

# GRAPHISCHE KOMMUNIKATIONSUNTERSTÜTZUNG INTERNETBASIERTER PROJEKTRÄUME

Frank Dinger / Uwe Forgber  
Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib), Universität Karlsruhe (TH)  
frank.dinger@ifib.uni-karlsruhe.de  
uwe.forgber@ifib.uni-karlsruhe.de  
www.ifib.uni-karlsruhe.de

**Kurzfassung:** Die auf technischen Entwicklungen basierenden neuen Medien wie Fotografie, Kino, Fernsehen, Video, Computer und die graphisch orientierte Benutzeroberfläche des Internet schaffen eine Ästhetik und Wahrnehmung, die das Verhältnis von Schrift und Bild, Information und Ausdruck neu definiert. Ähnlich schwerwiegend wie der Wechsel vom Bild zum Text mit der Erfindung der Schrift, führt auch der gegenwärtige, technologisch basierte Umbruch in der Kommunikation, der Übergang von Text- zu Bildkommunikation, zu Veränderungen in der Gesellschafts- und Realitätsstruktur. Der Sachverhalt der Planung eines Gebäudes wird nicht mehr als schrittweises Abarbeiten einzelner Planungsleistungen wie das Lesen einzelner Worte eines Textes, sondern als Szene, als Gesamtbild von in einem Kontext Agierenden verstanden. Um der Zusammenarbeit der räumlich verteilt agierenden Planungsbeteiligten eine bauplanungsspezifische Kooperationsumgebung zur Verfügung zu stellen, wurden vom Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib), Universität Karlsruhe (TH) im Rahmen verschiedener Forschungsprojekte internetbasierte Projekträume prototypisch implementiert und in mehreren Anwendungsprojekten validiert. Die Akzeptanz dieser virtuellen Arbeitsumgebungen hängt dabei nicht nur von den funktionalen Möglichkeiten (Kommunikation und Kooperation) ab, sondern wird im wesentlichen von der intuitiven Erfassbarkeit der Oberflächencodes beeinflusst. Einfachheit, Repetition und Kontinuität innerhalb eines virtuellen Projektraums wirken identitätsstiftend und erleichtern Akteuren mit den unterschiedlichsten Vorkenntnissen, die sich in diesem Raum begegnen, die Zugänglichkeit.

## Vorwort

Die Technologie des Internet ermöglicht die tägliche Zusammenarbeit und Interaktion von räumlich und zeitlich verteilten Partnern, die unter dem Schirm eines gemeinsamen Projektes zusammengebunden sind. Eine solche Arbeitsumgebung ist dort vorgesehen wo Datenbanken, Kommunikations- und Benutzerschnittstellen verknüpft sind, um die planerischen Aktivitäten der Projektbeteiligten zu unterstützen. Ziel ist es, eine reiche Umgebung zur Verfügung zu stellen, in der Informationen frei fließen können und die Partner mit einem minimalen Ausmaß an Beeinträchtigung und Bürokratie zusammenarbeiten und kommunizieren [13]. Im Bauwesen unterstützt diese Arbeitsumgebung den Gedanken der Integralen Planung. In dieser Planungsmethode

werden neue Kenntnisse und Anforderungen bereits in der Anfangsphase der Planung durch disziplinenübergreifende Integration der beteiligten Akteure eingebracht und gehen damit über die üblicherweise sequentielle Planung hinaus [9]. Für eine solche Umgebung müssen Technologien aus drei Elementen zusammengeführt werden: Datenbank, Kommunikation und Benutzerschnittstelle.

Um den Entwurf der Benutzerschnittstelle eines internetbasierten Projektraums (2) in einen breiteren Kontext zu stellen, werden im ersten Teil Spotlights aus unterschiedlichen Richtungen auf das Thema Kommunikation geworfen.

# 1 Kommunikation

„We return to [...] the icon“ [10]

## 1.1 Bild

Neben ephemeren Kommunikationsformen wie Sprache, Gesten und Gesang hat der Mensch schon früh begonnen durch die InFormation von Oberflächen Inhalte zu vermitteln. Raumzeitliche Sachlagen wurden in zweidimensionale Darstellungen, wie z.B. den Höhlenmalereien, abstrahiert und imaginiert. Realität wurde in einfach zu decodierende Zeichen übersetzt: Jäger, Waffen, Tiere, die auf einer Fläche in Relation gesetzt wurden [6].

