[StHe93] Ralf Steinmetz, Ralf Guido Herrtwich; Integrierte verteilte Multimedia-Systeme; LOG IN, Zeitschrift, Band 13, Nr.1/2, S.10-16, 1993, überarbeiteter Beitrag aus [StHe91].

# Integrierte verteilte Multimedia-Systeme

von Ralf Steinmetz und Ralf Guido Herrtwich

### Multimedia als Schlagwort

Der Begriff "Multimedia" ist zu einem neuen Schlagwort in Informatik und Telekommunikation geworden. Wenn auch jeder zustimmt, daß künftige Systeme Multimedia-Funktionen anbieten sollen, so besteht doch oft Unklarheit darüber, was ein Multimedia-System genau ist. Ebensowenig sind die erforderlichen zentralen Funktionen und die Unterschiede zu "konventionellen" Rechensystemen allgemein bekannt. Hier soll zuerst einmal der Begriff "Multimedia" geklärt werden, um dann zu untersuchen, welche Möglichkeiten und Auswirkungen sich durch Multimedia-Funktionen im Einsatz und Aufbau von Rechensystemen ergeben.

## Was ist eigentlich ,,Multimedia''?

Als Medium bezeichnet man gemeinhin ein Mittel zur Verbreitung und Darstellung von Informationen, etwa Text, Grafik. Bild, Sprache. Geräusch oder Musik. Medien appellieren an menschliche Sinne; jedes Medium definiert Darstellungswerte in Darstellungsräumen, die sich an die fünf Sinne richten. Beispiele für visuelle Darstellungsräume sind Papier oder Bildschirm; Stereo- oder Quadrophonie bestimmen akustische Darstellungsräume.

Darstellungswerte bestimmen die Informationsrepräsentation verschiedener Medien: Während das Medium Text einen Satz visuell als eine Folge von Buchstaben darstellt, wird er vom Medium Sprache akustisch in Form von Druckwellen erfaßt. Bei einigen Medien stehen Darstellungswerte für sich selbst und können vom Menschen instinktiv richtig interpretiert werden. Beispiele hierfür sind Temperatur, Geschmack und Geruch. Andere Medien erfordern eine vordefinierte Symbolmenge, die von denjenigen erlernt werden muß, die diese Information verstehen wollen. Text, Sprache und Gestik gehören in diese Klasse.

Jeder Darstellungsraum verfügt über Darstellungsdimensionen. Ein Bildschirm hat zwei Dimensionen, Stereophonie erfordert eine räumliche Dimension. Die Zeit stellt für jeden Darstellungsraum eine zusätzliche Dimension dar. Einige Medien wie Text und Grafik bestehen aus zeitunabhängigen Werten. Man nennt diese Medien oft auch diskret. Die Werte anderer Medien wie Ton und Bewegtbild verändern sich über die Zeit hinweg; diese Änderungen sind Bestandteil der Wertsemantik. Solche Medien nennt man zeitabhängig oder kontinuierlich. Diese Begriffe beziehen sich nicht auf die interne Datenrepräsentation, sondern auf den Eindruck, der beim Betrachter oder Zuhörer entsteht. Das Beispiel "Film" zeigt, daß Daten kontinuierlicher Medien oft aus Folgen diskreter Werte bestehen, die sich im Darstellungsraum als Funktion der Zeit ablösen. Nur die Trägheit des menschlichen Auges führt bei einer Folge von mindestens 16 Einzelbildern pro Sekunde zum Eindruck der Kontinuität.

Als Multimedia-System könnte man auf der Basis der Wortbestandteile jedes System bezeichnen, das mehr als ein Medium unterstützt. Diese Charakterisierung ist unzureichend, weil man so nur eine rein quantitative Bewertung vornimmt: Jedes die beiden Medien Text und Grafik verarbeitende System könnte dann als Multimedia-System eingestuft werden. Solche Systeme gibt es jedoch schon länger - der neue Begriff wäre nicht gerechtfertigt. Der Begriff "Multimedia" muß folglich eher qualitativ als quantitativ gefaßt werden. Demnach entscheidet - wie bei Steinmetz (1990) definiert - weniger die Zahl als vielmehr die Art der unterstützten Medien darüber, ob ein Multimedia-System seinem Namen gerecht wird. (Es sei darauf hingewiesen, daß dies durchaus nicht immer so gesehen wird. Selbst in Normungsgremien wird oft mit einer schwächeren Definition gearbeitet.)

Ein Multimedia-System muß diskrete und kontinuierliche Medien unterstützen. Die bloße Aufnahme oder Wiedergabe verschiedener Medien in ein System reicht nicht aus: Das System soll in der Lage sein, Medien unabhängig voneinander zu verarbeiten, anders als etwa ein Videorekorder, bei dem Bild und Ton untrennbar miteinander gekoppelt sind. Diese Unabhängigkeit schafft die Möglichkeit, Medien in beliebiger Form für eine Präsentation zu kombinieren. Der Rechner ist hierfür das ideale Werkzeug.

