

TRAUBOTH 1 Y 5116 F

# KUNSTFORUM

Bd. 124, November, Dezember 1993

INTERNATIONAL



## DAS NEUE BILD DER WELT WISSENSCHAFT UND ÄSTHETIK

Chaos-, Gehirn-, Systemforschung, Robotik, Künstliche Intelligenz, Virtuelle Realität ...

HEINZ TRAUBOTH

# Symbiose von Technik, Kunst und Natur

mit Florian Rötzer

*Die Technologie der Virtuellen Realität ist, auch wenn sie sich noch im Anfangsstadium befindet, für viele faszinierend. Sie haben, gerade im Kontext des Kernforschungszentrums, also der Sicherung und Handhabung von nuklearem Material, schon lange Vorstöße in diese Richtung gemacht. Auf welchen Gebieten ist denn der Einsatz von VR-Technik interessant?*

Sie ist in den Bereichen wichtig, in denen der Mensch nicht Zutritt haben darf, weil er sonst durch chemische Schadstoffe oder Radioaktivität geschädigt würde, aber wo trotzdem Arbeiten etwa der Instandhaltung verrichtet werden müssen. Hier spielt die Telepräsenz eine wichtige Rolle. Für die Wiederaufbereitungsanlage Wackersdorf, aber auch für andere kerntechnische Anlagen haben wir solche Telepräsenzsysteme entwickelt: Ein Arbeitsarm oder ein Arbeitsgerät in einem verseuchten Raum wird von einem weiter entfernten Bediener gesteuert, der sich in einem geschützten Raum aufhält. Die Information über die Situation im Arbeitsraum wird ihm über Stereokameras, die wir entwickelt haben, um

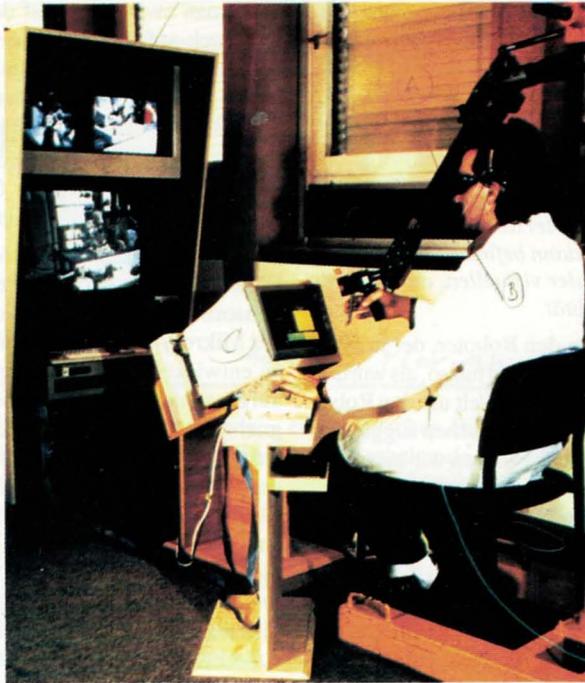
ein plastisches Bild zu erhalten, und eine spezielle, schnell schaltende Brille zugespielt, so daß er den Eindruck hat, er würde sich in diesem Raum befinden. Über Sprachein- und -ausgabe können Steuerkommandos an die Geräte im Arbeitsraum gegeben werden. Er kann sich die Arbeit auch durch das sogenannte Indexing erleichtern, also daß er Bewegungen am Arbeitsarm durchführt, die näher an seinem Körper sind, als wenn er sich wirklich im Arbeitsraum befinden würde. Über eine spezielle Steuerung, die wir Kraftreflexion nennen, können wir auch die Kraft übermitteln, die von dem Objekt, an dem gearbeitet wird, ausgeht. Wenn man beispielsweise eine verrostete Schraube öffnen muß, so spürt man auch den entsprechenden Widerstand im eigenen Handgelenk. Das ist eine über viele Jahre hinweg erprobte Technik und keine Vision. Wir sehen neue Einsatzmöglichkeiten der Virtuellen Realität durch Techniken, die jüngst entwickelt wurden. So muß man nicht mehr auf einen Bildschirm schauen, sondern man kann jetzt einen speziellen Helm mit zwei kleinen Monitoren für räumliches Sehen aufsetzen. Dadurch hat man das Gefühl, sich wirklich nur noch in der virtuellen Welt zu befinden, weil man den Raum nicht mehr wahrnimmt, in dem man sich tatsächlich befindet. Über computergesteuerte Bilder lassen sich auch Räume darstellen, die man nicht betreten kann oder die nicht existieren. Architekten können damit ihre Entwürfe aus verschiedenen Winkeln, mit unterschiedlicher Beleuchtung oder aus variabler Entfernung so sehen, als würden sie durch die fertigen Gebäude schreiten. Das gibt es schon länger, auch wenn die Auflösung der Bilder, d.h. ihre Präzision, noch recht schlecht ist. Je kleiner der Bildschirm ist, desto schwieriger ist es, die vielen Pixels dort unterzubringen. In der Medizin wird ein ähnliches Verfahren zur Ausbildung von Chirurgen erprobt. Man kann Phantome von Menschen oder sogar richtige Menschenbilder stereoskopisch darstellen, so daß in der virtuellen Welt komplizierte Operationen geübt werden können. Vor allem also in all den Bereichen, die für Menschen nicht zugänglich sind oder in denen Maschinen für ihn arbeiten, wird es künftig weitere Anwendungen dieser Technologie geben.

