Zeitschrift: Tec21

Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein

Band: 127 (2001)

Heft: 3: Botschaften

Artikel: Visionen in Echtzeit: virtuelle Realität und ihre Anwendung in der Architektur

Autor: Kieferle, Joachim B. / Lang, Ulrich

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-80108

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Joachim B. Kieferle, Ulrich Lang

Visionen in Echtzeit

Virtuelle Realität und ihre Anwendung in der Architektur

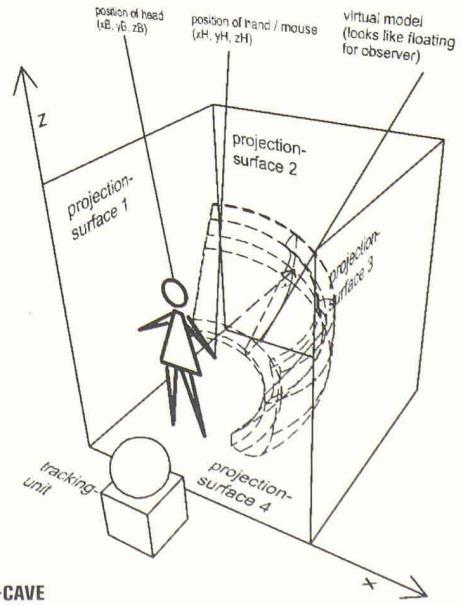
«Virtual Reality»-Einrichtungen finden in Forschung und Industrie immer weitere Verbreitung. Begehbare Projektionsumgebungen für die räumliche Darstellung von Datensimulationen, Prototypen oder auch Gebäuden in Echtzeit bieten bisher ungeahnte Möglichkeiten.

Die traditionellen Werkzeuge von Planerinnen und Planern werden seit Jahren um weitere wie CAD, Layout- oder auch Bildbearbeitungsprogramme ergänzt. Mit der exponentiell wachsenden Leistungsfähigkeit von Computern werden Visualisierungen in der Konzept- und Projektierungsphase immer häufiger zur Überprüfung von Entwurfsgedanken und zur Kommunikation eingesetzt. Schon heute ist man nicht mehr nur auf Perspektiven oder Filme angewiesen, im High-End-Bereich steht mit der bisher noch wenig bekannten Virtuelle-Realität(VR)-Technik z.B. in Form der CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) ein neues Werkzeug zur Verfügung.

Achterbahnfahren oder virtuelle Realität in einem Printmedium zu beschreiben, sind ähnlich schwierige Aufgaben. Eigentlich muss man es selbst erleben, viele Fragen wären damit beantwortet. Die Faszination an VR ist, in eine andere Welt einzutauchen, eine andere, der Möglichkeit nach vorhandene Realität zu erleben. Man sitzt im Kolbenraum eines Motors und sieht die Explosion des Benzin-Luft-Gemisches, stürzt neben einem Raumgleiter zurück zur Erde, um den komplexen Wiedereintritt zu beobachten, oder wandelt mit der Bauherrschaft durch geplante Ausstellungsräume.

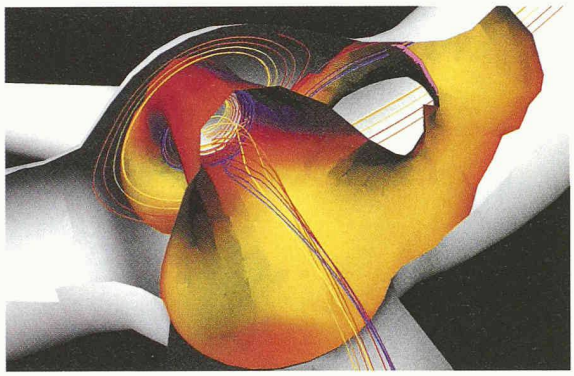
Die Technik

1991 wurde am Electronic Visualization Laboratory (EVL) der University of Illinois in Chicago die erste CAVE entwickelt. In dem würfelförmigen Raum mit etwa drei Metern Kantenlänge erfasst ein Sensor die Position vom Kopf des Betrachters (Head-Tracking). Für diese Position wird jeweils für linkes und rechtes Auge des Betrachters ein perspektivisch korrektes Bild der virtuellen Objekte berechnet und abwechselnd auf die Raumbegrenzungen projiziert. Im gleichen Takt von über 100 Bildwechseln pro Sekunde wird mit einer Shutterbrille jeweils abwechselnd ein Auge des Betrachters verdeckt. So entsteht der Eindruck, dass ein dreidimensionales Modell nicht mehr auf die Flächen projiziert ist, sondern im Raum schwebt. Hochleistungsrechner mit vielen Prozessoren und mehreren Grafik-Engines berechnen die dafür notwendigen Bilder. Gesteuert wird mit Datenhandschuh oder Space-Mouse, damit lässt sich das Modell skalieren, verschieben, drehen usw. oder man kann in Echtzeit um das Modell herum- oder hineinfliegen.