Die Rezeption der Information erfolgt in zwei Schritten: 1. Der gesamtheitliche Überblick  
2. Analysierendes Er-fahren des Bildraumes.

Neue Formen der Kommunikation haben in der Entwicklung des Menschen immer auch zu einer Veränderung von Denken und Wahrnehmung geführt.

## 1.2 Text

Vor ungefähr 6000 Jahren wurde die Schrift erfunden. Das Material der Schrift waren die Zeichen der zweidimensionalen Darstellungen. Die Schrift ordnet die Zeichen nacheinander in einer Reihe an. Raumzeitliche Sachlagen werden einer Linie entlang aufgerollt (Abb. 1). Ein Beispiel für dieses in Linie Setzen von Schriftzeichen ist die ägyptische Schrift.

Die Rezeption der Information hat sich zum Bild grundlegend geändert. Um die Information zu erfassen, muss das Auge die Zeile entlangleiten. Erst am Ende der Zeile ist es möglich, den Inhalt zu synthetisieren.

Der Übergang vom Bild zum Text war eine Kommunikationsrevolution. Die Schrift hat die oralen Tradierungen des Wissens über weite Strecken abgelöst. Denken und Wahrnehmung waren seither literal geprägt. Der linearen Rezeption der Information in der textbasierten Kommunikation entsprach der lineare Blick auf die Welt. Die Welt wird in Prozessen gedacht. Mit der Erfindung der Schrift beginnt das historische Bewußtsein, die Geschichte [6].



Abb. 1: Vom Bild zum Text [6]

Textbasierte Kommunikation ist Kommunikation auf einem eingeschränkten Feld: Texte antworten nicht und Texte sind endlich.

Schon Sokrates hat in seinem Phaidros-Dialog beklagt, daß man einen geschriebenen Text nicht befragen kann. Texte sind kein dialogisches Medium [4]. Die Zeilen eines Textes laufen immer einem Schlusspunkt entgegen und das Trägermedium, die natürliche Unterlage, z.B. Papier, des Textes hat seine Grenzen. Räumliche Grenzen sind auch kreative Grenzen.

### 1.3 TechnoCode

In diesem Jahrhundert, verstärkt nach dem zweiten Weltkrieg, gibt es eine Bewegung zurück vom Text zum Bild, die durch neue technische Entwicklungen wie Fotografie, Film, Video und Computer verursacht wurde. Vilem Flusser spricht in diesem Zusammenhang von den „TechnoCodes“ [6].

Wir sind weitgehend von Texten programmiert, für Geschichte, für Wissenschaft, für politisches Programm und Kunst. Wir lesen die Welt logisch und mathematisch.

Durch die Umorientierung von Text zu Bild gerät das bestehende Wertesystem ins Wanken. Lineare Zeiterfahrung und historisches Bewußtsein verflüchtigen sich. Wir leben in einer Phase des Übergangs und Wandels. Wir müssen lernen dieser technocodifizierten Welt eine Bedeutung zu geben:

Innerhalb des Bauwesens ist die Integrale Planung ein Ansatz der Bedeutungsstiftung. Die Planung eines Gebäudes wird nicht mehr als Text, als serielle Folge einzelner Planungsschritte (Abb. 2) verstanden, sondern als Bild, als wechselseitiges Zusammenwirken von Kräften. Die Integrale Planung geht nicht von einer textuellen/linearen Zeiterfahrung aus, wie sie sich in den HOAI-Phasen abbildet, die auf einen Punkt, ein Ende zuläuft, sondern eher von einer zirkularen, iterativen Zeit (Abb. 3).