Heinz Trauboth hat Elektrotechnik studiert und am MIT promoviert. 1)

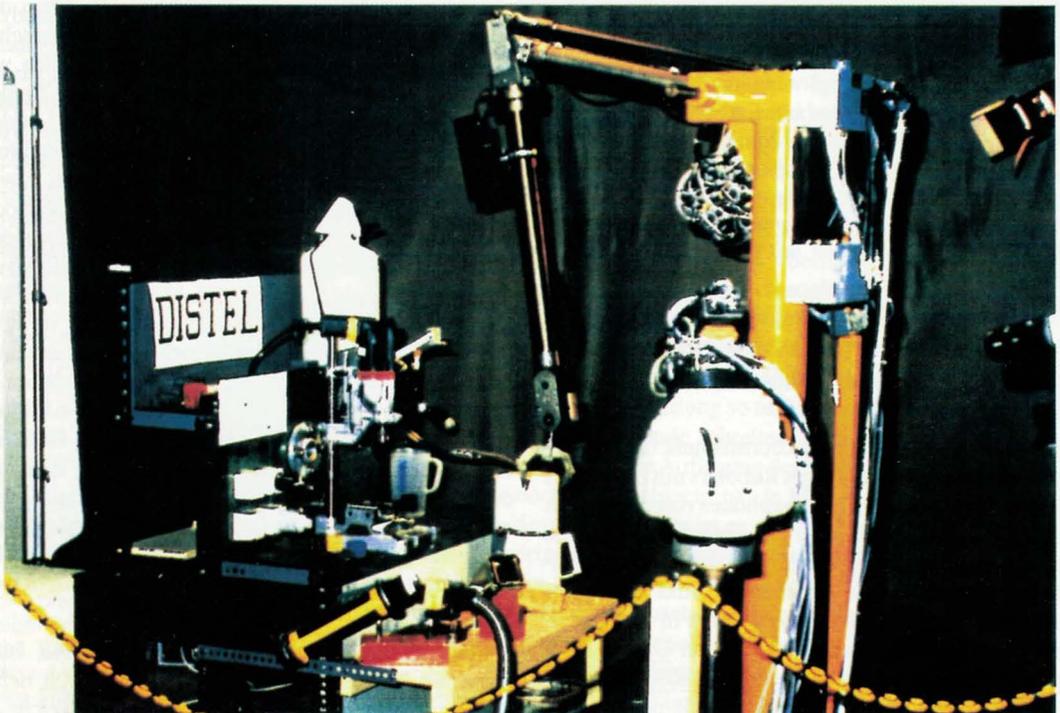
Seit 1965 hat er sich mit digitalen Simulationssystemen beschäftigt und bei der NASA gearbeitet. Seit 1974 ist er Direktor des Instituts für Datenverarbeitung in der Technik am Kernforschungszentrum Karlsruhe und unterrichtet Computerwissenschaft an der Universität Karlsruhe. Am Institut werden computergesteuerte Automations- und Informationssysteme und die dazugehörigen Softwaremodelle und Geräte entwickelt. Trauboth ist überdies Berater des Zentrums für Kunst und Medientechnologie und gründet gegenwärtig eine Stiftung "Kunst und Technik", in der neue Verbindungen zwischen modernen Techniken und künstlerischer Gestaltung unterstützt, ausgearbeitet und vorgestellt werden sollen.