Schemabild einer 4-Seiten-CAVE

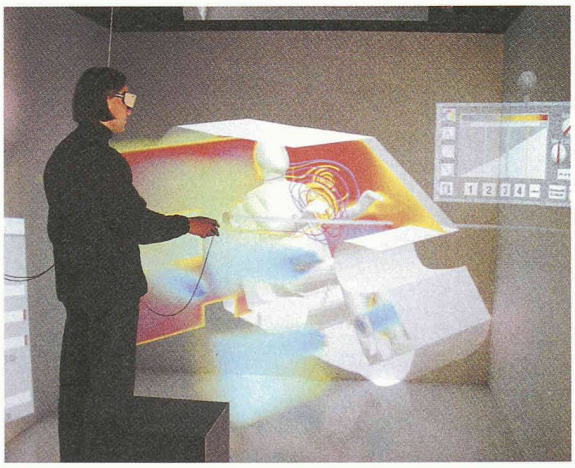
Die Anzahl der Projektionsflächen variiert zwischen einer und sechs. Eine Projektionsfläche wird in der Workbench (VR-Arbeitstisch) oder auch der Powerwall, einer grossen Projektionsfläche, genutzt. Das Gefühl der Immersion, des Eintauchens in eine Szenerie, wird jedoch erst mit mehreren, den Betrachter umgebenden Projektionsflächen erreicht, weil hier das periphere Sehen einbezogen wird.
Die projizierten Bilder gehen an den Kanten der Projektionsflächen ineinander über, schon nach kurzer Zeit werden weder Kanten noch der mit drei Metern begrenzte Raum wahrgenommen. Die Anforderungen an Computer und die Konstruktion der CAVE steigt mit zunehmender Anzahl Projektionsflächen, mit ein Grund, warum es weltweit derzeit nur drei 6-Seiten-CAVE gibt. Da in ihnen das vollständige Eintauchen in die VR möglich ist, wird sich ihre Zahl sicher in absehbarer Zeit vervielfachen.



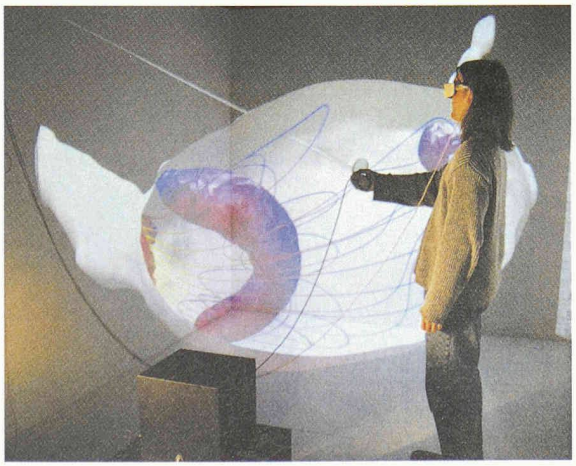
Zuleitung eines Wasserkraftwerks: Strömungsbahnen und Flächen gleichen Drucks