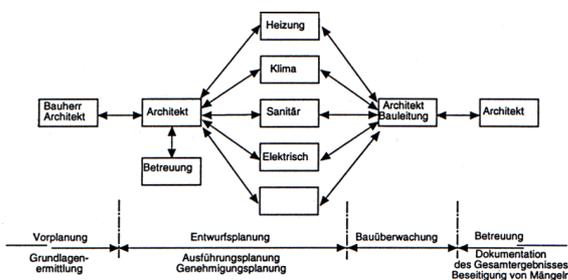


Abb. 2: Planung als Text [9]

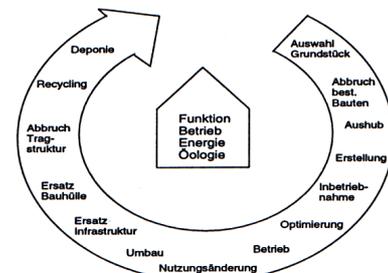


Abb. 3: Planung als Bild [9]

## 1.4 Hypertext

Friedrich Arnold Brockhaus hat 1811 erstmals gedruckte Verweispfeile → eingesetzt [5]. Sie traten an die Stelle der bis dahin üblichen „vgl.“ oder „s.a.“. Die Schriftzeichen wurden durch ein graphisches Zeichen ergänzt, das den Text mit einem anderen Kontext verknüpfte.

Mit dem Aufkommen bibliographischer Datenbanken in den sechziger Jahren begannen Texte vom Papier ins elektronische Milieu zu wandern.

Ein Hypertext bietet aus einem direkt einsehbaren aktuellen Informationskontext Wahlmöglichkeiten des Verzweigens, die zu neuen Kontexten führen. Die Abfolge einzelner Textmodule ist nicht wie beim Lesen eines Buches funktional festgelegt, der Leser ist entsprechend aufgefordert am Arrangement des Textes mitzuwirken. Hypertextsysteme verlangen vom Leser zwar ein höheres Maß an Eigeninitiative, Verantwortung und Aufmerksamkeit, aber im Gegenzug hat der Leser die Möglichkeit die Textmodule nach seinen eigenen Anforderungen zusammenzufügen. Die Grenzen zwischen Autor und Rezipient verschwimmen. Der Rezipient selbst wird zum Autor.

Die Entwicklung von Hypertextsystemen steht noch am Anfang. Die Kombination von Schriftsprache und operativen Zeichen/Verweisen, d. h. Softwarefunktionen, die im Text durch spezielle Zeichen ( typographische Auszeichnung, Icons, u.a.) repräsentiert werden, könnte zu einer funktionalen Anreicherung und einer engeren Verwebung von Texten mit externen Informationsmodulen führen. Es gilt zu bedenken, dass man als Leser durch solche Implantationen in den Text vor höhere kognitive Anforderungen gestellt wird. Innerhalb des Leseprozesses muss man mehrere heterogene kognitive Leistungen erbringen. Wenn die expliziten Bezüge eine unangemessene Dominanz erhalten, können sie beim Lesen ungewünscht die Aufmerksamkeit ablenken.

Eine Weiterentwicklung des Hypertextes sind Hypermaps. Hypermaps sind interaktive graphische Darstellungen von Inhalten durch in der Regel einfache topographische Strukturen wie Kreis oder Baumstruktur. Analog zur Bildrezeption wandert man bei den Hypermaps mit dem Mauszeiger auf einer zweidimensionalen Fläche und sucht nach möglichen Verzweigungen der Information.

## 1.5 Interface

„Daten können nie akzeptiert werden als das, was sie sind: Sie müssen von fortgeschrittenen Techniken zum Klingen gebracht und bearbeitet werden.“ [1]

Als Interface oder Benutzerschnittstelle bezeichnet man eine Dimension, die zwischen Handelnden und Artefakten vermittelt. Die Artefakte können gegenständlicher (Objekte) oder ungegenständlicher (Informationen) Natur sein. Das Interface soll den Werkzeugcharakter von Objekten bzw. den Informationsgehalt von Daten erschließen. Das Interface definiert die Interaktion von drei Domänen: 1. Ein Handelnder, der ein Handlungsziel effektiv realisieren will. 2. Ein Handlungsziel (z.B. das Versenden einer eMail) 3. Ein Werkzeug, mit dem sich das Handlungsziel effektiv realisieren läßt (z.B. die Mailbox eines Browsers) [4].