LOG IN 13 (1993) Heft 1/2

Weil ein solch flexibler Umgang mit Medien nicht selbstverständlich ist – auch nicht bei vielen der heute als "Multimedia-System" angepriesenen Produkte –, betonen wir diesen Aspekt, indem wir von integrierten Multimedia-Systemen reden. Grob gesprochen kann in solchen Systemen all das mit Bewegtbild und Ton gemacht werden, was heute bereits mit Text und Grafik möglich ist (Anderson u. a., 1990): Während in konventionellen Systemen eine textuelle Nachricht an andere Benutzer geschickt werden kann, erlaubt ein integriertes Multimedia-System diese Funktion auch für Sprachnachrichten oder gar für eine Kombination aus Sprache und Text.

Unser Augenmerk gilt bevorzugt den Multimedia-Systemen, die Verteilung ermöglichen. Ein Grund dafür ist, daß Rechner zunehmend an Kommunikationsnetze angeschlossen sind; die Betrachtung von Multimedia-Funktionen allein lokal auf einen Rechner wäre folglich eine Einschränkung, wenn nicht gar ein Rückschritt.

## Auswirkungen der Multimedia-Fähigkeiten

Die Integration von Grafik als neues Medium in Rechensystemen liegt noch nicht lange zurück. Deshalb ist die Wichtigkeit und der Einfluß neuer Medien noch in guter Erinnerung: Medien bestimmen nicht nur wofür, sondern auch wie Rechner benutzt werden. Grafik hat der Informatik neue Anwendungsgebiete wie Computer Aided Design eröffnet. In diesen Anwendungen übernehmen Rechner die Funktion traditioneller Entwurfsmittel. Sie reduzieren die Arbeitslast der Benut-

Bild 1: Ein Multimedia-System muß diskrete und kontinuierliche Medien unterstützen.

zer durch Automatisierung, erhöhen die Qualität der erstellten Produkte durch integrierte Prüfungen und erweitern die Funktionen herkömmlicher Werkzeuge unter Ausnutzung der Programmierbarkeit.

Darüber hinaus hat Grafik auch die Interaktion zwischen Mensch und Maschine verändert. Neue Benutzungsoberflächen mit Grafikelementen haben die Mensch-Maschine-Kommunikation wesentlich verbessert. Die Einbindung von Ton und Bewegtbild kann eine vergleichbare Entwicklung mit sich bringen. So eröffnen Multimedia-Funktionen nicht nur neue Anwendungsgebiete, sie werden ganz allgemein unser Bild von Rechensystemen verändern.

In integrierten verteilten Multimedia-Systemen kommen Medien, Kommunikationsnetze und Rechner zusammen. Dies führt in wirtschaftlicher Hinsicht zu einer schrittweisen Annäherung oder gar Verschmelzung der dazugehörigen Branchen. Jede dieser Branchen trägt mit ihren Vorzügen zum besonderen Potential von Multimedia-Systemen bei.

#### Einfluß der Medienvielfalt

Waren anfangs die Benutzungsschnittstellen von Rechensystemen eher auf die Bedürfnisse der Maschine denn des Menschen zugeschnitten, haben sich Mensch-Maschine-Schnittstellen immer mehr an den Anforderungen der Benutzer orientiert. Dennoch sind die heutigen Formen der Ein- und Ausgabe weder besonders natürlich für den Menschen noch sonderlich effizient: Sprechen ginge schneller als Schreiben, Zuhören fiele leichter als Lesen, und Zeigen wäre einprägsamer als Beschreiben.

Menschen nehmen Informationen mit Hilfe ihrer fünf Sinne auf. Deshalb teilen sie ihre Gedanken, Ideen und Gefühle so mit, daß die fünf Sinne ihrer Kommunikationspartner angesprochen werden. Jede Einschränkung des Sinnesspektrums kann es erschweren, eine Idee als Ganzes weiterzugeben oder eine Situation vollständig zu erfassen. Alle Medien unterliegen jedoch solchen Einschränkungen; sie können nur in die von ihnen angesprochenen Darstellungsräume Information transportieren (Watanabe, 1987).

Die Einführung von Ton und Bewegtbild erweitert das Informationsspektrum und damit die Ausdrucksfähigkeit an der Mensch-Maschine-Schnittstelle. Sie ermöglicht es, rechnergestützte Arbeiten weitgehend an herkömmliche Tätigkeiten anzugleichen. Der Erfolg des Desktop-Prinzips demonstriert dieses Vorgehen, das ohne geeignete Medienunterstützung (in diesem Fall durch Grafik) nicht möglich ist. Durch die Einbindung von Ton in einer verteilten Umgebung ließen sich ein Telefon, ein Anrufbeantworter, ein Diktiergerät oder gar ein Radio dem elektronischen Schreibtisch beifügen.