Einsatzbereiche von virtueller Realität

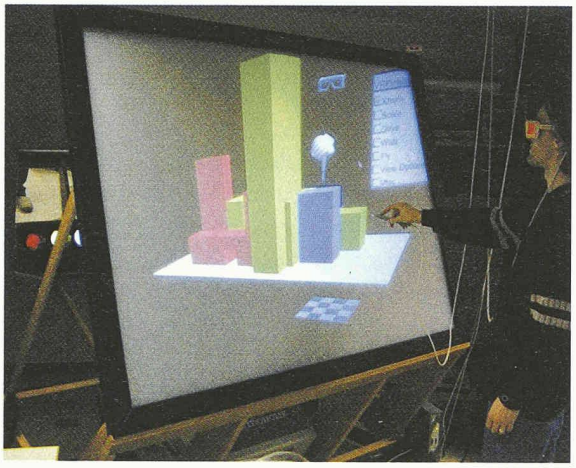
Am Höchstleistungsrechenzentrum HLRS [1] der Universität Stuttgart, einer Gemeinschaftseinrichtung der öffentlichen Hand und der Industrie (debis – Daimler-Chrysler und Porsche), steht eine CAVE/CUBE für Maschinenbau über Strömungsmechanik, Biologie, Chemie bis hin zur Architektur und Landschaftsarchitektur zur Verfügung. Drei Beispiele sollen zeigen, wie VR in anderen Disziplinen eingesetzt wird.
In einem grossen nationalen Wasserkraftwerk, das einen wesentlichen Teil der Stromproduktion des Landes abdeckt, traten gravierende Leistungsschwankungen auf. Das Institut für hydraulische Strömungsmaschinen der Universität Stuttgart stellte in Simulationen fest, dass Wirbel mit asymmetrischem Verhalten in der Verteilerstelle der Zuflussrohre Auslöser waren. Alle Beteiligten trafen sich in der VR-Umgebung, um das Problem und die Lösungsmöglichkeiten zu verstehen und die notwendigen Umbaumassnahmen zu beschliessen. Durch ausgiebige Simulationen wurde eine Lösung erarbeitet, bei der die Stromausbeute gegenüber den ursprünglichen Berechnungen sogar noch gesteigert werden konnte.
Im EU-Projekt VISiT (Virtual Intuitive Simulation Testbed) wird in Zusammenarbeit mehrerer europäischer Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen die enge Kopplung von Simulations- und virtuellen Realitätstechniken entwickelt und erprobt. In einem Teilprojekt wird in Zusammenarbeit mit der Daimler-Chrysler-Forschung die Luftströmung im Fahrzeuginnenraum simuliert und die Strömungsparameter direkt in der VR-Umgebung dargestellt. Lufteinlässe, Einströmgeschwindigkeit und -temperaturen lassen sich intuitiv verschieben bzw. verändern, in kürzester Zeit wird jeweils der Temperaturverlauf und die Strömung angezeigt. Sie können mit der aus physiologischen Messungen bekannten Temperaturverteilung für ein Wohlbefinden der Insassen abgeglichen und die Ausgangsparameter entsprechend variiert werden.
An Blutgefässerweiterungen können starke Druckänderungen, Rückströmungen usw. auftreten, was letztlich zum Platzen eines Blutgefässes führen kann. In der

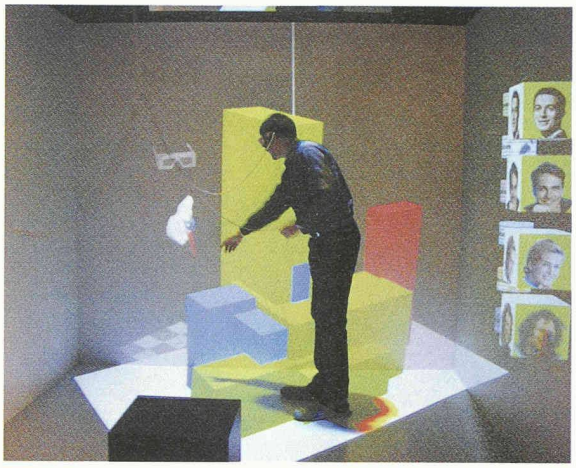


Fahrzeuginnenraum: Strömungs- und Temperaturverteilung



Blutgefässerweiterung: Strömungsbahnen und Flächen gleichen Drucks





Eine Workbench und eine CAVE sind gekoppelt, um in beiden virtuellen Umgebungen gemeinsam am selben Projekt zu arbeiten. Der Arbeitspartner wird stark abstrahiert über Brille, Zeigegerät und Standort repräsentiert. Die vom HLRS entwickelte Simulations- und VR-Software COVISE ist speziell für kollaboratives Arbeiten ausgelegt

Zusammenarbeit von Medizinern (Abteilung Röntgendiagnostik des Universitätsklinikums Ulm), Strömungsmechanikern und Simulationsfachleuten (HLRS) wird versucht, ein besseres Verständnis für die komplexen Vorgänge in einer Blutgefässerweiterung zu erhalten. Dazu werden Simulationen auf einem Parallelrechner berechnet und in VR dargestellt.

