

Gestaltung multimedialer Informationssysteme

Matthias Rauterberg

Institut für Arbeitspsychologie
Eidgenössische Technische Hochschule
Nelkenstr. 11, CH-8092 Zürich

Karl Schlagenhaut

ADI Multimedia GmbH
Waldhornstr. 49
D-7500 Karlsruhe

1. Einleitung

Multimediale Informationssysteme haben z.B. die Aufgabe, die Inhalte des bankspezifischen Dienstleistungsangebotes in eine kostengünstige und verständliche Form zur Kommunikation mit einem breiten Publikum zu bringen. Angesichts der breiten Zielgruppe eignen sich für die umschriebenen Aufgaben einzig interaktive Vermittlungsformen, bei denen der Benutzer selbst entscheiden kann, wie tief er sich mit einzelnen Aspekten auseinandersetzen will. Multimediale Informationssysteme bedingen die Ausarbeitung entsprechender Benutzungsoberflächen und die dramaturgische Erarbeitung nichtsequentieller Vermittlungsformen. Multimediale Informationssysteme erhöhen drastisch die Chancen, dass sich das Dienstleistungsangebot der Bank in den einzelnen Regionalstellen auswirken kann und bildet damit einen zentralen Pfeiler im Wissenstransfer zwischen Bank und Kunde. Das multimediale Design führt zur Auflösung und Neufassung der traditionsreichen Gestaltungsregeln der verschiedenen beteiligten Einzelmedien: Text, Bild, Ton und Film. Beim Informationstransfer zwischen den Medien werden nicht nur Daten verschoben, viel wesentlicher ist die expressive und inhaltliche Gestaltung, die sich durch die Übertragung von Information in ein neues Darstellungsfeld ergibt [SCHAUB-89]. So ändert sich z.B. die Wirkung numerischer Daten, sobald diese in eine graphische Darstellung übertragen werden, mit der sich sogar interaktiv bestimmte Simulationen durchführen lassen. In dieser Wirkungsverschiebung liegen unter anderem die herausragenden Vorteile multimedialer Systeme. Der Wechsel zwischen den Ausdrucksmitteln bedingt eine Neuorientierung der Ausbildung aller am Design beteiligten Bereiche: Benutzer, Softwareentwickler, Designer, Filmemacher, Tontechniker, etc. [LAUREL-90]. Das Vordringen der Technik in unsere alltägliche Informationsverarbeitung ist bedeutsam; ohne eine ästhetische Beherrschung wird sich das multimediale Werkzeug verwirrend auswirken. Die Erarbeitung einer Disziplinübergreifenden Zusammenarbeit ist notwendig geworden, damit das, was gegenwärtig noch als "hilfloser Mix gekitteter Elemente" wirkt, zu einem lebendigen Ganzen werden kann [SCHAUB-92]. Bei den folgenden Ausführungen muss man berücksichtigen, dass die multimediale Systemgestaltung sich in völlig

neuen Dimensionen bewegt und so vielfältig und ausdrucksmächtig geworden ist, dass eine umfassende Ästhetik zunächst noch nicht möglich scheint. Die grössere Freiheit bei der Gestaltung kann nur durch eine besondere Sorgfalt beim Design, dem Entwurf und der Überarbeitung in Zusammenarbeit mit den Benutzern sinnvoll bewältigt werden [RAUTERBERG-91].

2. Ergonomische Grundlagen beim Verstehen von Bildern

Die menschliche Wahrnehmung baut sich aus verschiedenen Sinnesmodalitäten auf: den Gesichtssinnen (Sehen - "visuell", Hören - "akustisch", Riechen - "olfaktorisch", Schmecken - "gustatorisch"), den Hautsinnen (Schmerz, Temperatur, Druck, etc. - "taktil"), sowie dem Gleichgewichtssinn. Jede dieser Sinnesmodalitäten hat unterschiedliche Stärken und Schwächen. Zusätzlich ist die menschliche Wahrnehmung geprägt durch die kognitiven Verarbeitungsprozesse, die beim Betrachten von Bildern ablaufen.

2.1. Physiologische Grundlagen der Wahrnehmung

Die Anatomie des menschlichen Auges erlaubt exaktes Sehen nur in einem Bereich von 1 bis 2 Grad um die Sehachse (fovealer Bereich). Bei normalem Sehabstand zu einem Bildschirmgerät von ungefähr 50 cm können also nur Bildschirminhalte von ca. 3 cm² Fläche komplett erfasst und mit der notwendigen Exaktheit wahrgenommen werden. Dieser Bereich wird das foveale Sehfeld genannt. Der Sehbereich eines Auges insgesamt umfasst einen Bereich von 150° in horizontaler Richtung und von 120° in vertikaler Richtung (parafovealer + fovealer Bereich). Der Bereich, der von den fovealen Bereichen beider Augen erfasst wird, heisst das foveale Gesichtsfeld. Das Gesichtsfeld ist also der insgesamt - mehr oder weniger scharf - wahrnehmbare Bereich bei ruhenden, parallel stehenden, geradeaus blickenden Augen (Fixation). Zur Entlastung des in der Mensch-Computer Interaktion sehr stark beanspruchten visuellen Wahrnehmungskanal kann der akustische Wahrnehmungskanal eingesetzt werden. Während die visuelle Wahrnehmung örtlich gebunden ist, steht dem Benutzer mit der akustischen Wahrnehmung ein "Rundum"-Wahrnehmungsorgan zur Verfügung.