Das Interface macht aus vor-handenen Objekten und Informationen in der heidegger'schen Terminologie zu-handene Objekte und Informationen.

Das Interface übersetzt die Daten aus dem abstrakten Raum der 0 und 1 Sequenzen in den visuellen Raum und vermittelt sie so an den Menschen.

Die Daten werden interpretiert und in ein graphisches Interface (direct manipulating interface) überführt. Dieses setzt sich aus einer Reihe graphischer Bausteine wie Fenster, Icons, Menüs und Tasten zusammen. Für diesen Übersetzungsvorgang ist es notwendig, die Sprache des retinalen Raums zu sprechen: Man muß die Programme zur elektronischen Bild-, Text-, Animations- und Tonbehandlung beherrschen, man muß geübt sein im Umgang mit den konstitutiven Komponenten des retinalen Raums wie Farbe, Textur, Größe, Orientierung, Kontrast, Übergänge und Rhythmus und man muß mit der visuellen und verbalen Rhetorik vertraut sein.

Der Infodesigner entwirft Handlungssequenzen, Interaktionsformen und graphische Distinktionen als metaphorische Konstrukte für Benutzer, die mit der Umwelt des Büros (Ordner, Dokumente, Briefe, etc.) vertraut sind.

Das Interface soll dem Benutzer einen Überblick über die angebotenen Inhalte verschaffen, ihn bei der Navigation in der Datenmenge unterstützen, ihm ermöglichen, sich seinen Interessen folgend im Datenraum zu bewegen.

Interfacedesign nähert sich den Kommunikationsaufgaben nicht nur unter der Perspektive der Visualisierung an, sondern vielmehr unter der Perspektive der Organisation und Strukturierung von Information. Aufgabenbereiche des Interfacedesign sind das Strukturieren des Handlungsraums (topologischer Aufbau), das Festlegen der Handlungssequenzen (story board) und der Entwurf graphischer Bausteine einschließlich der Farbpaletten [4]. Interfacedesign ist mehr als reine Kosmetik oder graphisches Aufmöbeln („souping up“), als das es von einigen Computerwissenschaftlern oder Programmierern abgetan wird.

In den letzten Jahren ist der Anteil des Codes eines Programmes für die Benutzerschnittstelle auf 48% gestiegen.

Infodesign bedeutet daher in erster Linie Service. Das Interface sollte sich nicht als visuelle Kurzweil aufdrängen, sondern vielmehr die Rezeption, das Lesen am Bildschirm ermöglichen. Es sollte sich nicht in den Vordergrund spielen, vor allem nicht in Form einer übertriebenen Aufmachung. Mit Erfüllung dieser Anforderungen kann das Interface einen wesentlichen Beitrag zu Brauchbarkeit und Akzeptanz eines Programmes leisten.

## **1.6 Metaphern**

Metaphern sind integraler Bestandteil unserer Sprache und Gedanken.

Metaphern funktionieren als natürliche Modelle, die uns erlauben, unser Wissen von konkreten, vertrauten Objekten und Erfahrungen einzusetzen, um abstrakten Konzepten eine Struktur zu geben. Man spricht, um eine Idee zu verstehen, als würde man ein Objekt sehen: „eine Blick darauf werfen“, „der Sache auf den Grund gehen“, „eine neue Perspektive wählen“.

Weil die Information keine natürliche Topographie hat, intervenieren auf der Benutzeroberfläche immer wieder orientierende Medienmetaphern (Bibliothek, Kompaß, Netz, Film) [3][8]. Wie in allen Übergangsphasen benutzen Hypermedien die

charakteristischen Leistungen älterer Medien als metaphorische Navigationshilfen im n-dimensionalen Datenraum.

Ein Beispiel für den Rückgriff auf Vertrautes ist die Kamera-Metapher: Das Interface wird als Set von Kameras modelliert, die auf Datenstrukturen unterschiedlichster Medien gerichtet sind. „Interfacing with the computer becomes synonymous with viewing or pointing a camera at an object and moving the camera with respect to that object.“ [12]

Ein Schlüssel zum Verständnis von Hypertextsystemen ist der Begriff der Navigation. In diesem Fall greift neues computergestütztes Wissensdesign auf das Bild des Steuer-manns zurück. Navigation bedeutet eigentlich die sichere und streckenoptimierende Führung eines Fahrzeugs. Im Hypermediumkontext wird der Begriff als das Bahnen von Wissenspfaden im Dschungel der Daten verstanden [3].