Simulation und Interaktion

In VR können zeitliche Entwicklungen, Simulationen, dargestellt werden, man ist nicht mehr an statische Modelle gebunden. Man streut Partikel in eine Röhre und fliegt ihnen hinterher bzw. verfolgt ihre Bahn, oder man verstellt Schaufelräder an Turbinen und beobachtet den neuen Strömungsverlauf nahezu in Echtzeit. Auswirkungen sind unmittelbar zu sehen und zu verstehen.

Greifen, einstreuen, schieben, drehen sind Aktionen, die den Benutzern aus der realen Welt bekannt sind und deshalb in VR einfach und intuitiv gemacht werden. Modelle zu skalieren oder durch sie zu fliegen, ist keine aus der realen Welt gewohnte Aktion, es gibt keine direkten Analogien. Für sie müssen die Benutzer neue Interaktionsmechanismen lernen.

In einer CAVE können sich etwa sieben Personen gleichzeitig aufhalten und ein Projekt besprechen, d.h., die realweltliche Kommunikation wird ideal mit der virtuellen Repräsentation kombiniert. Der Übergang von real zu virtuell wird fliessend, die zwei Welten verschmelzen.

Der Einsatz von VR in der Architektur

Im kommerziellen Architekturbereich ist VR noch relativ unbekannt. In den wenigen realisierten Projekten wurde meist ein modifiziertes CAD-Modell geladen und dargestellt. Die Zahl der CAVE (knapp einhundert weltweit) ist einfach zu gering und auch die relativ hohen Kosten sind einer weiten Verbreitung nicht förderlich.

In der Aus- und Weiterbildung von Planerinnen und Planern wurde und wird VR seit einigen Jahren eingesetzt, hier sind die Erfahrungen sehr viel grösser. In der Dozenten- und Lehrtätigkeit des Autors an der Hochschule Rapperswil und der Fakultät für Architektur und Stadtplanung der Universität Stuttgart wurden in den vergangenen Jahren neuartige Ansätze entwickelt und viele VR-Projekte verwirklicht.

Im Nachdiplomkurs «Computervisualisierung in Planung und Gestaltung» an der Hochschule Rapperswil [2] werden Projekte von Architekten, Landschaftsarchitekten und Raumplanern in VR bearbeitet. Mit Software für CAD, Geländemodellierung und Animation vorbereitete Modelle werden während der laufenden Entwurfsphase in die VR-Umgebung geladen. Mehrere Personen stehen dann am oder besser im Modell – «inside out» [3] im Gegensatz zu «outside in» (Bildschirm). Bereits nach kurzer Zeit gibt es intensive Diskussionen über das Projekt, über Böschungen, Blickachsen oder Beläge. Diskussionen, die so normalerweise erst am gebauten Projekt stattfinden. Und anders als am gebauten Projekt wird das eine oder andere Haus oder auch ein Berg einfach verschoben oder ausgeblendet.