Es gibt gute Gründe anzunehmen, dass nicht bewusst wahrgenommene Signale dennoch von unserem Wahrnehmungssystem in irgendeiner Form registriert werden, obwohl wir sie eigentlich in dem Moment nicht wahrnehmen. Wir befinden uns zum Beispiel auf einer Cocktail-Party. Aus der komplexen Geräuschkulisse, welche durch das vielfältige Stimmengewirr entsteht, sind wir erstaunlicherweise in der Lage, ein bestimmtes Gespräch auszuwählen und

zuzuhören. Auch wenn Sie in dem Moment glauben, alle anderen Stimmen nicht mehr wahrzunehmen, so würden Sie wahrscheinlich dennoch sofort aufhorchen, wenn am anderen Ende des Raumes jemand Ihren Namen ruft. Offensichtlich werden alle wahrnehmbaren Signale permanent von unserem Gehirn registriert und gelangen nur selektiv zum Bewusstsein.

Welche Signale haben nun eine Chance, von uns bewusst wahrgenommen zu werden? Folgende physikalische Eigenschaften der Signale haben sich als besonders wirksam herausgestellt: Intensität, Grösse, Kontrast und Bewegung. Ebenso wichtig sind auch interne Zustände von uns selbst: Motivation und Erwartungen. Wenn ein Signal unsere Aufmerksamkeit erregt, so wenden wir uns ihm zu. Dies nennt man eine Orientierungs- oder Zuwendungsreaktion. Diese selektive Aufmerksamkeitssteuerung garantiert, dass wir alle im Augenblick wichtigen Signale wahrnehmen, um daraufhin die richtigen Reaktionen ausführen zu können.

2.2. Psychologische Grundlagen der Wahrnehmung

In einem allgemeinen Verstehensmodell von statischen Bildern ist das *Ökonomieprinzip* bedeutsam: der Bildbetrachter sucht möglichst rasch und mit möglichst wenig Aufwand Ambiguität und Mehrdeutigkeiten zu beseitigen, um zu einem Verständnis des Bildes zu gelangen. Das bedeutet eine Tendenz zur minimalen Verarbeitungsintensität und zum frühen Abbruch des Verstehensprozesses, wenn dem Ökonomieprinzip nicht ausreichend Rechnung getragen wird. Dieses Bedürfnis und die Suche nach Interpretierbarkeit wird *Normalisierung* genannt [WEIDENMANN-88]. Diesem psychologischen Grundprinzip wird vielfach ein gegensätzliches gegenübergestellt, das *Bedürfnis nach Stimulation* und Abwechslung. Besonders das Informationsbedürfnis, d.h. eine Suche nach Neuartigkeit stellt ein ebenso grundlegendes Bedürfnis des Bildbetrachters dar. Der sogenannte Orientierungsreflex gilt als Musterbeispiel: das Auge ist besonders in den extrafovealen Zonen für Veränderungen hoch empfindlich und reagiert auf plötzlichen Wechsel der optischen Information in diesen Rezeptorfeldern sofort mit fovealer Zuwendung. Der physiologische Wahrnehmungsapparat ist aber auch bei gleichbleibenden Umgebungen dauernd in Bewegung. Diese beiden Prinzipien nach Ökonomie und nach Abwechslung sind als komplementär aufzufassen: eine ausgeprägte Ökonomie der Verarbeitung, im Sinne einer Disambiguierung der Wahrnehmungen, ermöglicht einen häufigen Wechsel des primären Aufmerksamkeitsfokus; ein häufiger Wechsel verlangt andererseits ökonomische Verarbeitung aufgrund entsprechender Gestaltung des Bildschirm-Layoutes.

3. Design-Grundlagen

Im Designbereich spielt die Farbe zwar eine wichtige Rolle, jedoch nicht die wichtigste. Die Farbe wird nach ihrer Wirkung und ihrem Zusammenspiel mit anderen Farben verwendet. Wenn man eine Rangfolge in der Designanwendung aufstellt, so steht die Farbe als Aussageverstärker an dritter Stelle. An erster Stelle ist die *Formfindung*, also die Umsetzung des Inhalts in nachvollziehbare Formen. An zweiter Stelle steht die *Formgebung*, die Ausbildung "bildsprachlicher Kürzel" und dann erst an dritter Stelle die *Farbbestimmung*. [BOEDER-92].

3.1. Formfindung

Formfindung im Bereich des Design multimedialer Informationssysteme umfasst im wesentlichen die Erstellung einer geeigneten Metapher für die Gestaltung der Architektur des multimedialen Systems.

3.1.1. Metaphern für multimediale Informationssysteme

Alternative Bildschirmmetaphern zur verbreiteten Schreibtischmetapher (z.B. eine Bankmetapher mit Mitarbeitern, Schalterangestellten und Dienstleistungen) sind zu entwickeln und auszutesten. Die Entwürfe werden durch die Zusammenarbeit mit Mitarbeitern der Banken und kritischen Kunden getestet. Von der Zeitdimension abhängige Aspekte der Informationsaufbereitung werden einbezogen, welche sich z.B. von der Verwendung von Musik bis zur Computeranimation erstrecken. Das Potential der Laufbildkionen (eine Art Miniaturtrickfilm) kann ebenfalls verstärkt als Hilfsmittel bei der Gestaltung multimedialer Informationssysteme genutzt werden.