Traditionell werden Rechnern Befehle textuell erteilt. So wie in einem Desktop-System die grafische Selektion die textuelle Eingabe ablöst, ließen sich Kommandos in einem Multimedia-System auch akustisch erteilen. Für Ausgaben ist eine visuelle Darstellung nicht mehr die einzige Möglichkeit. Fortschritte auf den Gebieten der Spracherkennung und -synthese erlauben die Interaktion mit Rechensystemen in Situa-

tionen, die eine Texteingabe oder visuelle Ablenkung des Benutzers verbieten, etwa im fahrenden Auto. Auch Behinderten kann so der Zugang zu Rechnern erleichtert oder überhaupt erst ermöglicht werden.

Die audiovisuellen Möglichkeiten von Multimedia-Systemen erlauben den Aufbau von Kunstwelten (oder "virtuellen Wirklichkeiten" - virtual realities). Die Realitätsnähe einer Darstellung kann in diesen Systemen noch durch spezielle Ausgabegeräte wie Monitorhelme unterstützt werden, die Wahrnehmungen aus der "tatsächlichen" Wirklichkeit unterbinden. Eingaben erfolgen durch Sensor-Handschuhe oder gar Anzüge. Solche futuristischen Systeme rufen verständlicherweise auch Kritiker des rasanten Multimedia-Fortschritts auf den Plan: Je realistischer Scheinwelten werden, je leichter sie dem einzelnen zugänglich sind, desto größer ist die Gefahr von Realitätsverlust und sozialer Isolation ihrer Benutzer. Auch kann das Bevorzugen leicht zugänglicher Medien zum Verlust von Fertigkeiten in bezug auf andere Medien führen. Schon heute ist zu beobachten, daß vermehrtes Fernsehen dazu führt, daß Kinder weniger und auch schlechter lesen. Diese Entwicklung könnte durch Multimedia-Systeme gefördert werden.

#### Einfluß der Vernetzung

Kommunikationsnetze erlauben den Austausch von Information über räumliche Grenzen hinweg: Jeder an ein Netz angeschlossene Teilnehmer kann jeden anderen erreichen. Die Verknüpfung der Netze untereinander führt zu einer vollständigen globalen Vermaschung. Das weltweite Telefonsystem ist ein solches Netz. Allerdings ist das System funktional begrenzt; es kann nur eine eingeschränkte Menge von Medien unterstützen. Um dies zu ändern, arbeitet die Telekommunikationsindustrie weltweit an der Einführung "Dienste integrierender digitaler Netze" (ISDN = integrated services digital network). Haben erst einmal alle Medien digitale Repräsentationen, besteht aus technischer Sicht kein Bedarf mehr, die bestehende Vielfalt von Kommunikationsnetzen beizubehalten. Die bislang aufgebauten ISDN-Systeme können jedoch aufgrund ihrer Übertragungskapazität nur Telefon und Datenverkehr miteinander vereinen; die angebotenen Möglichkeiten zum Bildfernsprechen lassen qualitativ zu wünschen übrig und sind für große Benutzergruppen nicht sonderlich attraktiv.

Das soll sich mit Breitband-ISDN und integrierten Breitbandkommunikationsnetzen (integrated broadband communication networks, IBCNs) ändern, die auch hochwertige Bewegtbilder und Hifi-Ton an viele Benutzer verteilen können (Kühn, 1989). Über sie ließen sich Videokonferenzen in guter Bildqualität mit gleichzeitigem Austausch der diskutierten Dokumente abhalten und in IBCN gar Fernseh- und Rundfunkdienste anbieten. Doch auch bei der Einführung eines solchen Netzes muß erst einmal ein Teufelskreis aufgebrochen werden. Teilnehmer schließen sich – unabhängig von den Kosten – an das Netz erst an, wenn es genügend interessante Dienste bietet; Anbieter werden solche Dienste jedoch nicht bereitstellen, ohne eines genügend großen Kundenkreises sicher zu sein.

IBCN-Systeme erlauben nicht nur die Integration bestehender Kommunikationskanäle, sondern auch das Ersetzen eines Teils der traditionellen nichtelektronischen Informationsverteilung. Statt sie in der örtlichen Videothek zu leihen, können die Benutzer künftig Videokassetten von einem Videoserver erhalten. Dies verbessert die Dienstleistung sogar: Es erhöht die Verfügbarkeit des Videos (die Kassette könnte jemand ausgeliehen haben, aber die Kopie auf dem Server ist immer verfügbar) und verringert die Zugriffszeit (der Weg zur Videothek entfällt). Ähnliche Überlegungen ließen sich für die Verbreitung von Schallplatten oder gar Zeitungen und Büchern anstellen. Die traditionellen physikalischen Informationsträger können von Massenspeichern ersetzt werden, die die Rolle der eigenen Plattensammlung und der öffentlichen Bibliothek übernehmen. Die Rolle des Informationsvermittlers verlagert sich in Richtung der Dienstanbieter auf Kosten des Zwischenhandels.