Geländemodell eines Projektes im Jura

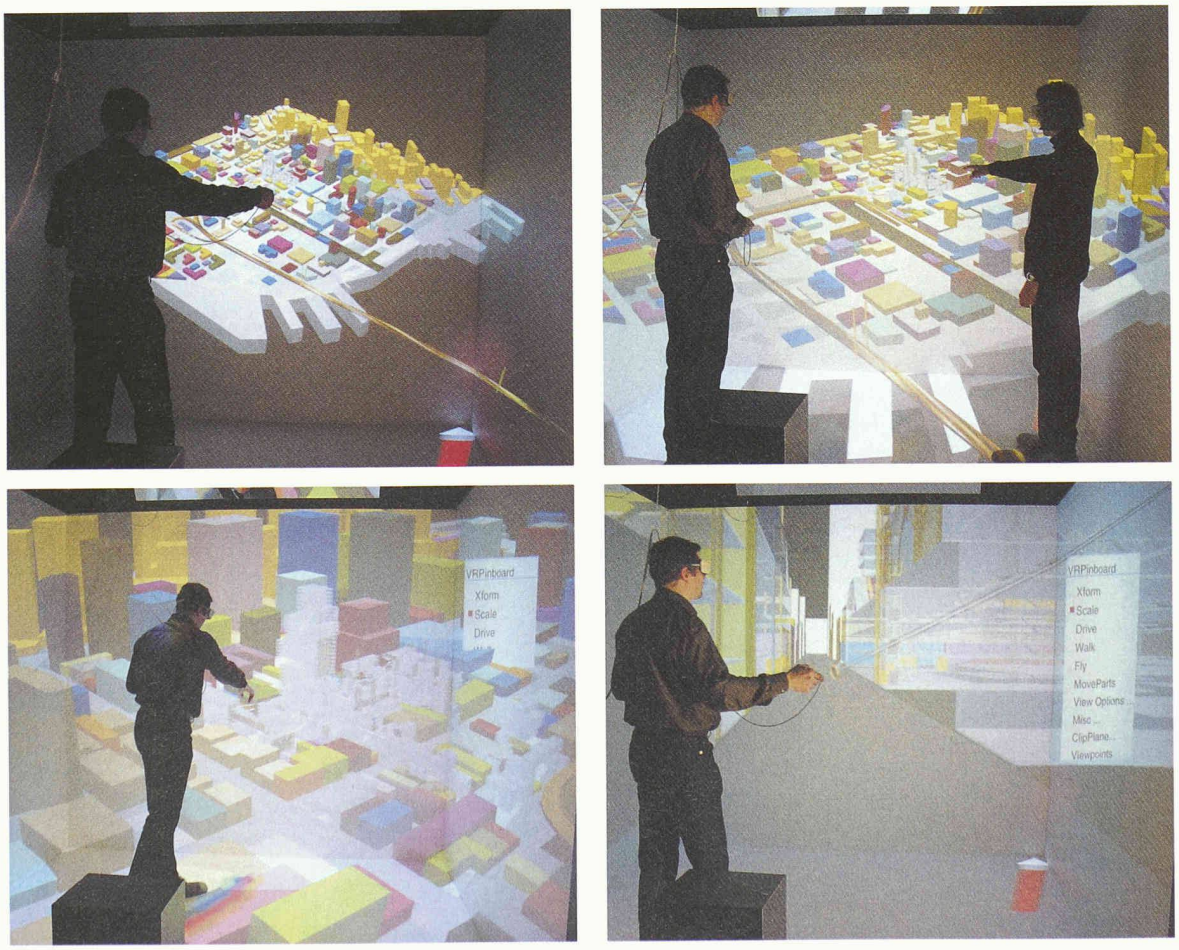
Am Institut für Grundlagen der Planung (IGP) [4] an der Universität Stuttgart werden unterstützt mit VR experimentelle Projekte bearbeitet. Sie gehen weit über «normale» Architektur hinaus, sind Raumexperimente, Nutzungsszenarien für den virtuellen Raum (Cyberspace). Seit gut einem Jahr liegt der Schwerpunkt auf der aktuellen Frage, wie Arbeits-, Informations- und Präsentationsformen der Zukunft für weltweit verteilt operierende Projektteams, virtuelle Unternehmen, gestaltet werden können. VR wird dabei in einer ersten Phase eingesetzt, um die Visionen der neuen Welten zu erkennen, den Gedanken zum Fliegen zu verhelfen, nicht in bestehenden Konventionen zu verhaften und in einer nachfolgenden Phase die innovativen Gedanken zu einer neuen Architektur darstellen zu können.

Gegenständliches und Abstraktes

Im Schichtenmodell Gestaltebene, Gedankenebene und Transformationsebene sind die Einsatzgebiete für VR und das grosse Entwicklungspotenzial in der Architektur beschreibbar. In der Gestaltebene wird Gegenständliches dargestellt, in der Gedanken- und Transformationsebene Abstraktes.

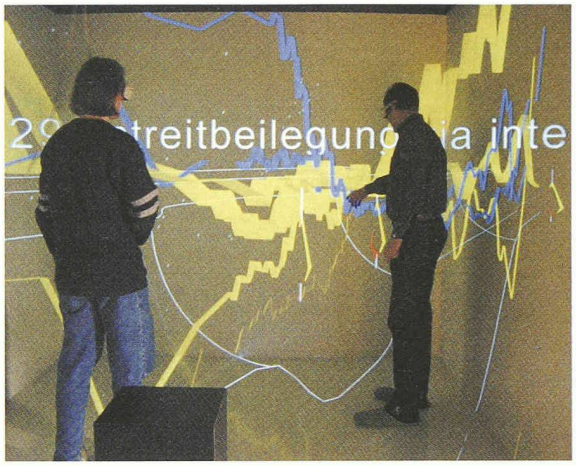
Gestaltebene

Stellt man Bauteile, Häuser oder Städte vor ihrer Realisierung in VR dar, gibt dies bereits in einer frühen Projektphase allen Beteiligten hohe Planungssicherheit. Missverständnisse, wie sie bei den bisherigen Notatio-