3.1.2. Grundstrukturen von Metaphern

Das ganzheitliche, anschauliche Denken enthält in seiner Logik die Frage nach echt und unecht, nach dem Original und dem Abbild. Der Betrachter wird empfindlich in seiner Wahrnehmung gestört, wenn er entdeckt, dass ihm etwas vorgetäuscht wird an einer Stelle, wo er es nicht erwarten konnte. Metaphern und Scheinwelten stehen in einem Zusammenhang, der eine innere Logik besitzt, die überprüfbar ist und nicht täuscht. Eine Hauswand allerdings, die aus Lattengerüst und Pappe besteht und mit einer Tapete beklebt ist, die mit einer naturge-

treuen Abbildung von Natursteinmauerwerk bedruckt ist, täuscht Natursteinmauerwerk mit allen seinen Qualitäten vor und enttäuscht den Betrachter nachhaltig, wenn er den wahren Sachverhalt entdeckt. Sein Vertrauen in die Wand, die anschaulich und für die Empfindung massig, stabil und sicher, auch kalt und rauh erscheint, wird völlig schwinden. Der Betrachter bringt Form, Material und Herstellungsweise in einen Zusammenhang. Kann dieser Zusammenhang nachvollzogen werden, ist der Betrachter sicher und vertraut dem erkannten Sachverhalt. Kann der Zusammenhang nicht nachvollzogen werden, auch wenn er logisch stimmt, so wird der Betrachter unsicher und fängt an zu zweifeln [ARNHEIM-77].

3.1.3. Die "Raum"-Metapher

Die Raum-Metapher erfreut sich einer gewissen Beliebtheit unter den Interfacedesignern [HENDERSON-86], [JONES-86]. Allerdings gibt es beachtenswerte Unterschiede zwischen dem euklidischen Raum und dem virtuellen Hyper-Raum [SHUM-90]. Betrachten wir zunächst die psychologischen Wirkdimensionen des euklidischen Raumes [FISCHER-90]. "Raum ist in der Architektur ein Grundbegriff" [WAGNER-81]. Als solcher ist er aber sehr allgemein und muss in diesem Kontext genauer festgelegt werden. Die Eingrenzung auf Raumphänomene im Bereich multimedialer Systemarchitekturen kann wie folgt vorgenommen werden: Innenraum, Zwischenraum und Aussenraum (nach [WAGNER-81]):

Der Archetyp des Innenraums ist die *Höhle*. Ihr typisches Merkmal ist, dass innen und aussen getrennte Bereiche sind; dies ergibt sich dadurch, dass die "innere Raumgestalt keiner äusseren Baugestalt" entspricht. Das Aussen ist Natur und Landschaft, bedeutsam als Lebensraum, der Nahrung, usw. spendet und bedrohlich wirken kann, wenn man ihm schutzlos ausgeliefert ist. Im Inneren dagegen ist man geborgen, "man taucht unter die Erdoberfläche in geheimnisvolle Dunkelheit, die künstlich belichtet werden muss. Die Höhle behält immer etwas urtümliches, sie ist ein Ort der Versenkung, der Meditation im Dunkel" [WAGNER-81].

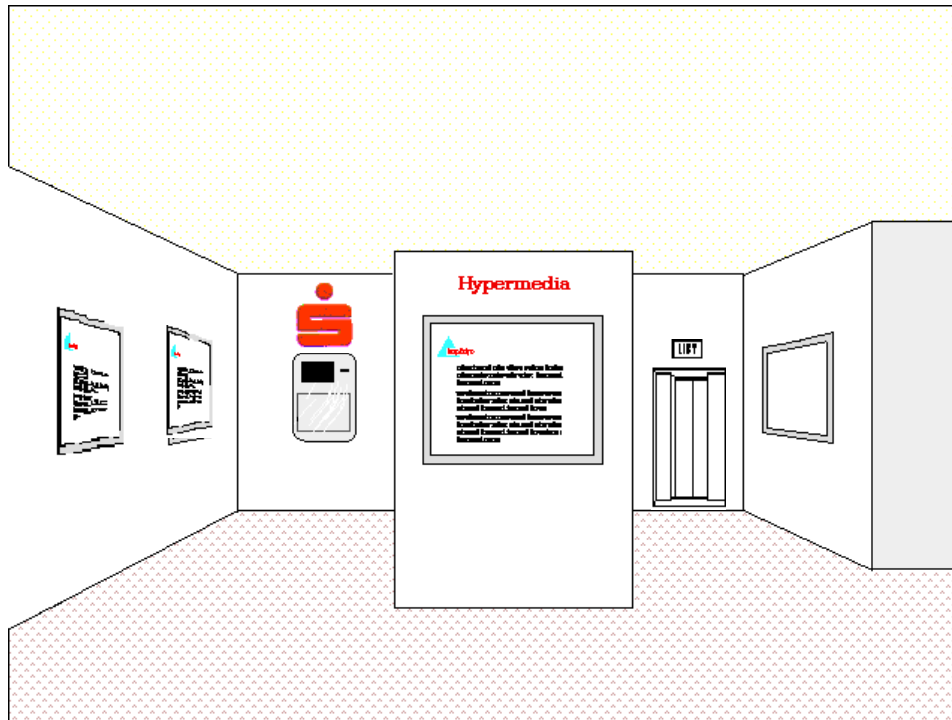


Abb. 3.1.3.1. Multimediales Informationssystem basierend auf der Raum-Metapher. Der Interaktionsbereich des Benutzers ist in drei Bereiche aufgeteilt: links die Simulation des Bankomats, mitte die mit Sound animierte generelle Erläuterung zum Thema Hypermedia und rechts die Dialogfortsetzung zum Wechseln der "Etagen" über den "Lift" (in Anlehnung an [JUNGMEISTER-91]).