Wirtschaftliche Konsequenzen sind nicht die einzigen Probleme des Einsatzes IBCN-basierter Multimedia-Systeme, z. B. müssen die Konsequenzen des durch sie entstehenden globalen Informationsmarktes juristisch beandelt werden. Auf sozialem Gebiet führt die mögliche rasche Informationsweitergabe dazu, daß die Gesellschaft als Ganzes auf Informationen – auch Fehlinformationen – schneller reagiert. Kulturell bewirkt die globale Vernetzung die Dominanz der technischen Kulturen und das Bevorzugen einer Sprache – Englisch – gegenüber anderen.

#### Einfluß des Rechnereinsatzes

Rechnerfunktionen, die Benutzern in einer verteilten Umgebung zur Verfügung stehen, geben die Möglichkeit, Information nach dem individuellen Bedarf anzufordern und aufzubereiten. Traditionell kann man z.B. beim Fernsehen nur zwischen einer begrenzten Zahl von Programmen wählen und weder bestimmen, wie Sendungen inhaltlich zusammengestellt werden, noch den Zeitpunkt der Ausstrahlung festlegen. Mit einem Rechner lassen sich Informationen gezielt auswählen, man kann eine Präsentation anhalten, weitere Hintergrundinformationen einholen und später zum unterbrochenen Programm zurückkehren. Benutzer müssen nicht länger passive Informationskonsumenten sein, sie können beim Abruf von Bild und Tondaten genau so interagieren, wie sie es beim Abruf von Text gewohnt sind.

Die Anpassung der Informationslieferung an individuelle Bedürfnisse kann auch automatisch erfolgen. Der Rechner kann anhand eines vom Benutzer ausgegebenen Interessenprofils automatisch Informationen auswählen und zusammenstellen. Damit wird der Rechner zum Hilfsmittel, die Informationsflut einzudämmen. Andererseits trägt er zugleich zu dieser Informationsflut bei: Er erleichtert schon heute die Produktion von Texten und Grafiken und trägt mit seinen Layout-Funktionen dazu bei, daß ein Zusammenhang zwischen Gestaltungsaufwand und Inhaltswert immer schwerer erkennbar ist.

Künftig gestattet der Rechner auch das Editieren von Bild und Tonmaterial, was zuvor ohne teure Spezi-

algeräte kaum möglich war. Bildfolgen lassen sich wie Textdateien auseinanderschneiden und auf vielerlei Weise wieder zusammensetzen. Signalprozessoren können zur Modifikation und Mischung vorhandener audiovisueller Informationen verwendet werden. Die kreativen Möglichkeiten eines ganzen Bild und Tonstudios stehen langfristig auf dem Schreibtisch bereit. Wenn auch der Rechner aus dem normalen Benutzer keinen Mozart oder Walt Disney machen kann, beseitigt er doch zumindest wesentliche technische und finanzielle Hürden, die eine Entfaltung der Kreativität hemmen.

## Anwendungsgebiete

Es sollen einige der möglichen Anwendungsgebiete integrierter verteilter Multimedia-Systeme skizziert werden, ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben.

#### Gruppenarbeit

Bei der Zusammenarbeit von Personen spielt die audiovisuelle Kommunikation in Form von Besprechungen, Telefonaten usw. eine entscheidende Rolle. Multimedia-Systeme können diese Kommunikation unterstützen und den Arbeitsstil einer rechnergestützten Gruppenarbeit (computersupported cooperative work, CSCW) ermöglichen, der existierende Arbeitsformen ergänzt. Der Einsatz von Multimedia-Systemen zur rechnergestützten Gruppenarbeit reduziert den Aufwand, mit räumlich entfernten Mitarbeitern in Kontakt zu treten. Der Verzicht auf Reisen spart Zeit und Geld. Die Kommunikationsfunktionen erlauben, selbst bei

Bild 2: Insbesondere für die Aus-, Fort- und Weiterbildung bieten sich neue Möglichkeiten der Präsentation und der individuellen Lernweggestaltung.

State Restablish Advisors Prints

Standbild

kleineren Problemen miteinander Kontakt aufzunehmen. Die Gruppenmitglieder können dabei in ihrer jeweiligen Umgebung mit allen Arbeitsunterlagen bleiben.

#### Ausbildung

Da Multimedia-Systeme Informationen in einer Form darstellen, die dem Menschen eine besonders leichte Aufnahme gestattet, waren Ausbilder unter den ersten, die Multimedia-Systeme gefordert und eingesetzt haben (Ambron, 1990). Wie bei rechnergestützter Gruppenarbeit geht es dabei um die Ergänzung, nicht die Ablösung heutiger Lehrformen.

In der Schule bieten Multimedia-Systeme den Schülern die Möglichkeit, interaktiv mit audiovisuellem Lehrmaterial zu arbeiten.