## **2 Internetbasierter Projektraum**

Der zweite Teil beschreibt das Interface internetbasierten Projektraums für ein Forschungs- und Lehrgebäude der Universität Siegen [2][7]. Das Interface wird anhand dreier Punkte beschrieben: 1. Die Strukturierung des Handlungsraums. 2. Das Festlegen der Handlungssequenzen. 3. Der Entwurf der graphischen Bausteine [4].

### **2.1 Die Strukturierung des Handlungsraums**

Der internetbasierte Projektraum für das Planungsteam besteht aus zwei Ebenen: a. einer graphischen Informationsebene und b. einer datenbankspezifischen Kooperationsebene. Die graphische Informationsebene ist die Ebene des Zugangs zum Projektraum. Sie bietet in mehreren Hierarchiestufen einen Überblick über das Projekt und ist mit den Handlungsräumen der Kooperationsebene verbunden. Die graphische Informationsebene ist vertikal und horizontal gegliedert. Vertikal dringt man vom Überblick zu Details des Projektes vor. Horizontal kann man von einem Kontextbereich des Projektes in einen inhaltlich benachbarten Kontextbereich springen.

Die Kooperationsebene bietet dem User Handlungsräume mit Informationen zu Teamkommunikation, Informationsverwaltung, Wechselwirkung, Werkzeugen, Ziele- und Anforderungendefinition und Ressourcen.

### **2.2 Das Festlegen der Handlungssequenzen (story board)**

Die Bewegung von einer Informationseinheit zur nächsten geschieht durch die Auswahl von graphischen Elementen mit dem Cursor. Hinter den graphischen Elementen sind Softwarefunktionen versteckt, die die verschiedenen Informationseinheiten miteinander verbinden. Der Auswahlprozess eines graphischen Elements gliedert sich in mehrere Phasen: Der Cursor wird über das graphische Element bewegt. Es gibt eine Reaktion oder es gibt keine Reaktion. Die Reaktion kann eine einfache Bestätigung der Auswahl sein (Highlight) oder eine graphische Zusatzinformation zur ausgewählten Information.

Letztere Funktion wurde auf der Projektnavigationsebene eingesetzt, um die Abhängigkeiten der Kontextbereiche des Projektes zu visualisieren. Diese Funktion macht den Bildschirm zu einem interaktiven Er-fahrungsraum. Mehr Bewegung im Raum bedeutet mehr Information.

Der internetbasierte Projektraum ist nur einer bestimmten Gruppe von Personen zugänglich. Vor dem Eintritt in den Projektraum gibt es eine Identitätskennung. Das System registriert die eingegebene Identität des jeweiligen Users und führt ihn bei der Auswahl bestimmter Handlungssequenzen direkt in seine individuellen Handlungsräume. So gibt es auf der Startseite des Projekts die Möglichkeit entweder auf die Projektnavigationsseite oder direkt zur eigenen Mailbox oder zum eigenen Terminkalender zu gehen.

Die Kontextbereiche sind auf der Projektnavigationsebene nicht linear angeordnet. Es gibt keine vorgeschriebene Folge von Handlungsschritten. Die einzelnen Kontextbereiche sind gleichmäßig auf einem Kreis verteilt. Der User ist aufgefordert sich seine eigene Handlung zusammenzubauen.

Die räumlichen Muster, die den Handlungssequenzen dieses Projektraumes zugrunde liegen, sind das Modell des Baumes und das Modell des Netzes. Man kann sich vertikal im Projektraum bewegen, sowohl in die Tiefe als auch wieder zurück in Richtung Oberfläche. Die vertikale Bewegung kann unterschiedlich schnell, schrittweise oder in Spüngen, erfolgen. Die einzelnen Kontextbereiche können durch horizontale Sprünge miteinander vernetzt werden.

Aus dem Projektraum heraus gibt es Anknüpfungspunkte an externe Informationsmodule wie Werkzeuge und Wissenstrainer.