Der Zwischenraum tritt noch deutlicher in Erscheinung bei Baugestalten, die durch *Spannen von Seilen und Häuten erzeugt* werden. "Bei den zeltartigen Bauten wird ein Stück Gelände überspannt. Der Zwischenraum zwischen Dach und Boden bestimmt den Charakter des Raumes. Typisch für so beschaffene Räume ist auch die Weite im Bauwerk selbst, die durch grosse Spannweiten erzielt wird. Bei Raumgestalten wie *Platz oder Spielfeld* wird der Zwischenraum durch plastische Formen wie Wand, Wall, Graben, Pfahl, Säule u.ä. definiert und von der Umgebung abgegrenzt. Sehr viel offener sind die Zwischenräume bei Strassen, die eng wie in der Stadt oder weit wie die Autobahn sein können. Ganz offen wird der Raum bei Feldern wie z. B. Spielplätzen, etc. Sie sind ganz als Aussenraum gekennzeichnet" [WAGNER-81].

Wenn man nun die Raum-Metapher auf die Gestaltung eines multimedialen Informationssystems für den Bankbereich anwendet, so kann man sich ein Gebäude vorstellen, welches auf den verschiedenen Etagen unterschiedliche Informationsangebote dem Benutzer zur Verfügung stellte (Abb. 3.1.3.1.). Das Wechseln zwischen den Etagen erfolgt wie in der Realität über einen "Lift". Im Zentrum jedes Etagen-Bildes ist zunächst eine "Erklärungstafel" aufgehängt, welche beim Anfassen über den Touchscreen auf-zoomt und eine Tafel mit geschriebenem Text präsentiert - so als ob der Benutzer näher herantreten ist, um die Tafel lesen zu

können - und zusätzlich wird der Text vorgelesen (Sound-Animation). Das Bild-Layout ist bewusst sparsam gehalten, um die Wirkung der einzelnen Attraktoren (die maussensitiven Bereiche) optimal zur Geltung kommen zu lassen.

3.1.4. Weitere Metaphern

Um einen Einblick in den Bereich der möglichen Metapher zu geben, mögen die im folgenden kurz skizzierten Metaphern dienen:

"Landkarten"-Metapher

Die Landkarte von Deutschland ist mit allen Regionalstellen der Bank gekennzeichnet. Berührt der Benutzer auf dem Touchscreen eine dieser Markierungen, so sieht er zunächst das entsprechende Gebäude in Frontansicht, um dann durch die Eingangstür in das Gebäude hineingehen zu können.

"Leiter"-Metapher

Im Zentrum des Bildes ist eine Leiter - die Leiter zum Erfolg - zu sehen; von Stufe zu Stufe sind verschiedene Informationsangebote aufbereitet, welche aufbauend aufeinander eine Erfolgskarriere beinhalten.

"Adventskalender"-Metapher

Hinter jeder Tür des "Adventskalenders" verbergen sich Informationsangebote, welche nach dem Prinzip der kleinen Überraschungen aufbereitet sind.

3.2. Formgebung

Die Ausdrucksmittel für multimediales Design gründen sich im Gegensatz zur gesprochenen, bzw. geschriebenen Sprache nicht auf Symbole wie Wörter, Schriftzeichen oder dargestellte Objekte, sondern auf das reichhaltige Beziehungsnetz der Feldkräfte, die von den Bildelementen und ihren Eigenschaften ausgehen [ARNHEIM-77]. So löst jede äussere, materielle Erscheinung über den rein visuellen Seheindruck hinaus im Betrachter eine innere Empfindung bzw. einen Komplex von Empfindungen aus. Diese Empfindungen entstehen durch differenzierte kognitive Verarbeitungsmechanismen des Seheindrucks im Gehirn, wo der Seheindruck sich mit anderen Sinneseindrücken, Erinnerungen, etc. verbunden wird. Als Bildelemente gibt es: Punkt, Linie und Fläche. Diesen Elementen lassen sich die folgenden Eigenschaften zuordnen: Grösse, Form, Farbe, Textur, Richtung, Lage. Aus den Grunderfahrungen

im Umgang mit unserer Umwelt und den daraus folgenden architektonischen Strukturen lassen sich einige Grundmuster der Wahrnehmung und der Beurteilung von Objekten erklären. Sie machen deutlich, dass wir Formen auf eine sinnfällige Logik hin betrachten und spontan beurteilen. Wir erkennen die Ordnungen der Verknüpfungen von Formen in einem Ganzen und leiten daraus eine Logik der Form ab [GROB-87].