Gestaltebene. Regelbasierte Stadtplanung in San Francisco

nen für Architektur (Pläne, Skizzen, Modelle) möglich sind, lassen sich weitgehend ausschliessen. Kann ein geplantes Gebäude in einem schwierigen städtebaulichen Kontext einfach modifiziert und in verschiedenen Massstäben besichtigt werden, ist es für die Projektbeteiligten einfacher zu einem Konsens zu kommen. Nahezu unabhängig von den Vorkenntnissen kann eine zielgerichtete Diskussion geführt werden. Die Gestaltebene stellt das Gegenständliche dar, wie wir es visuell erfassen.



Gedankenebene. «environmentools – raum für schnelles handeln» soll Broker unterstützen, Informationen effizient erfassen und auswerten zu können

Gedankenebene

Die Gedanken sind frei, nur – wie sollte man sie bisher in einem Projekt darstellen? In VR lassen sich Gedanken in einer Überlagerung von Tektonik und Diagramm oder nur als Diagramm darstellen. So lassen sich Erscheinungen wie Klimasimulationen oder Lärmausbreitung, die der Mensch nicht direkt sehen kann, in einem städtebaulichen Modell räumlich und visuell erfassbar präsentieren. Die Gedankenebene zeigt das Nichtsichtbare.

Transformationsebene. Experiment zur Raumwirkung sich stetig verändernder Räume

Transformationsebene

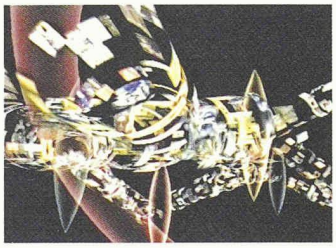
Statisch und unveränderlich steht Architektur in unseren Städten und Landschaften. Im Cyberspace muss sie es nicht mehr sein, sie kann sich verändern, morphen, mutieren, wenn es z.B. für einen Informationsraum einen Nutzen bringt. Auch der Raum, in dem sie sich befindet, kann sich ändern, jenseits der Gesetzmässigkeiten, wie wir sie von der Erde kennen. Architektinnen und Architekten entwickeln Formensprachen, die den neu gestaltbaren Materialen «Raum» und «Zeit» gerecht werden.

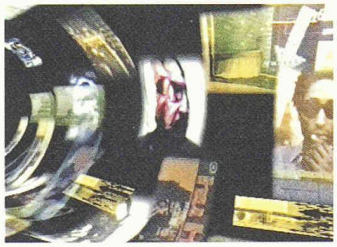
Man wird lernen, sich in diesen Räumen zu bewegen. Es ist vielleicht anfänglich etwas schwieriger, sich in Räumen zu orientieren, in denen man beinahe mit Lichtgeschwindigkeit fliegt, auch der Verlust des Raum-Zeit-Kontinuums kann anfänglich verwirren. Dass der Mensch in der Lage ist, sich in veränderte Räume einzuarbeiten, die teilweise keine Entsprechung zu denen haben, die wir von der Erde kennen, ist bekannt [5], vorausgesetzt, er hat die Möglichkeit, diese Räume aktiv, also in VR, zu erkunden. Es hat sich gezeigt, dass die Bereitschaft, aussergewöhnliche Ansätze und damit Räume in den experimentellen Projekten zu schaffen, mit fortschreitender Projektdauer und Arbeit in der CAVE zunimmt.