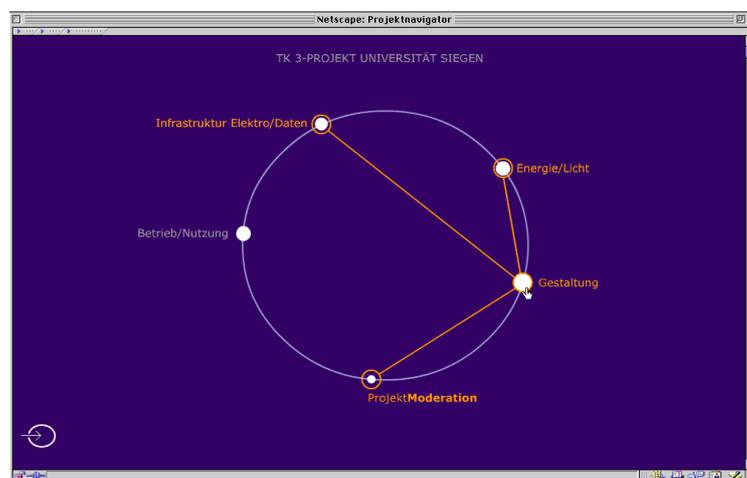


Abb. 4: Fenster als Bild

### 2.3 Der Entwurf der graphischen Bausteine

Die ersten Erzeugnisse der Buchdruckerkunst, die 1445-1500 nach dem Verfahren J. Gutenbergs hergestellt wurden, nennt man Inkunabeln (Wiegendrucke). Inkunabeln waren Erzeugnisse einer Phase des Übergangs: Ihre Druckschrift lehnte sich noch sehr eng an Handschriften an. Die Bücher jener Frühzeit zeichnen sich durch eine Vielfalt in

der Gestaltung und der Formate aus. Allgemein definiert Knud Böhle den Begriff der Inkunablenzeit als „Phase im Entwicklungsprozess einer neuen Technologie, die vor dem Erreichen jenes gewissen Reifegrades liegt, der sich an weitgehenden Vereinheitlichungen und Normierungen erkennen lässt“ [5].

Das Internet befindet sich ebenfalls noch in der Frühphase seiner Entwicklung. Das Medium Internet integriert vertraute Medien wie Text, Bild, Film und Ton. Die vertrauten Kommunikationssysteme dieser „alten“ Medien verschmelzen im Internet und bilden hybride Systeme.

Das Interface des internetbasierten Projektraums ist ein Hybrid aus Text- und Bildkommunikationssystemen. Textkommunikationssysteme sind lineare, hierarchische Systeme. Die Elemente sind linear angeordnet. Sie werden von links nach rechts und von oben nach unten gelesen. Beispiele für Textkommunikationssysteme in der Planungsplattform sind am oberen und am linken Rand angeordnete Navigationsleisten. Die Plattform als Textkommunikationssystem fasst das Fenster auf dem Bildschirm als Papier auf dem Schreibtisch auf, das beschrieben wird (Abb. 5).

Bei den Bildkommunikationssystemen wird das Fenster tatsächlich als Fenster aufgefasst, durch das hindurch der Blick auf ein Informationsobjekt gerichtet wird. Richtet man den Blick auf ein Objekt, ist es im Zentrum des Blickfensters. Bildkommunikationssysteme erscheinen in der Planungsplattform als im Fenster zentrierte, radiale Objekte (Abb. 4).



Abb. 5: Fenster als Text

Um abstrakte Informationen verständlich und benutzbar zu machen, arbeitet das Interface mit Metaphern des gegenständlichen Raums: Die Menüleisten sind die Bedienungsleisten von Maschinen: Wenn man eine Funktion ausführen will, drückt man auf die entsprechende Taste.

Auf der Teamkommunikationsebene hat jedes Teammitglied eine sogenannte „CommuniCard“. Die CommuniCard ist eine Art Carte d’identité, ein Ausweis mit Informationen zur Person (Name, Bild, Funktion, Rolle, Profil) und Kommunikationsmöglichkeiten (email) (Abb. 6).