Mensch-Maschine Schnittstelle des Telemanipulatorsystems DISTEL (Bedienstation). A: mit 3D-Videoechnik (Stereo-Brille, 3 Bildschirme mit je 2 überlagerten Bildern). B: Sprachein-/ausgabe für Kommandos zur Steuerung. C: Touch-Screen-Ein-/Ausgabe für Betriebsparameter. Mischbetrieb, d.h. Kombination von bedienergeführtem und automatischem Betrieb (mit Kraftreflexion), Aufbau 1986 (z.T. jetzt veraltete Geräte)



Telemanipulatorsystem DISTEL, Arbeitsstation und Arbeitsplatz (von Bedienstation gesteuerte Manipulation, z.B. Steckverbindungen (elektr., mechan.), Gefäße umgießen, Bauklötze aufeinanderstellen), Aufbau 1986/87

Es ist etwa denkbar, über 3D-Großprojektion den virtuellen Raum wirklichkeitsnäher ohne Kopfmonitore, aber mit Spezialbrillen zu gestalten. Die Bewegung in diesem Raum wird über Datenhandschuhe oder 3D-Joystick und zur Orientierung über ein elektronisches Zielverfolgungssystem, dem ein künstliches Magnetfeld zugrunde liegt, gesteuert. Die NASA hat statt des Helms auch ein bewegliches Gestell zur Gewichtskompensation entwickelt.

*Sie erwähnten vorhin die Einbeziehung des Tastsinnes, was für manche Arbeitsvorgänge notwendig ist. Etwas begreifen zu können, den Widerstand oder das Gewicht von etwas fühlen zu können, trägt sicherlich erheblich zu einem größeren Wirklichkeitseindruck der virtuellen Welt bei. Gibt es denn vielleicht auch bald die Möglichkeit, andere Sinne, wie den des Geruchs, zu simulieren?*

Die Japaner haben das probiert. Wie gut das geht, weiß ich nicht.

*Auf welchem Stand befindet sich denn die Entwicklung von virtuellen Arbeitssituationen, in denen Menschen, die weit voneinander entfernt sind, gemeinsam arbeiten können?*

Die Universität Washington, DC, und die Universität Tokio in Japan haben beeindruckend demonstriert, wie man über Satellitenübertragung von den USA trotz merklicher Signallaufzeit Roboter zur Fertigung von Teilen präzise fernsteuern kann.