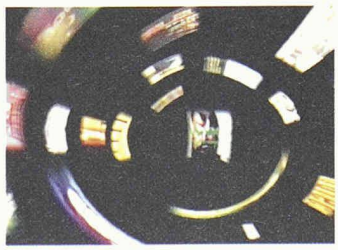
Weiterentwicklung von Architektur und Architekturaufgaben

Architektur im virtuellen Raum, die Cybertektur, kann klassische Architektur erweitern und beeinflussen. Die neuen Rahmenbedingungen – keine statischen Einwirkungen (Schwerkraft, Wind usw.), der Faktor Zeit (veränderbare Gestalt) oder die Massstabslosigkeit – führen zu neuen Ergebnissen. Damit sind nicht die vermeintlich innovativen freien, amorphen, computergenerierten Formen gemeint, sondern die nach einer inhaltlich intensiven Auseinandersetzung gewonnenen Gesamtkonzepte. Sie sind in ihrer Erscheinung oft erstaunlich einfach und reduziert.

Geänderte Rahmenbedingungen verlangen von den Architektinnen und Architekten, sich mit neuen Themen zu beschäftigen. Typisch für die neuen Architekturaufgaben ist ein aktuelles Projekt, in dem für die medizinische Diagnostik von Kernspinndaten und die präoperative Konsultation in VR ein «Interspace» entwickelt werden soll. Die intensive Kooperation mit den verschiedenen Fachleuten wie Ärzte und Softwareentwickler verlangt von allen Beteiligten die Bereitschaft, sich in die Denk- und Arbeitsweise der anderen einzuarbeiten, die Grenzen zwischen den Fachgebieten verwischen zusehends.







Informationsräume. Zwischen den Interessenschwerpunkten (Spindeln) spannen sich Informationen auf. Interessiert man sich für eine Information und nähert sich ihr, baut sich eine neue Räumlichkeit der Information auf. Ausschnitt aus der Videosequenz main4mind.homebase

In der Computertechnik ist mittelfristig eine Verräumlichung der Benutzeroberflächen zu erwarten. Architektur kann als eine der wenigen Disziplinen, in der das räumliche Vorstellungsvermögen und die Arbeit mit Raum in Ausbildung und den Alltagsaufgaben ständig geschult wird, wesentliche Lösungen anbieten. Mit dem kreativen Potenzial der Gestalterinnen und Gestalter sind neue, qualitätvolle Lösungen zu erwarten.

Fazit und Ausblick

VR sollte in Zukunft in den Arbeitsprozess von Planerinnen und Planern integriert werden. Dabei zeichnen sich Visualisierung und die Simulation komplexer Zusammenhänge als Einsatzschwerpunkte ab. Gegenüber den bisherigen Notationen für Architektur schafft VR bereits zu einem frühen Projektstand hohe Planungssicherheit und ausgeglichenen Informationsstand für alle Beteiligten. Damit bleibt Zeit und Raum für eine Neubelebung inhaltlicher Diskussionen.

Neben den klassischen Aufgaben für Architektinnen und Architekten wird es mittel- und längerfristig im Bereich VR das neue Aufgabenfeld «Raum» geben, als Informationsräume, Räume für weltweit verteilte Projektteams oder virtuelle Unternehmen, idealerweise von Planern gestaltet.

In einer Welt des vernetzten Denkens und Arbeitens unterstützt die Technologie der virtuellen Realität den Menschen, komplexe Zusammenhänge zu begreifen. Das sollte Anlass sein, dass diese Technologie weite Verbreitung und alltäglichen Einsatz findet.

Joachim B. Kieferle, Dipl.-Ing. Architekt SIA, Kieferle & Benk GmbH, Röntgenstrasse 44, 8005 Zürich, E-Mail joachim.kieferle@hsr.ch/kieferle@igp.uni-stuttgart.de
Ulrich Lang, Dr.-Ing., Leiter Abteilung Visualisierung, Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart, Allmandring 30a, D-70550 Stuttgart, E-Mail lang@hlrs.de

Literaturnachweise und Links

[1] http://www.hlrs.de/organization/vis/
Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart, Visualisierungsabteilung
[2] http://www.l.hsr.ch/nds/
Hochschule Rapperswil, Weiterbildung – Nachdiplomkurse
[3] Cruz-Neira, Carolina; Sandin, Daniel J.; DeFanti, Thomas A.: Surround-Screen Projection-Based Virtual Reality. The Design and Implementation of the CAVE. Computer Graphics Proceedings: Annual Conference Series, 1993, p. 141.
[4] http://www.igp.uni-stuttgart.de
Institut für Grundlagen der Planung, Universität Stuttgart
[5] Schöne, Hermann: Orientierung im Raum: Formen und Mechanismen der Lenkung des Verhaltens im Raum bei Tier und Mensch. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart 1980. S. 169–172