Abbildung (s. S. 19) zeigt den Arbeitplatz zur Aufzeichnung von Video-Sequenzen, wie er sich zur Zeit im Aufbau befindet.

Herzstück unseres Arbeitsplatzes ist der digitale *Video-Festplattenspeicher* (*DVDR*: Digital Video Disk Recorder) *A66 der Firma Abekas*. Es ist ein Spezialfestplattenspeicher mit einer Übertragungs-

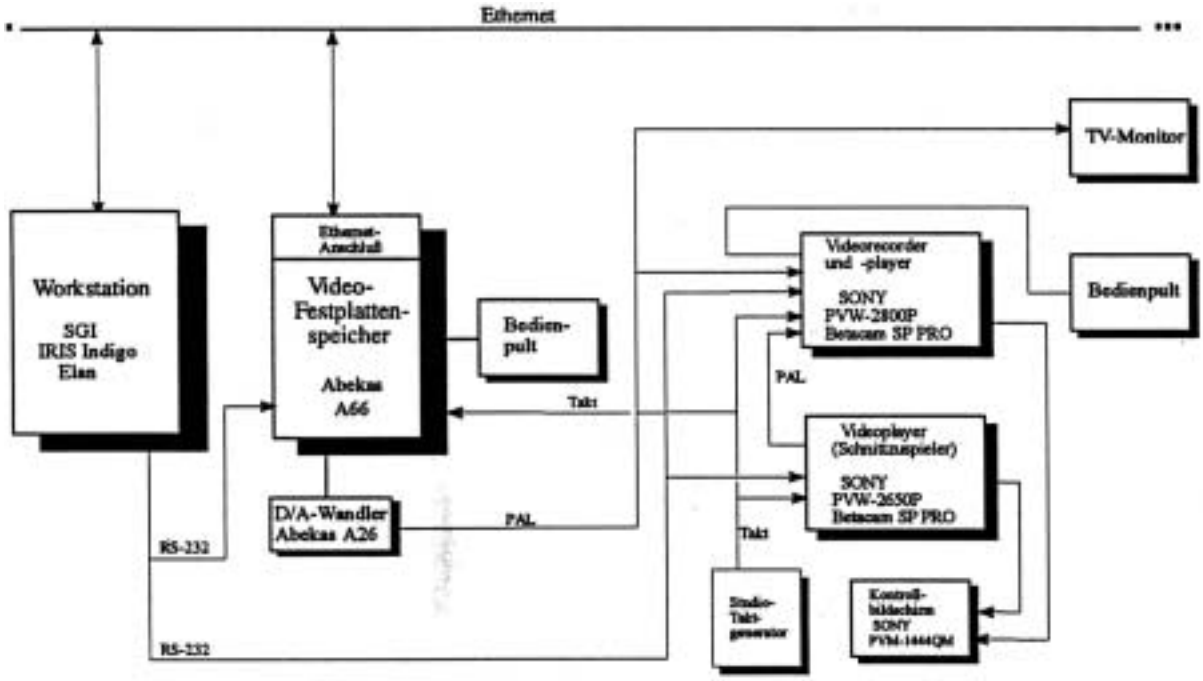
[2] CD-I: CD-Interactive von Philips/Sony
DVI: Digital Video Interactive von Intel

rate, die eine Ausgabe von Farbfernsehbildern mit Videobildfrequenz in PAL-Norm (NTSC-Norm optional) gestattet. Die Aufzeichnung der PAL-Videobilder auf dem A66 erfolgt im sogenannten D1-Format. Auf die hohe Datenübertragungsrate von 27 MByte/s bei PAL-Video-Echtzeit (s. Anhang) ist wohl zurückzuführen, daß derzeit unseres Wissens weltweit nur zwei Firmen solche Magnetplattenspeicher herstellen.

Eine Alternative zu den DVDR stellen sogenannte *RAM-Recorder*, auch *SSVR* (Solid State Video Recorder) genannt, dar. Das sind (flüchtige!) Halbleiterspeicher , die weit höhere Übertragungsraten als die DVDR zulassen. Als Beispiel sei hier der RAM-Recorder *DVSR 1000 der Firma VTE (Vertrieb durch die Firma DVC: Digitalvideo Computing GmbH)* genannt. Er arbeitet mit einer maximalen Datenrate von 436 MByte/s und ist damit HDTV-fähig (s. Anhang A). Der Speicher ist modular aufgebaut und von 128 MByte bis 8 Gbyte ausbaufähig. Nachteilig für den Einsatz wirken sich heute (noch?) der hohe Preis und die noch wenig ausgeprägte Software-Unterstützung aus. Was den Preis angeht: Ein auf maximal 8 GByte (entsprechend ca. 5 min PAL-Video) ausgebauter Speicher kostet ca. 1,5 Mio. DM!