Aktive Gestaltung der Schulung durch Auszubildende ist sicher noch geeigneter für Erwachsene, die besser verstehen, was sie sich an Wissen aneignen sollten und woher sie es bekommen können. Ihnen bieten Multimedia-Lernsysteme die Möglichkeit, den eigenen Bedürfnissen entsprechend zu lernen und dabei nicht nur die Stoffauswahl, sondern auch die Geschwindigkeit der Stoffpräsentation zu bestimmen. Das Kursmaterial muß damit nicht mehr von vornherein auf einen fiktiven Durchschnittsschüler abgestimmt werden.

Sind solche Systeme nicht verteilt, fehlen zwei wesentliche Unterrichtselemente: der Kontakt zum Lehrer und die Interaktion mit anderen Lernenden. Hier kann man sich ein Werkzeug vorstellen, wie es auch bei rechnergestützter Gruppenarbeit den jeweiligen Kontakt herstellt.

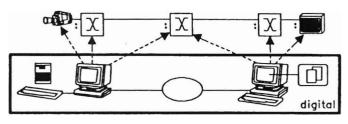
#### Informationswesen

Integrierte verteilte Multimedia-Systeme können zum Informieren der angeschlossenen Benutzer verwendet werden. Informationsanbieter können dabei z.B. Reisebüros, Immobilienmakler, Versandkaufhäuser oder Nachrichtendienste sein. Dabei ist die Ausdrucksfähigkeit durch Medienvielfalt von besonderer Bedeutung. Das Bild eines einzelnen Hauses sagt weit weniger aus als eine Bewegtbildsequenz des entsprechenden Anwesens.

Der Vorteil solcher Informationssysteme besteht in der Flexibilität der gespeicherten Information. Anders als bei herkömmlichen Angebotsträgern wie Katalogen und Zeitschriften kann Information jederzeit durch den Anbieter verändert werden. Dies garantiert Aktualität bei Nachrichtendiensten und rasche Marktanpassung bei der Werbung und Preisgestaltung.

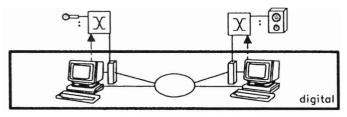
#### Simulation

Audiovisuelle Information kann auf eine Weise präsentiert werden, die dem Betrachter den Eindruck vermittelt, zu einer Szene zu gehören. Solche Simulationen werden einerseits zu Unterhaltungs und andererseits zu Ausbildungs und Studienzwecken verwendet. Charakteristisch ist dabei, daß es meist unmöglich oder zumindest riskant ist, Menschen der simulierten Situation real auszusetzen, etwa beim Erlernen des Fliegens ei-



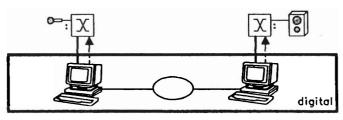
----control

#### 1. Hybrides Multimedia-System



----control

## 2. Hybrides Multimedia-System mit digitaler Kommunikation



----control

#### 3. Digitales Multimedia-System

nes Flugzeugs. Die Vorteile der Simulation liegen in der Möglichkeit, Situationen herbeizuführen, die in der Praxis selten auftreten bzw. nicht auftreten sollten. Bei Studien ist die Möglichkeit der Reproduktion exakt gleicher Versuchsbedingungen wichtig.

Zwei Techniken lassen sich bei der Simulation anwenden. Zum einen kann der Rechner zuvor aufgezeichnete Information wiedergeben. So funktioniert z.B. ein Programm des MIT Media Lab, das dem Benutzer erlaubt, ein Fahrzeug durch die Straßen von Aspen, Colorado, zu steuern (Ripley, 1990). Die Forschungsgruppe fuhr durch alle Straßen von Aspen und nahm diese Fahrten mit vier um 90 Grad versetzt montierten Kameras als eine Folgen von Einzelbildern auf. Jede Szene, von einer Straßenecke zur nächsten, ist durch eine Schnittstelle abrufbar, und ein Benutzer hat das Gefühl, selbst den Wagen zu steuern.

Die Alternative zur Verwendung vorproduzierter Daten ist die Erzeugung dieser Informationen durch den Rechner. Der Vorteil einer solchen Computer-Animation besteht darin, daß sie beliebige Bewegungen und Ansichten zuläßt. Beim Fahren durch Aspen hat der Benutzer nicht die Möglichkeit, die Straße zu verlassen und in eine Einfahrt hineinzufahren, wenn die dazu erforderlichen Bilddaten nicht von vornherein erfaßt waren.

## Systemaufbau

Kontinuierliche und diskrete Medien wurden technisch bisher meist in voneinander unabhängigen Umgebungen betrachtet. Aufgrund der verschiedenen Anforderungen und Randbedingungen (unterschiedliche Datenraten, verschiedene Benutzungscharakteristiken etc.) entstanden völlig separate Systeme für die analoge Fernmelde, Rundfunk und Fernsehtechnik sowie die digitale Datenverarbeitung. Verteilte integrierte Multimedia-Systeme können nun diese Techniken miteinander in Einklang bringen.