*Wenn man sich die VR-Systeme ansieht, dann ließe sich ein Trend bei der Entwicklung von Computersystemen sehen, der weggeht von der Vollautomatisierung. Steht die Symbiose Maschine-Mensch und das dem gewohnten Umgang mit der Wirklichkeit angepaßte Interface heute deswegen so im Vordergrund, weil die Automatisierung vieler Prozesse eben nicht möglich oder viel zu aufwendig ist?*

Wir haben sowieso nie vollautomatisierte Systeme entwickelt. Aufgrund der hohen Sicherheits- und Zuverlässigkeitsanforderungen in der Kerntechnik waren wir immer gezwungen, den Menschen mit einzubinden. Gerade bei komplexen Anlagen werden Routineabläufe, die man gut strukturieren kann, automatisiert. Da man hier aber immer mit unerwarteten Ereignissen rechnen muß, die der Mensch am besten beherrscht, weil man sie nicht vorplanen kann, ist es wichtig, die Routineabläufe zu automatisieren, damit der Mensch sich auf die strategischen Fehler konzentrieren kann. Es gibt natürlich auch Abläufe, die immer wieder trainiert werden müssen. Deswegen werden hier Simulationen durchläufe durchgeführt, d.h., es werden Zustände einer Anlage auf dem simulierenden Rechner erzeugt, und der Operateur muß dann so wie in einem richtigen Kraftwerk reagieren, wenn eine Störung auftritt. Das dient nicht nur der Schulung, sondern auch dazu, den Operateur wachzuhalten, denn kritische Störungen sind normalerweise immer selten. Wenn man solche Simulationen etwa mit der VR-Technik darstellt, wo der Opera-

teur das Gefühl hat, wirklich dort zu sein, wird er auch in Ernstfällen realistischer reagieren können.

*Wir haben bislang von technischen Anforderungen gesprochen, die möglichst realistisch einen Sachverhalt simulieren sollen. Realistische Bilderzeugungen sind, wie Foto, Film und Video zeigen, natürlich auch Medien für Unterhaltung und Kunst. Wo sehen Sie denn für VR-Systeme sowie für Telepräsenz interessante Anwendungsbereiche, die auch realisierbar wären?*

Wir, also das Institut für Angewandte Informatik im Kernforschungszentrum Karlsruhe, das ich leite, und das Institut für Bildmedien des ZKM unter der Leitung von Jeffrey Shaw sind gerade dabei, das gemeinsame Projekt EVE (Extended Virtual Environment) für die Multimediale '93 in Karlsruhe zu entwerfen. Diese interaktive Roboter-3D-Projektionsinstallation soll den Besucher eigene Bewegungen in physikalischen, technischen und biologischen Räumen illusionistisch erleben lassen. So kann man sich durch Molekülräume, durch die Innereien von Maschinen, Gebäuden, menschlichen Organen und Pflanzen selbstgesteuert fliegend bewegen und aus verschiedenen Blickwinkeln diese künstliche Welt bzw. nachgeahmte Mikrowelt erleben. 3D-Rasterelektronen- oder Rastertunnel-Mikroskop-Aufnahmen können als Grundlage für die künstlich erzeugte Mikrowelt dienen, was an der Universität Tokio bereits gezeigt wurde. Dabei sehen wir die Welt wie einen Mikroorganismus, z.B. aus der Perspektive einer Bakterie. Diese Rauminstallation soll später ein fester Bestandteil des Medienmuseums des ZKM werden. Die VR-Technik erlaubt dem Menschen, sich in Umgebungen sowohl des Mikro- wie auch des Makrokosmos zu versetzen, in die er selbst durch seine physikalische Begrenztheit nicht gelangen kann. Er kann z.B. die Welt eines Insekts oder eines "Marsmenschen" erleben, wobei dessen Sinnesorgane (wie Facettenauge, Ohren) und physikalische Phänomene wie Schallwellenausbreitung vom Computer simuliert werden. Über mikrotechnische Tastaktorik kann er diese Räume auch "streicheln" und ertasten. Der Mensch kann im wahren Sinne des Wortes seine Grenzen sprengen.