Als wesentlich preisgünstiger erweisen sich *Bildplattenspeicher (VDR: Video Disk Recorder) mit analogem Aufzeichungsverfahren*. Nachdem einige Jahre die *Analog Draw von SONY* das Feld beherrscht hat (moderne Ausführung eines Recorders/Players: SONY LVR-4000P), die nur einmal beschreibbar ist, hat nun die Firma *Pioneer* eine wiederbeschreibbare Platte herausgebracht. Der *Recorder/Player VDR-V1000P* von *Pioneer* kann als sinnvolle Alternative zum Abekas-Festplattenspeicher angesehen werden. Das *analoge* Aufzeichnungsverfahren ermöglicht es, daß auf einer Platte ca. 30 Minuten PAL-Video aufgezeichnet werden können. Der Preis eines solchen Geräts liegt bei ca. DM 70.000,-.

Der A66 hat eine Speicherkapazität von 60 Sekunden PAL-Video; das entspricht einer Anzahl von 1500 Bildern. Über einen separaten Digital-Analog-Umsetzer Abekas A26 lassen sich die gespeicherten Bilder in Videofrequenz abspielen, also an einem Fernsehmonitor betrachten und natürlich auf Videoband aufzeichen. Auf diese Weise ist man in der Lage, einen Film aus Minuten-Videosequenzen aufzubauen. Die Steuerung des Aufzeichnungsvorgangs kann bei entsprechender Software-Unterstützung vom Rechner aus und selbstverständlich auch - falls gewünscht - von Hand erfolgen. Mit einem Ethernet-Anschluß ist es prinzipiell möglich, Bilder von verschiedenen im Netz befindlichen Rechnern aus auf dem A66 abzulegen (diese Übertragung erfordert natürlich keine Video-Übertragungsraten!). Zunächst ist geplant, wie in der Abbildung angegeben, die Workstation SGI Indigo Elan, die in den Arbeitsplatz integriert ist, zur Bild-



Arbeitsplatz zur Aufzeichnung von Videosequenzen

generierung zu benutzen. Die Steuerung des Aufzeichnungsvorgangs auf dem Video-Kassetten-Recorder wird ebenfalls von dieser Workstation aus erfolgen.

Die Videosequenzen in analoger Form werden aus Gründen der geforderten hohen Bildqualität auf einem Betacam-Recorder/-Player (SONY PVW-2800P) aufgezeichnet. Weiterhin ist im Arbeitsplatz ein Betacam-Player (SONY PVW-2650P) vorhanden, der als Schnittzuspieler dient.

Die Nachbearbeitung der analogen Videoaufzeichnungen wie Schnittarbeiten, Betitelung und die allfällige Nachvertonung betrachten wir nicht als Aufgaben des Rechenzentrums. Hier bietet sich in natürlicher Weise eine enge Kooperation mit der Abteilung Fernsehen der ZAL an (s.o.).

4 Perspektiven

Bei einem Gebiet wie Multimedia, das durch ein enorm hohes Tempo der Geräteentwicklung vorangetrieben wird, fällt es naturgemäß schwer, Allgemeingültiges und Zuverlässiges über Perspektiven zu sagen.

Ein Entwicklungstrend ist allerdings deutlich: die durchgehende Digitalisierung des Fernsehens verbunden mit dem Übergang zum hochauflösenden Fernsehen (HDTV, s. Anhang A). Diese Entwicklung wird maßgeblich dadurch bestimmt werden, wie es gelingt, die "Datenexplosion" durch den Einsatz hocheffizienter Kompressions- und Dekompressionsverfahren zu beherrschen. Es sind heute schon durch das System *DVI* (s. o.) von *Intel* Algorithmen mit Kompressionsraten bis zu 160:1 bekannt (s. [5]). Für den umfassenden praktischen Einsatz ist DVI wahrscheinlich nicht geeignet auf Grund der unzureichenden Bildqualität und der extremen "Unsymmetrie" zwischen Kompression und Dekompression; d. h. die Datenkompression erfolgt auf Supercomputern mit Spezialalgorithmen und großem Zeitaufwand, während die Dekompression mit Spezialchips in Echtzeit erfolgt.