#### **Hybride Systeme**

Der naheliegende Weg bei der Realisierung eines Multimedia-Systems besteht darin, sich vorhandener Ein-/Ausgabe und Aufzeichnungsgeräte zu bedienen. Manche modernen Audio/Video-Geräte wie Kameras, und CD-Speicher verfügen über Videorekorder Schnittstellen, die ihre Ansteuerung durch einen Rechner erlauben. Weil der Rechner nur in die Steuerung eingreift, nicht aber den eigentlich Datenstrom bearbeitet, bleiben Qualität und Formate der Ton- und Bilddaten erhalten. Ein solches System bezeichnen wir als hybrid, weil es analoge und digitale Komponenten umfaßt. Der wesentliche Vorteil hybrider Systeme ist ihre heutige Realisier und Verfügbarkeit. Alle zur Eingabe, Ausgabe, Speicherung und Vermittlung notwendigen Geräte sind erhältlich und genügen einem gehobenen Qualitätsstandard. Die oben aufgestellte Forderung nach einer Integration der einzelnen Medien wird so allerdings nicht entsprochen.

#### Digitale Systeme

Eine integrierte Behandlung aller Medien ist nur mit vollständig digitalen Systemen möglich. Das Etherphone-Projekt bei Xerox Parc (Swineheart, 1987) war eines der ersten Systeme, die einen solchen Ansatz verfolgten. Hier wurden über Ethernet gekoppelte Arbeitsplatzrechner mit den Hardware- und Software-Komponenten versehen, die ein integriertes Behandeln von Daten und Sprache gestatten. Wie in jedem digitalen System ergeben sich über die Integration hinaus die Vorteile der verlustfreien Speicherung und Weitergabe.

Prinzipiell läßt sich auch bei Bewegtbildern eine solche Integration erreichen. Parallax- oder M-Motion-Karten können Bildsignale von einer Kamera abgreifen und über den Rechnerbus digital im Speicher ablegen. Diese Funktionen dienen heute jedoch eher dem Abgreifen von Einzelbildern; sie gestatten noch keinen bei Bewegtbildern üblichen Betrieb mit 25 oder 30 Bildern pro Sekunde mit akzeptabler Auflösung. Das hohe Volumen der zu transportierenden Daten ist ein zentrales Problem in digitalen Multimedia-Systemen – sowohl hinsichtlich des Austausches als auch hinsichtlich der Speicherung.

## Schlüsseltechnologien für digitale Multimedia-Systeme

Hohe Datenmengen und raten können durch Signalprozessoren komprimiert werden. Mit heutigen Kompressionsalgorithmen lassen sich z.B. Bewegtbildsequenzen mit einer verminderten, aber durchaus akzeptablen Qualität bis zu einer Datenrate unter 180 KByte/s komprimieren. Dabei wird die in der Bildinformation vorhandene Redundanz ausgenutzt, etwa in großen gleichfarbigen Flächen oder zwischen benachbarten Bildern eines Films. Je nach Anwendung lassen sich neben symmetrischen Verfahren mit gleichem Aufwand für Kompression wie für Dekompression auch asymmetrische Verfahren einsetzen. Diese Verfahren sind optimiert für eine möglichst einfache Dekompression in Echtzeit. Sie erfordern zumeist spezielle aufwendige Hardware für den Kompressionsprozeß, der nicht in Echtzeit abläuft.

Selbst in komprimierter Form haben Bild- und Tondaten noch einen erheblichen Speicherplatzbedarf. Eine typische Fernsehsendung mit 30 Minuten Länge hat immer noch ein Datenvolumen von über 300 MByte. Für das Abspeichern solcher Datenmengen sind optische Speicher hilfreich. Für digitalen Stereo-Ton ist bereits seit mehreren Jahren die CDDA (Compact Disc Digital Audio) auf dem Markt. Ihre technischen Spezifikationen gelten auch für CD-ROM-Speicher, die eine Ablage beliebiger digitaler Daten bis zu 650 MByte erlauben. Bei diesen Datenträgern werden Daten nur gelesen, nicht neu abgelegt. Zum einmaligen Abspeichern können optische WORM-Platten (Write Once Read Multiple), zum beliebigen Lesen und Schreiben magnetooptische Platten verwendet werden (Zabback, 1990).

Das auch nach Kompression noch hohe Datenaufkommen ist bei der Übertragung digitaler Multimedia-Daten ein Hauptproblem. Selbst wenn heutige Kommunikationsnetze wie ein Token-Ring insgesamt Datenraten von 4 oder 16 Mbit/s erlauben, so heißt dies noch nicht, daß diese Kapazität einem Benutzer an der Anwendung zur Verfügung steht: Zum einen umfaßt die Datenrate des Netzes neben den reinen Nutzdaten auch Protokollinformationen, zum anderen muß sie unter allen Benutzern aufgeteilt werden. Glasfaser-Kommunikationssysteme lösen das Problem durch höhere Übertragungskapazitäten. Lokale Netze wie FDDI und Weitverkehrsnetze erreichen Datenraten über 100 Mbit/s.