Eine allgemeine Grundlage für die Ableitung der Formlogik bildet die Erfahrung der Schwerkraft: wir wissen und erfahren immer neu, dass jede Masse, jedes Material, durch die Erdanziehungskraft ein bestimmtes Gewicht besitzt und sich dieser Kraft entsprechend bewegt oder fest gehalten wird. Die Gesetzmässigkeiten dieser Vorgänge werden in der Mechanik behandelt. Bei der Anschauung von Formen kann man daraus folgern, dass z. B. grosse Volumen schwer und kleine leicht sind, wenn wir das Material nicht kennen. Der umgekehrte Effekt ist dafür verantwortlich, dass wir 1 kg Federn für leichter als 1 kg Blei halten (weil eben Federn anschaulich leichter sind als Blei). Wir folgern aus der Schwerkraft auch Anhaltspunkte für die Standfestigkeit und sehen schief stehende Objekte in einer Fallbewegung – auch, wenn sie fest stehen. Wir wissen auch, dass eine Kugel nicht auf einer schiefen Ebene ruhig liegen bleiben kann; sie rollt bis zum tiefsten Punkt, wenn kein Hindernis sie aufhält. Entsprechend nehmen wir den Würfel auf einer Fläche feststehend bzw. liegend auf dem Grund wahr. Wird er auf eine Kante gestellt, braucht er Unterstützung, um stabil zu bleiben; auf einer Ecke stehend erleben wir ihn im Schwebezustand; (diesen Zustand kann er nur durch Rotationsbewegung beibehalten). Die Beobachtung von Vorgängen, die durch die Schwerkraft bewirkt werden, prägt in vielen Bereichen unser Urteilsvermögen. Das sind z. B. Arten des Fliessens, des Rollens, des Fliegens, des Quetschens, des Stauchens usw., ausserdem Wellenbewegungen, Pendelbewegungen, Schwankungen und vieles mehr. Daraus abgeleitet versuchen wir anschaulich Formen dadurch zu verstehen, dass wir sie als Ergebnis von Handlungen sehen. Wir gehen unbewusst sogar so weit, dass wir Formen oftmals als von Menschen gemacht beurteilen [GROB-87].

3.2.1. Die Empfindung von Funktionen mittels der Flächen-Form

Wollen wir über einen Gegenstand eine vollständige bildnerische Mitteilung machen, so benötigt dies relativ viel kostbaren Bildschirmplatz und lässt zudem die Vorstellung von Vollständigkeit aufkommen. Die gekürzte Aussage eines Gegenstands ermöglicht mit einem Minimum an Fläche oft eine genügende Information, so dass diese um andere Beziehungen in einem Bild erweitert werden kann (nach [GROB-87]). Kürzungen lassen der Phantasie des Betrachters die Freiheit, selbst zu ergänzen. So kann er vieles einbeziehen, das aus seinem ganz persönlichen Bereich stammt. Die gekürzte Aussage eignet sich besonders dann, wenn über einen Gegenstand keine

volle Kenntnis besteht und diese trotzdem einbezogen werden soll. Abstrakte Dinge lassen sich auf solche Weise stellvertretend darstellen, ohne dass ein abstraktes Symbol oder eine volle Gegenstandsdarstellung nötig ist [ARNHEIM-77]. Hierin liegt wohl die grösste Bedeutung der gekürzten Aussage.

Möchten wir etwas, das verdeckt ist, trotzdem angeben, zum Beispiel die Grösse des Hauses (Abb. 3.2.1.1.), so können wir hierfür das wichtige Mittel der indirekten Andeutung verwenden. Mit einem anderen Gegenstand oder einer abstrakten Linie oder Fläche wird das Gewünschte indirekt, aber genau bezeichnet. So wird im Beispiel (Abb. 3.2.1.1.) vor dem Hügel, der das Haus verdeckt, rechts ein Baum gesetzt, genau dort, wo das Haus zu Ende sein muss. Dadurch empfindet der Beschauer die Grösse des Hauses. Zusätzlich kann durch eine Kleinigkeit am richtigen Ort dieser Eindruck noch verstärkt werden. So bezeichnet in unserem Beispiel (Abb. 3.2.1.1.) ein kleiner geneigter Ast (rechts-oben) die Schräge und das Ende des Daches.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, irgend einen kleinen Teil, der für das Ganze genügend repräsentativ wirken kann (z.B. ein Fenster für ein Haus), erscheinen zu lassen. In diesem Teil können dann besonders viele Einzelheiten gross und klar gesetzt werden. Wird der Rest glaubwürdig durch anderes verdeckt, kann mit einem sehr geringen Bildschirmplatz sehr vieles ausgedrückt werden. Eine zusätzliche Möglichkeit der gekürzten Aussage besteht in der perspektivischen Verkürzung von oben oder von der Seite.



Abb.3.2.1.1. Benötigen wir nähere Einzelheiten, so kann die Hälfte des Gegenstands oder mehr abgedeckt werden, während der übrige Teil mit allen besonderen Merkmalen ausgestattet wird (in Anlehnung an [GROB-87]).

3.2.2. Trennung der Flächen durch Farbe, Textur und Randlinien

Aneinanderstossende Flächen lassen sich nicht immer klar voneinander trennen, so dass die Flächen-Grösse oft schwierig auszumachen ist. Diese Unsicherheit kann dadurch entstehen, dass das ganze Bild mit Tupfen oder kleinen Strichen gemalt ist, oder dass die Farben ineinander fließen. In beiden Fällen gibt es keine klare Flächen-Grösse. Flächen werden immer durch Farbeigenschaften getrennt, sei es durch die Farbe der Randlinien oder durch die Farbe der ganzen Fläche. Die Flächen-Grösse ist somit eng mit der Farbgestaltung verbunden. Diese Trennfunktion der Farbe kann durch die Linien-Textur, die Flächen-Textur oder die Linien-Breite ersetzt oder erweitert werden (entnommen aus [GROB-87]).