Es zeichnet sich ab, daß Hand in Hand mit der Verbesserung der Algorithmen schließlich Spezialschaltkreise mit entsprechend hohen Verarbeitungsgeschwindigkeiten Kompressionsraten der oben genannten Größenordnung in Echtzeit erreichen werden. Diese Entwicklungen im Videobereich, die die Signalübertragung ebenso beeinflussen wie die Speicherung der Daten, werden die Multimedia-Landschaft nachhaltig verändern.

Die Entwicklungstrends im RZ in der nächsten Zukunft werden davon natürlich noch nicht beeinflußt. Für uns steht zunächst im Vordergrund der praktische Einsatz des im Abschnitt 3 beschriebenen Animationsarbeitsplatzes.

Nach den unerwartet aufgetretenen Lieferschwierigkeiten der Firma Abekas und den zu erwartenden Problemen bei der Einbindung der Anlage ins Rechnernetz rechnen wir damit, erste Produktionen im zweiten Halbjahr 1993 in Angriff nehmen zu können. Die einzige Erweiterung des Entwicklungsplatzes in diesem Jahr besteht in einer neuen Grafik-Workstation SGI IRIS Indigo2 mit EXTREME-Graphics, die in Kürze in Betrieb genommen wird. Die weitere Aufrüstung sollte von den gewonnenen Erfahrungen und den Anforderungen aus der HUB abhängig gemacht werden. Denkbar wären: eine Vergrößerung der Speicherkapazität des digitalen Video-Festplattenspeichers oder der Einsatz eines RAM-Recorders mit größerer Speicherkapazität, die Aufrüstung einer Grafik-Workstation durch ein Videoboard mit Video-Aus- und -Eingängen, Hardwareausrüstungen für "echtes" stereoskopisches Sehen und schließlich der Einsatz eines digitalen Videobandspeichers (D1-Maschine) für die produzierten Videofilme, was allerdings einen hohen finanziellen Aufwand bedeutete.
Wichtig erscheint uns vor allem, wie schon eingangs betont, möglichst bald mit Fachbereichen ins Gespräch zu kommen, die am Einsatz von Computer- und Filmanimation im Rahmen von Forschungsprojekten oder in der Lehre interessiert sind. Deshalb seien hier abschließend Ansprechpartner genannt:

Im RZ (s. auch *Wegweiser* S. 43)**:**
Dr. Edmund Suschke, Tel. 2093-2451
Hannelore Schmidt, Tel. 2093-2370
Bernhard Barz, Tel 2093-2362

In der ZAL:
Dietmar Bräuer, Tel. 2093-2518
Dr. Ursula Krüger, Tel. 2093-2666/2989.

5 Literatur

[1] Foley , J.D. et al.: Computer Graphics: Principles and Practice. Reading, MA: Addison-Wesley, 2nd ed. 1990.

[2] Brolie, K.W. et al., eds.: Scientific Visualization: Techniques and Applications. Berlin...: Springer, 1992.

[3] Leister, W. et al.: Fotorealistische Computeranimation. Berlin...: Springer, 1991.

[4] Riedwyl, H.: Graphische Darstellung von Zahlenmaterial. Paul Haupt, 3. Aufl. 1987, UTB Bd. 440.

[5] c't - magazin für computertechnik, Hannover: Heise, Oktober 1992, S. 100-121.

[6] Webers, J.: Handbuch der Film- und Videotechnik. München: Franzis, 3. Aufl. 1991.

[7] Mäusl, R.: Fernsehtechnik: Von der Kamera zum Bildschirm. München: Pflaum, 1984.

[8] Bertin, J.: Graphische Semiologie: Diagramme, Netze, Karten. Berlin, New York: Walter de Gruyter,1974.

6 Anhang

A Fernsehnormen und -signale

Fernsehnormen (Auswahl)

Bezeichnung/Land	Abtatstzeilen	Halbbildfrequenz Hz	Bildformat Breite/Höhe
NTSC: **N**ational **T**elevision **S**ystems **C**ommittee USA, Zentral-, Südamerika, Japan	525	60	4:3
PAL: **P**hase **A**lternating **L**ine Deutschland, Teile Europas	625	50	"
SECAM: Sequentiel **à M**emoire Frankreich, Teile Europas	625	50	"
HDTV: **H**igh **D**efinition **T**elevision in Entwicklung - USA, Japan, Europa: Eureka	1250	50	16:9