### Anwendungsunterstützung

Die Systemsoftware eines integrierten Multimedia-Systems soll Anwendungen und Anwendern Schnittstellen zur Verfügung stellen, die ihnen das Arbeiten mit kontinuierlichen Medien so leicht machen wie mit bekannten diskreten Medien. Neben den neuen Audiound Videofunktionen haben in verteilten Multimedia-Systemen Aspekte der Heterogenität und Sicherheit besondere Bedeutung. Heterogenitätsfragen entstehen durch die unterschiedlichen Datenformate für kontinuierliche Medien; außerdem gibt es die verschiedensten Eingabe-, Ausgabe- und Speichergeräte für Ton und Bewegtbild. Fragen des Zugriffsschutzes sind in verteilten Multimedia-Systemen ebenfalls zu klären, sonst bestünde z. B. die Gefahr, daß Benutzer unberechtigt das Mikrophon eines anderen Rechners anschalten und dortige Gespräche belauschen.

#### Multimedia-Abstraktionen

Eine integrierte Behandlung kontinuierlicher Medien erfordert Multimedia-Abstraktionen in allen Komponenten typischer Anwendungsumgebungen. Dies schließt Programmiersprachen, Fenstersysteme und Datenbanken ein.

Der objektorientierte Ansatz bietet sich ggf. zusammen mit Hypermedia-Techniken (Mühlhäuser, 1991) zur Beschreibung und Realisierung der Medienintegration an. Die Strukturierung in Klassen und die Anwendung der Vererbung ermöglichen eine einfache Erweiterung bestehender Umgebungen und bieten zugleich eine Lösung für das Heterogenitätsproblem. Die in objektorientierten Systemen oft mitgelieferten Programmierumgebungen und grafischen Oberflächen ermöglichen eine einfache Einbettung kontinuierlicher Medien in das bestehende System.

Benutzungsschnittstellen mit diskreten Medien arbeiten nach dem Prinzip, daß auf jede Aktion des Benutzers eine Reaktion des Systems folgt und damit diese Aktion auch abgeschlossen ist (oder zumindest der Auftrag angenommen wurde und jetzt ausgeführt wird). Die Präsentation kontinuierlicher Medien entzieht sich dieser wechselseitigen Kommunikation. Hier wird der Datenstrom einmal gestartet und läuft dann ab. Der Benutzer hat die Möglichkeit, während der Präsentation in das Geschehen einzugreifen, beispielsweise um die Lautstärke zu ändern, eine Zeitlupe einzuschalten usw. Dies legt nahe, die Anwendung in mehrere nebenläufige Komponenten zu strukturieren: eine, die die Benutzereingaben verarbeitet, und eine, die für die Datenausgabe sorgt.

#### Basisdienste für Multimedia-Anwendungen

Jedes integrierte verteilte Multimedia-System sollte eine Reihe von Basisdiensten zur Verfügung stellen, die dann für beliebige Anwendungen genutzt werden können (Moeller u. a., 1990). Diese Dienste dienen zur Kommunikation, Speicherung und Produktion von Information in Form aller unterstützten Medien.

#### Kommunikationsdienste

Bei der Kommunikation zwischen Individuen lassen sich zwei Modi unterscheiden: Eine synchrone Kommunikation tritt in Treffen von Angesicht zu Angesicht und bei Telefonaten auf. Asynchrone Kommunikation entsteht durch Briefe oder Mitteilungsdienste. Beide Modi haben ihre Existenzberechtigung: Die synchrone Kommunikation erlaubt die unmittelbare Interaktion der Kommunikationspartner, erfordert dafür aber auch deren gleichzeitige Kommunikationsbereitschaft. Die asynchrone Kommunikation trägt im allgemeinen zu einer verzögerten Informationsweitergabe bei, erlaubt aber den Partnern, den Zeitpunkt ihrer Beteiligung am Kommunikationsvorgang selbst zu bestimmen.

Traditionell ist die synchrone Kommunikation eng mit Sprache oder Bild, die asynchrone eng mit Text verbunden. Ein integriertes verteiltes Multimedia-System sollte prinzipiell beide Kommunikationsmodi für alle Medien vorsehen. Dabei muß auch die Zahl der Kommunikationspartner flexibel sein. Mailbox-Systeme und Zeitungen sind asynchrone, Videokonferenzen und Fernsehsendungen synchrone Kommunikationsvorgänge mit mehreren Teilnehmern.

#### Speicherdienste

Jeder Speicherdienst hat zwei Grundbestandteile: Er muß die Möglichkeit zur Ablage und zur Wiedergewinnung von Information bieten. Für Multimedia-Daten ist ein zweistufiges Speichersystem geeignet: Auf der unteren Ebene werden die eigentlichen Inhaltsdaten (Rohdaten) abgelegt. Die Ebene darüber umfaßt Information über diese Daten (Meta-Information, Attribute). Auf dieser Ebene kann man verschiedene Datenattribute unterscheiden: Immer vorhandene Präsentationsattribute regeln, wie die Daten dargestellt werden sollen. Für einen Film legen sie z. B. die Zahl der Bilder pro Sekunde fest. Optionale Beschreibungsdaten dagegen helfen bei der Suche nach Informationen. Sie geben z. B. Aufschluß darüber, um welchen Film es sich handelt oder welche Schauspieler in ihm vorkommen.