Je klarer sich die Farben von Flächen in Farbart, Kalt-Warm, Helligkeit, Reinheit oder Leuchtkraft trennen, desto deutlicher ist die Flächen-Grösse erkennbar, besonders wenn die Flächen durch scharfe Randlinien abgegrenzt sind. Da durch die Gestaltung dieser Untereigenschaften der Farbe eine einzelne Fläche steht, entstehen in einem Bild verschiedenartige Flächenverbindungen. So kann dieselbe einzelne Fläche in mehrfachem Grössenzusammenhang stehen, einmal z. B. innerhalb der Helligkeiten, dann innerhalb des Kalt-Warm, der Leuchtkraft usw. und damit einmal mehr als Einzelfläche betont, einmal mehr als Teilfläche einer grösseren Fläche betrachtet werden. Dies führt zu einer grossen, reichen Gesamtwirkung. Diese Beziehungen innerhalb der Untereigenschaften der Flächen-Farbe ziehen aber nicht nur die Flächen-Grösse, sondern auch Flächen-Richtung und Flächen-Form mit in den grösseren Reichtum hinein, was die Möglichkeiten eines reicheren Ausdrucks erhöht. Dies ist eines der Mittel, um Bildern eine innere Reichhaltigkeit zu geben [NES-86].

3.3. Farbbestimmung

Die Farbe spielt in den verschiedensten Kulturen eine besondere Rolle. Sie hat unterschiedliche symbolische Zuordnung und Deutung. Die Zuordnungen entsprachen urtümlichen Empfindungen wie Freude, Schmerz oder Trauer. Über diese emotionale Symbolikhinaus wird die Farbe auch gezielt beim Softwaredesign eingesetzt (nach [BOEDER-92]). Die Farbe hat drei Komponenten, die auch im Designbereich eine wesentliche Rolle spielen: 1. der Farbton, 2. seine Sättigung und 3. die Helligkeit. Farben, die in Farbton, Sättigung und Helligkeit sichtbar angenehm nebeneinander wirken, sind positive Farbharmonien. Bewusste, auffallende oder disharmonisch wirkende Farbreize, die Signalwirkung haben, können im Designbereich auch zu einem Farbklima gehören. Wenn ein Softwaredesigner Farbe als Gestaltungsmittel verwendet, wird er nicht umhinkommen, die Wirkung dieser Farbe zu berücksichtigen. Es gibt eine allgemeine Unterscheidung von Farben in

warme und kalte Farben. Warme Farben sind Rot und Gelb, kalte Farben Blau und Grün. Es lassen sich drei Wirkungsebenen bei der Verwendung von Farbe feststellen (entnommen aus [BOEDER-92]):

Schmuckfunktion:

Die Farbe hat hier die gleiche Funktion wie Schminke und Schmuck. Sie hat die Aufgabe, Dinge herauszustellen, zu schönen, bzw. zu schmücken. Die Signale, die so erzeugt werden, sollen ein positives Auffallen bewirken, augenfällig sein und für Interesse sorgen. Die Farbe unterstützt somit den Auftrag der Vermittlung.

Dekorfunktion:

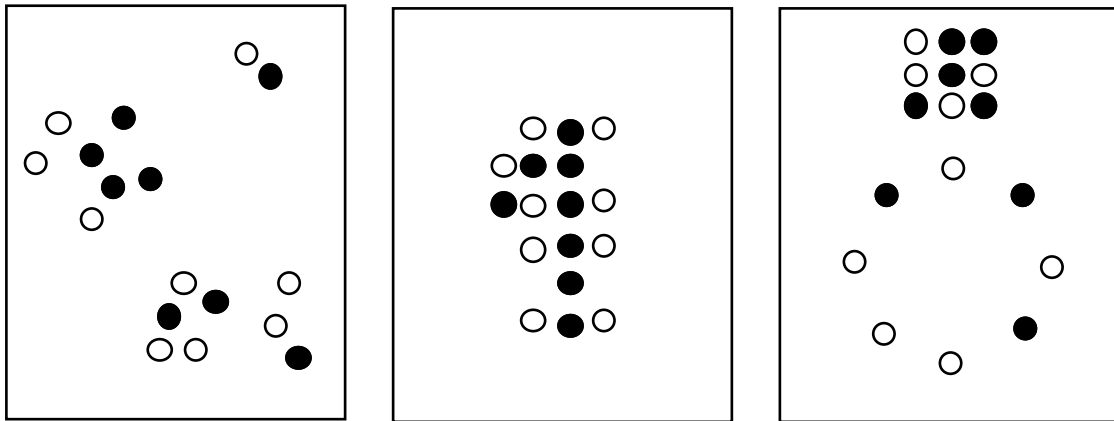
Die Farbe hat hier die zusätzliche Funktion von Atmosphäre schaffen, bzw. Atmosphäre erzeugen. Sie tritt deutlich zurück hinter Form und Inhalt und wirkt nur indirekt. Sie kann ornamental, stark strukturiert oder stofflich sein; sie wirkt in der Regel rein emotional. Sie umrahmt in Verbindung mit abgestimmten Farbharmonien die beabsichtigte Atmosphäre, die die intendierte Aussage unterstützt.

Signalfunktion:

Die Farbe tritt hier aus der Hintergrundfunktion heraus in den Vordergrund. Die Farbe übernimmt Informationscharakter und kann den Stellenwert der Formfindung übertreffen. Je nach Aussage wird die Farbe hier in Verbindung mit der direkten Aussage auch eine eher formale Gestalt annehmen. In den meisten Fällen ist die signalhafte Wirkung der Farbe gleichzeitig Form. Die Formgebung, b.z.w. das Bildkürzel und die direkte Farbaussage sind untrennbar geworden.