*Gibt es denn darüber hinaus auch eine Ästhetik von solchen virtuellen Welten, die für Künstler interessant sein würde, oder bleibt das bei Unterhaltungsspektakeln in der Art von Jahrmärkten und Disneyworlds stecken?*

Die durch VR-Technik erzeugte künstliche Welt kann eine künstlerisch gestaltete Welt mit der unbegrenzten Vielfalt der Formen-, Farb- und Tongestaltung sein. Zudem könnte diese künstliche Welt in vielfältiger Art auf das Einwirken des "Erlebten", statt nur des Beobachters, interaktiv reagieren. Gegenüber dem normalen künstlerischen Film stehen dem Künstler also zwei weitere Dimensionen zu seiner Gestaltung zur Verfügung: die dritte Raumdimension und die interaktive Dynamik. Hier ist also ein breites neuartiges Feld für das "Ausleben" der Phantasie eines kreativen Künstlers! In der Ge-

schichte der Kunst hat es ja viele solcher Einflüsse der Technik auf neue Kunstformen gegeben, wie z.B. die Geometrie der Perspektive, die Metall-Ätz- und Drucktechnik, der Film. Die VR-Technik scheint mir aber ein besonders großer Techniksprung zu sein, der Künstler zu mannigfaltigen neuartigen Kreationen reizen sollte.

*Sehen Sie denn, da Sie ja viel mit der VR-Technik arbeiten, mögliche Reaktionen, die eintreten können, wenn wir vermehrt nicht nur virtuelle Szenen sehen, sondern sie auch betreten können?*

Jede Technik hat ihre positiven und negativen Seiten. Die positiven habe ich schon versucht anzudeuten. Die negativen können wir bereits durch die Erfahrungen mit der künstlichen TV-Welt voraussehen. Der die VR-Welt Erlebende muß sich immer bewußt bleiben, daß er sich in einer künstlichen, d.h. einer manipulierbaren Welt

---

*Der die VR-Welt Erlebende muß sich immer bewußt bleiben, daß er sich in einer künstlichen, d.h. einer manipulierbaren Welt befindet.*

---

befindet. Heute können ja bereits Videobilder so manipuliert werden, daß die geschönten Bilder für "wahr" genommen werden. Wenn der Unterschied zwischen Schein und Wirklichkeit verwischt, läuft der Mensch Gefahr, Entscheidungen auf Illusionen zu gründen. Er verhält sich dann wie im Rausch oder bei Halluzinationen durch Drogen. Menschen können sich auch in eine Traumwelt flüchten. Wir erleben bereits heute, was durch Umfragen bestätigt wurde, daß viele Menschen die allgemeine Umweltsituation als katastrophal ansehen und verängstigt sind, obwohl ihre persönliche Erfahrung dagegen spricht. Die laufenden negativen Fernsehbilder prägen die Katastrophenvorstellung ins Bewußtsein.