PAL-Norm

Vollbild (Bruttowerte; Nettowerte s.u.)
Abtastzeilen: 625
Bildformat (Breite/Höhe): 4:3

Vertikalfrequenz = Bildwiederholfrequenz: 25 Hz

Übertragungsmodus:
Halbbilder, Zeilensprungverfahren, interlaced
Halbbildfrequenz: 50 Hz

Horizontalfrequenz = Zeilenfrequenz:
625 * 25 Hz = 15,625 kHz

Darstellungszeit eines Vollbildes: 40 ms

Videosignalformen

Composite-Signal:
FBAS: Farbe-, Bild-, Austast-, Synchron-Signal

Komponenten-Signale:
YUV, YIQ, YCrCb
RGB
Luminanz-Signal: Y
Chrominanz-, (Chroma-)Signale: U, V; I, Q; Cr, Cb; R-Y, B-Y

Digitalisierung von Video-Signalen
Digitalisierungs-Standards: D1, D2, D3 (s. [6])

D1-Standard CCIR 601/4:2:2
(CCIR: **C**omité **C**onsultatif **I**nternational des **R**adio-**C**ommunications)

Digitalisierung eines Video-Komponenten-Signals: YUV
Abtastfrequenzen:
Y: 13,5 MHz = 4 * 3,375 MHz
U,V: jeweils 6,75 MHz = 2 * 3,375 MHz, zeitlich versetzt
(mit Bezug auf Basisfrequenz 3,375 MHz
Abtastverhältnis: 4:2:2, s.o.)
Wortbreite der Abtastwerte: jeweils 8 bit

Datenströme:			
	Y:	13,50 MHz * 8 bit =	108 Mbit/s
	U:	6,75 MHz * 8 bit =	54 Mbit/s
	V:	6,75 MHz * 8 bit =	54 Mbit/s
Gesamtdatenstrom:			216 Mbit/s 27 MByte/s

Datenmenge eines Vollbildes, "Bruttowert" PAL-Norm:

216 Mbit/s * 0,04 s = 8,64 Mbit = 1,08 MByte

Datenmenge 1 min PAL-Video:

1,08 MByte * 25 s^{-1} * 60 s = 1,62 GByte

(Vergleichswert:
EXABYTE-Cartridge an Alliant FX/2800: 2,3 GByte)

Datenmenge eines Vollbildes, "Nettowert" nach [7], Austastzeiten berücksichtigt:

575 Zeilen * 767 Bildp./Zeile * 2 Byte/Bildp. = 0,882 MByte.

B Arbeitsplätze für multimediale Anwendungen

Hardware/Equipment

- Scanner
  S/W-Scanner Panasonic FX-RS307U
  Grafik, OCR
  Farb-Scanner Epson GT8000
- Farbdrucker
  Thermotransfer-Drucker Tektronix Phaser II PXi
  Tintenstrahldrucker HP PaintJet XL
  Kombinierte Geräte: Kopierer-Scanner-Drucker:
    CANON CLC 10
    CANON CLC 300 (s. S. 39) [3]
- Arbeitsplatz zum Aufzeichnen von Videosequenzen (s. 3, S. 15)
- Video-Anlage
    TV-Gerät, S-VHS-Recorder, S-VHS-C-Camcorder
- Video-Studio [3]

In Planung:
- Farbdrucker: Thermo-Sublimations- oder Laserdrucker (Fotoqualität)
- Dia-/Filmbelichter (4000 Linien) [3]
- CD-ROM-Laufwerk, XA-Standard: Lesen von Audio- und Photo-CDs [3]

Software
Visualisierung
- AVS
- Khoros (s. S. 38)
- SGI Explorer
- PV-WAVE
- Data Visualizer

Animation
- Advanced Visualizer
- Video Composer

Zur Wissenschaftlichen Visualisierung - 2D-, 3D-Funktionsplots - eignen sich vorzüglich die im RZ vorhandenen *Sientific Computation Systems*:
- Mathematica
- Maple
- Axiom
- SAS

Außer den vorstehend aufgeführten "großen" Software-Systemen existiert noch eine Fülle von Programmen zur grafischen Datenverarbeitung, zur Unterstützung von Scannern und Druckern etc., von denen die wichtigsten nachfolgend aufgelistet werden sollen:

- Arts&Letters
- CorelDraw!
- Harvard Graphics
- Stanford Graphics
- Graph in the Box
- ImageScan
- SGIScan
- EDScan
- Chroma Tools
- Tips
- HiJaak.

Edmund Suschke

[3] Arbeisplatz in der ZAL