3.4. Gestaltgesetze

Die menschliche Informationsverarbeitung besteht aus einem komplexen Zusammenspiel der folgenden Bereiche: Wahrnehmung, Gedächtnis, Lernen und Handeln. Menschliche Wahrnehmung ist nicht nur ein passiver Akt der "Abbildung" von in der Realität vorgegebenen Dingen, sondern im wesentlichen auch ein konstruktiver Akt durch den Wahrnehmenden selbst [RAUTERBERG-93]. Was wir wahrnehmen hängt also auch davon ab, was wir schon kennengelernt haben und was wir im konkreten Wahrnehmungskontext erwarten.



Das Gesetz der Nähe

Das Gesetz der Gleich-
artigkeit

Das Gesetz der Geschlos-
senheit

Abb. 3.4.1. Die drei Gsgestaltgesetze der Nähe, der Gleichartigkeit und der Geschlossenheit.

So konnte im Rahmen der gestaltpsychologischen Forschungen gezeigt werden, dass die menschliche Wahrnehmung sich nach verschiedenen "Gestalt-Gesetzen" richtet [siehe auch KATZ-69]:

Gesetz der Nähe: unterscheidbare Objekte im Wahrnehmungsfeld werden aufgrund ihrer räumlichen und/oder zeitlichen Nähe als zusammengehörig wahrgenommen.

Gesetz der Gleichartigkeit: Objekte mit gleichen Eigenschaften werden in einer Umgebung von unterschiedlichen Objekten als zusammengehörig wahrgenommen.

Gesetz der Geschlossenheit: Objekte, die sich in einem symmetrischen Verhältnis zueinander befinden, werden leicht als zusammengehörig wahrgenommen.

3.5. Das statische Bild

Beim statischen Bild bewegt sich das betrachtete Wahrnehmungsfeld nicht. Hierin besteht Gemeinsamkeit mit einem gedruckten Text. Bei beiden Medien muss der Betrachter für neue Stimulationen selbst aktiv das Reizfeld abtasten. Während der Text jedoch als Sequenz von visuellen Zeichen bei einem Scanning in Leserichtung immer neue Informationen anbietet, lässt sich ein realistisches Bild meist schon im Bereich von etwa 50 msec global normalisieren, d.h. in eine interpretierte Form überführen. Der Betrachter erkennt den referentiellen Bezug durch überlernte Interpretationsschemata, Rahmen usw. mit "einem Blick". Damit sinkt

der perzipierte Normalisierungsbedarf schlagartig ab und mit ihm die Aktivierung weiterer Such- und Normalisierungsprozesse. Im Vergleich der Medien Text/Film/Bild zeichnet sich also nur das Filmverstehen durch ein Maximum an Verstehensökonomie und gleichzeitiger Reizabwechslung aus. Der Text bietet im Vergleich dazu erheblich mehr Widerstand gegen eine ökonomische Verarbeitung, eröffnet aber die Gelegenheit für permanenten Reizwechsel. Das Bild wiederum erlaubt eine ökonomische Verarbeitung (je realistischer es ist), bietet aber als Stimulus keinen Reizwechsel. Ein Text würde demnach tendenziell vom Rezipienten als mühsam, ein Bild dagegen rasch als langweilig erlebt, während ein Film die höchste Attraktivität aufweist [WEIDENMANN-88].

"Damit ist der Verstehensprozess besonders abhängig vom *Repertoire an Schemata und Konzepten*, die dem Bildbetrachter für seinen Interpretationsprozess zur Verfügung stehen. Ein Betrachter mit einem nur minimalen Repertoire an kommunikativen Konzepten, Schemata usw. wird den Verstehensprozess bei Bildern mit geringer ökologischer Vielfalt früh abbrechen bzw. ihn nur aufrechterhalten, wenn ihm die Darstellung eines bekannten Sujets als sehr ungewöhnlich erscheint oder wenn die aktivierten Konzepte eine hohe emotionale Virulenz aufweisen, also persönliche Betroffenheit bewirken. Dagegen wird bei einem Betrachter mit einem ausgeprägten Repertoire für Verstehensprozesse der Verlauf des Verstehensprozesses jedoch weniger von der ökologischen Vielfalt des Bildes abhängen, als von seiner Ergiebigkeit für indikatorische Schemata" [WEIDENMANN-88].

Zusammen mit anderen Konzepten formt sich somit im Rahmen eines indikatorischen Verstehensmodus ein mentales kommunikatives Modell etwa des Inhalts heraus. Während beim ökologischen Bildverstehen jede wahrgenommene Ähnlichkeit der Bildinhalte mit der Realität informativ ist, kommen dagegen beim indikatorischen Bildverstehen jede Besonderheit der Bildgestaltung zum Tragen. Indikatorisches Bildverstehen wertet Merkmale des Bildes als Indikatoren für Entscheidungen des Bildproduzenten und damit als Information für die Konstruktion des kommunikativen Modells aus. Dieses mentale Modell ist tendenziell die Rekonstruktion des im Bild objektivierten mentalen Modells des Bildproduzenten.