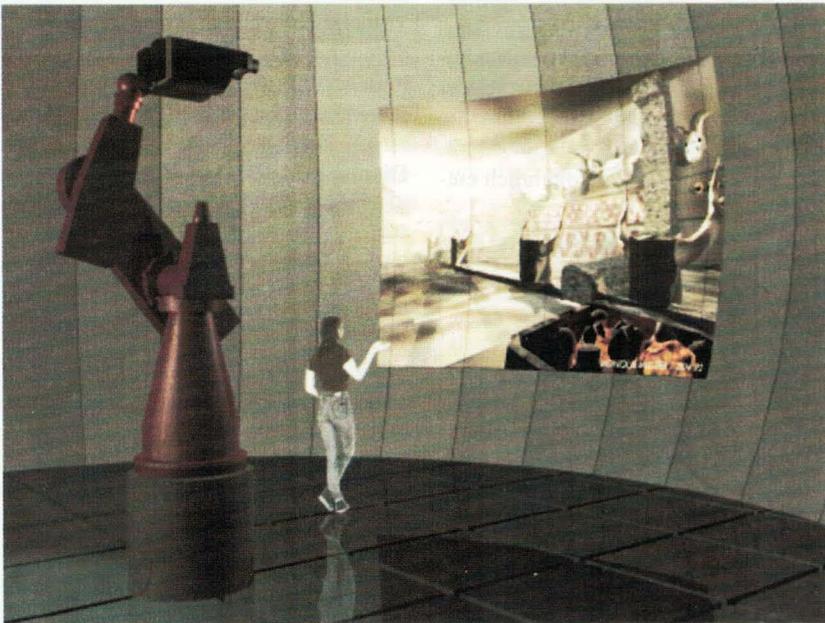
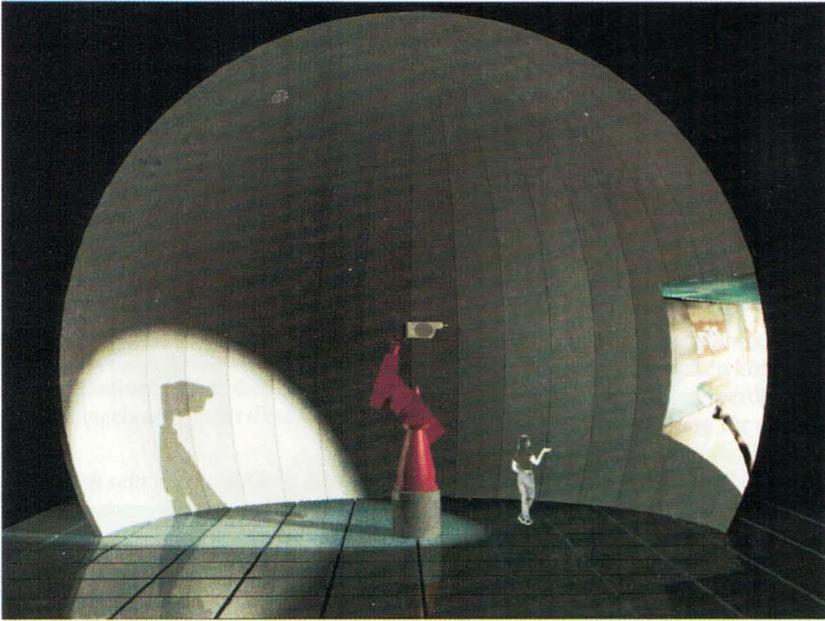
*Darüber kann man sicher geteilter Meinung sein. Interessanter scheint mir in unserem Zusammenhang aber zu sein, wie man denn die künstlichen Welten gegenüber der Möglichkeit, sich darüber in die Illusion einzuschließen, gewissermaßen gegen sich selbst wenden könnte? Das Potential, dem Menschen unzugängliche Erfahrungswelten zu öffnen, haben Sie ja bereits beschrieben.*

Das sinnliche Erleben der Wirklichkeit muß stärker bewußt gemacht und trainiert werden, die Beobachtung der Natur in ihrer Vielfalt bezüglich Struktur, Farbe, Bewegung und Stofflichkeit sowie die Wahrnehmung ihrer Lebenszyklen geschärft und zur bewußten Empfindung umgesetzt werden. Die Kunst kann dazu auch beitragen, wenn sie das Spektrum ihrer Gestaltungsmöglichkeiten erweitert. Einfache physikalische, chemische und technische Vorgänge sollten als Elemente künstlerischer Gestaltung verwendet werden. Solche physikalischen Vorgänge gehorchen etwa der Optik, Elektrizität, Gravitation und dem Magnetismus. Naturolemente wie Wind, Wasser, Licht, Fluoreszenz und