Der Rechner als Werkzeug zum wahlfreien Speicherzugriff erlaubt, von der traditionellen linearen Organisation von Information abzugehen. Attribute können dazu verwendet werden, verschiedene Daten im Speicher miteinander in Beziehung zu setzen. So können Referenzen vom Namen einer Schauspielerin auf alle Filme führen, in denen sie mitgespielt hat. Solche Attribute bilden Hypermedia-Referenzen. Sie erlauben Benutzern, strukturierte, aber selbst gewählte Wege durch eine Datensammlung einzuschlagen.

In Hypermedia-Systemen wechseln zwei Phasen der Informationsgewinnung einander ab: das Navigieren durch den Referenzgraphen und die eigentliche Informationswiedergabe. Dabei kann es vorkommen, daß sich der Benutzer aufgrund der Vielzahl möglicher Verzweigungen und Pfade in der Datensammlung verliert ("lost in hyperspace"). Ein gutes Hypermedia-System muß deshalb Navigationshilfen anbieten und für den Benutzer nicht nur Fragen wie "Wo bin ich?", "Was kann ich hier tun?", "Wie bin ich hierher gekommen?" und "Wo kann ich hin?" beantworten, sondern zudem Empfehlungen auf Fragen der Art "Wo sollte ich hin?" unterbreiten.

#### Produktionsdienste

Während bei diskreten Medien gemeinhin das gleiche Werkzeug zum Erfassen und zum Verändern dient, wird bei der Bild und Tonproduktion unterschieden zwischen der initialen Aufnahme der Daten und ihrer Weiterverarbeitung. Diese Trennung ergibt sich aus der Eigenschaft kontinuierlicher Medien, anders als etwa Text keine Korrekturen beim Aufnahmeprozeß zuzulassen.

Beim Modifizieren von kontinuierlichen Medien lassen sich zwei Formen unterscheiden: Die "Inhaltsänderung" verändert die Bild und Toninformation selbst, modifiziert also den Wert eines Einzelbildes oder Audiofragments. Die "Stellungsänderung" modifiziert die Anordnung von Bild und Tonwerten, setzt also eine neue Ablaufreihenfolge fest. Stellungsänderungen machen den Großteil der Nachbearbeitung von Bild und Tonmaterial aus. Bei Inhaltsänderungen bedient man sich vordefinierter Bibliotheksfunktionen der verfügbaren Geräte und Signalprozessoren.

Dr. Ralf Steinmetz Dr. Ralf Guido Herrtwich IBM European Networking Center Tiergartenstraße 8 69120 Heidelberg

Diese Arbeit entstand aus unseren Erfahrungen in den Multimedia-Projekten DiME und DASH. Wir danken unseren Kollegen J. Rükkert, B. Schöner und H. Sehmutz vom Europäischen Zentrum für Netzwerkforschung der IBM in Heidelberg sowie D. Anderson von der University of California at Berkeley für viele kontroverse und konstruktive Diskussionen im Rahmen dieser Projekte.

#### Literatur

Ambron, S.; Hooper, K.: Interactive Multimedia. Redmond. WA: Microsoft Press 1990.

Anderson, D. P.; Govindan, R.; Homsy, G.: Abstractions for Continuous Media in a Network Window System. Techn. Rep. UCB/CSD 90/596, UC Berkeley, Sept. 1990.

Kühn, P. J.: From ISDN to IBCN. Information Processing 89. Amsterdam: Elsevier (North Holland) 1989.

Moeller, E.; Scheller, A.; Schürmann, G.: Distributed Multimedia Information Handling. Comput. Commun. 13, No.4 (1990).

Mühlhäuser, M.: Hypermedia-Konzepte zur Verarbeitung multimedialer Information. Info. Spektrum 14, 281 (1991).

Ripley, G. D.: DVI - A Digital Multimedia Technology. Commun. ACM 32, No. 7 (1989).

Steinmetz, R.: Synchronization Properties in Multimedia Systems. IEEE J. Select. Areas Commun. 8, No. 3 (1990).

Steinmetz, R.; Herrtwich, R. G.: Integrierte verteilte Multimedia-Systeme. In Informatik-Spektrum, 14 (1991), S. 249-260.

Steinmetz, R.; Rückert, J.; Racke, W.: Multimedia-Systeme. Info. Spektrum 13, 280 (1990).

Swinehart, D. C.: Telephone Management in the Etherphone System. Globecom '87, 1987.

Watanabe, H.: Integrated Office Systems: 1995 and Beyond IEEE Commun. Magaz 25, No. 12 (1987).

Zabback, P.: Optische und magnetooptische Platten in File und Datenbanksystemen. Info. Spektrum 13, 260 (1990).