Abb. 6: Metapher: CommuniCard

Prinzipien bei der Gestaltung der graphischen Elemente waren Abstraktion, Einfachheit und Leichtigkeit. Die graphischen Repräsentanten von Information wurden auf einfache geometrische Formen wie Linie, Rechteck, Kreis und Ellipse reduziert. Die Einfachheit der geometrischen Form wurde kombiniert mit minimalen Strichstärken in der Zeichnung, um insgesamt eine Atmosphäre der Leichtigkeit zu erreichen.

Auch bei der Farbwahl wurde metaphorisch gearbeitet. Das Interface erscheint als weiße Zeichnung auf dunklem Grund. Die Hintergrundfarbe ist blauviolett. Die Vordergrundfarben sind weiß, orange und hellblau. Nahe Elemente sind hell, ferne Elemente verschwinden in der Dunkelheit. Highlightfarbe ist in der Regel orange: Ein Objekt das ausgewählt wurde, wird aktiv, wird energetisch aufgeladen, beginnt zu glühen. Das Dunkel des Hintergrundes könnte man als die Leere, das Nichts, das Ungewisse des unendlichen Cyberspaces verstehen, in den hinein die neuen Strukturen konstruiert werden [11].

## Zusammenfassung

Neue Kommunikationstechnologien wie die Schrift, das Buch, die Fotografie, der Film haben die Formen der Kommunikation und das Denken der Menschen verändert. Das Werkzeug Computer bietet neue Möglichkeiten der Kommunikation. Räumlich und zeitlich verteilte Menschen können gemeinsam kommunizieren.

Die Schnittstelle der Kommunikation, das Interface, leistet einen wesentlichen Beitrag bei der Brauchbarkeit und Akzeptanz der neuen Kommunikationstechnologie. Aufgabe des Interfaces ist es, abstrakte Informationen in Szene zu setzen, zu strukturieren, zu visualisieren und damit die Informationen einem Team von Menschen mit unterschiedlichen Hintergründen zugänglich zu machen.

## Literatur

- [1] Agentur Bilwet, Medienarchiv. Bensheim und Düsseldorf. Bollman Verlag 1993, s.66
- [2] Boers J.: *Solar Bau TK3: Neubau eines Mehrzweck-Laborgebäudes für Innovation und Transfer in Siegen*. Gemeinnützige Gesellschaft für Innovation und Transfer (GIT), Siegen. BMBF Förderkennzeichen 0335006P. Zwischenbericht 1998, Februar 1999.

- [3] Bolz N.: *Am Ende der Gutenberg Galaxis. Die neuen Kommunikationsverhältnisse*. Wilhelm Fink Verlag. München 1993.
- [4] Bonsiepe G.: *Interface. Design neu begreifen*. Bollman Verlag. Mannheim 1996
- [5] Coy W.: *Hyperkult. Geschichte, Theorie und Kontext digitaler Medien*. Warnke, Coy, Tholen (Hsg.). Stroemfeld/Nexus Verlag. Basel, Frankfurt am Main 1997
- [6] Flusser V.: *Die Revolution der Bilder*. Bollmann Verlag. Mannheim 1995
- [7] Forgber U.: *A Virtual Work Environment for AEC Project Collaboration*. Espoo, Finland: The 2nd International Conference on Concurrent Engineering in Construction, 25. bis 27. August 1999.
- [8] Jorn A.: *Plädoyer für die Form: Entwurf einer Methodologie der Kunst*. Boer Verlag. München 1990
- [9] Kohler N., Bremer P., Matthey B.: *Integrale Planung in der Haustechnik*. Bern: Bundesamt für Konjunkturfragen. Handbuch Kapitel 8: Umwelt 1986.
- [10] McLuhan M.: *Understanding Media*, s. 12, 1965
- [11] Rötzer F.: *Digitale Weltentwürfe*. Hanser Verlag 1997
- [12] Serra L., *A Camera-Object Metaphor for Multimedia Interaction*, in: *Multimedia technology and application*, hg. v. J. Waterworth, Chichester 1991, s.272
- [13] Vertelney H.: *An environment for collaboration* in: *The art of human computer interface design*. Addison-Wesley Publishing Company Inc. 1990