Mineralien könnten einbezogen werden, so daß alle Sinne des Menschen zur Wahrnehmung der Kombination von Bewegung, Formgebung, Farbigkeit, Textur oder Akustik angeregt werden. Der "Konsument" solcher Kunstwerke sollte in spielerischer Weise in diese aktiv "eingreifen" oder sie "begreifen" können. Dabei könnte er auch physikalische oder technische Vorgänge sinnlich erleben, im Spiel die Naturgesetze neu entdecken oder die Angst vor der "unbegreiflichen" Technik verlieren. Hugo Kükelhaus hat hierzu viele praktische Anregungen gegeben, ebenso die Züricher "Phänomene". Das "Exploratorium" in San Francisco, das vom Bruder des berühmten Atomphysikers Oppenheimer gegründet wurde, ist solch ein Werkstattmuseum mit spielerischen physikalischen Experimenten. Persönlich habe ich mir als Ziel für eine private Stiftung "Kunst und Technik" vorgenommen, physikalische Phänomene in Kunstobjekte umzusetzen. Die Stiftung wird in meinem von mir sanierten denkmalgeschützten Bauernhof beheimatet sein. Treuhänder dieser Stiftung ist das Kernforschungszentrum Karlsruhe, und über die künstlerische Qualität wird ein Beirat wachen, in dem u.a. das ZKM, die HfG und die Musikhochschule vertreten sind. Studenten sollen hier auch die Möglichkeit haben zu experimentieren, während erfahrene, anerkannte Künstler dieser Kunstform mit ihren Veranstaltungen Maßstäbe setzen sollen. In der künstlerischen Gestaltung wird eine Symbiose von Kunst, Technik und Natur angestrebt.

*Hat diese Symbiose von Kunst und Technik mit dem Schwerpunkt Kunst denn auch Rückwirkungen auf die Technik oder auf das Design der Technik? Wenn man Ästhetik als die natürliche und gestaltete Schnittstelle zwischen dem Menschen und seiner wahrnehmbaren Umwelt versteht, dann wäre sie doch auch eminent wichtig für das Interface zwischen Mensch und Maschine?*

In der Informationstechnik sprechen wir von der Mensch-Maschine-Schnittstelle oder der Bedienoberfläche. Bei einem Videorecorder beispielsweise erfolgt die Bedienung über Tasten, die zu drücken sind, und über Leuchtanzeigen für den Gerätezustand. Wehe, wenn diese Tasten einmal falsch oder in falscher Reihenfolge gedrückt werden! Dann kann es passieren, daß das Gerät fehlerhaft oder gar nicht mehr funktioniert. Die Bedienungsanleitung klärt über die Behebung des Problems meist nicht auf. Weil die Technik des Videorecorders bei allen Fabrikaten bereits ausgereizt ist, werden sich künftig neue nur durch eine intelligente menschenfreundliche Bedienungs- und Wartungsanleitung verkaufen lassen, die als Software im Mikroprozessor des Geräts eingebaut ist. In unserem Institut werden komplexe Informationssysteme für den Umweltschutz entwickelt, u.a. sogenannte Expertensysteme mit "Künstlicher Intelligenz" zur Entscheidungs-, Planungs- und Diagnose-Unterstützung. Solche Systeme erfordern eine stärkere Interaktivität des Menschen mit dem Computer, wobei jetzt ergonomische Gesichtspunkte in den Vordergrund treten. Das bedeutet, daß



JEFFREY SHAW, EVE - Extended Virtual Environment. Das Projekt des Zentrums für Kunst und Medientechnologie in Zusammenarbeit mit dem Kernforschungszentrum Karlsruhe ist vom 3. bis 5. November 1993 auf der MultiMediale 3 zu sehen

didaktische, psychologische und ästhetische Elemente, wie Symbolik, Farbkomposition oder Symmetrie, in die Gestaltung von Bedienoberflächen einzubeziehen sind. Moderne Multimediasysteme bieten heute weitaus umfassendere Gestaltungsmöglichkeiten für eine sinnvolle und menschengerechte Integration von Grafik, Film, Animation, Text und Ton in einem computergesteuerten Gerät. Wir haben deswegen begonnen, mit der Hoch-

schule für Gestaltung und dem Fachbereich Mediendidaktik der Pädagogischen Hochschule in gemeinsamen FuE-Vorhaben zusammenzuarbeiten. Durch diese Einbindung von Pädagogen und Künstlern in neue technologische Entwicklungen erhoffen wir uns eine menschenfreundlichere Informationstechnik und auch neue Berufsbilder, die helfen, Kunst und Technik einander anzunähern.