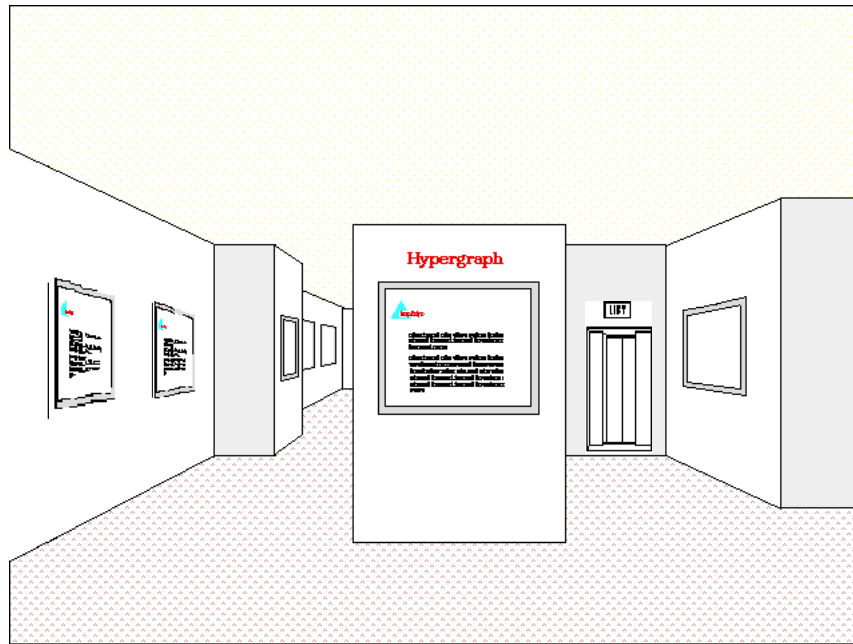


Abb. 3.6.2.1. Multimediales Informationssystem mit maussensitivem Bereich im Zentrum, welcher eine Soundanimation mit Erläuterungen zum Thema der dargestellten Etage enthält (in Anlehnung an [JUNGMEISTER-91]).

3.6. Das Bild-Zentrum

Jedes Bild, das man zum erstenmal sieht, erfordert *Normalisierung* [WEIDENMANN-88]. Man muss sich darin zurechtfinden, muss die Struktur entdecken, die einem den Sinn des Werkes eröffnet. Beim Design multimedialer Informationssysteme gilt es vor allem den Inhalt zu verstehen. Der Inhalt hängt aber von der Form ab, d.h. von der Komposition in Form, Farbe und Ton (Sound). Die Beziehung der Einzelelemente zum Hauptzentrum des Bildes bestimmen zugleich auch die Beziehung dieser Elemente zueinander und vermitteln einem dadurch einen Begriff vom Sinn des Bildes. Das Gleichgewichtszentrum des Bildes bestimmt sich intuitiv durch die Beziehung zwischen den Formen [ARNHEIM-83].

Soll das Bild stabil wirken, so muss das Gleichgewichtszentrum ausdrücklich gekennzeichnet werden. Wenn der Bezugspunkt sichtbar gegeben ist, erleichtert das die Orientierung und den Normalisierungsaufwand beim Betrachter. Dies kann am einfachsten dadurch erreicht werden, dass das Hauptobjekt des Bildes in die Mitte platziert wird. Die Mittellage drückt Beständigkeit aus; in jeder anderen Lage sind die dargestellten Objekte von Feldkräften bestimmt, die in die eine oder andere Richtung weisen. Das Ding in der Mitte aber bewahrt seine Stabilität, selbst wenn es in heftiger Bewegung ist (siehe Bewegungsdarstellung in stati-

schen Bildern). Das Zentrum kann ein Motiv tragen, das im Kleinen das Thema des ganzen Bildes widerspiegelt und symbolisiert.

Bei Bewegtbildern ist die Mitte als Zentrum mit dem Betrachter viel zwingender Verbunden als beim statischen Bild. Während der Rahmen beim statischen Bild zum Bild gehört, ist der "Rahmen" des Bewegtbildes (der Kameraausschnitt) Teil der Betrachtungsperspektive des Betrachters selbst [MOHOLY-47]. In einem multimedialen Informationssystem kann die Füllung des Zentrums auf der Grundstruktur der Raum-Metapher z.B. eine Sound- oder Video-Animation enthalten, welche das zentrale Thema der Etage beinhaltet (Abb. 3.6.2.1).

3.7. Bewegtbildanimation

Es lassen sich aufschlussreiche Unterschiede zwischen der Wahrnehmung eines Textes, eines Filmes und eines stehenden Bildes feststellen [FIELD-92]. Ein erfahrener Leser stellt sich auf ein Tempo der Fixationen und Sakkaden ein, das ein Optimum zwischen Normalisierung und Informationsabwechslung darstellt. Redundanz im Text, d.h. Absinken des perzipierten Normalisierungsbedarfs, erhöht die Lesegeschwindigkeit, d.h. intensiviert die Suche nach neuen Informationen. Dabei spielt das periphere Sehen eine wichtige Rolle. Bei Bewegtbildanimation sorgt bereits die Produktionsweise für Abwechslung des visuellen Angebots. Selbst bei einer fixierten Blickrichtung auf bestimmte Teile des Bildschirmes wäre für ausreichende Abwechsel gesorgt. Andererseits verlangt dieser Wechsel besonders ökonomische Verarbeitungsmodi. Daher wird deshalb ein automatisches ökologisches Verstehen dominieren, weil besonders die Filmemacher im kommerziellen Fernsehen den Orientierungsreflex mit häufigen Schnitten, besonderen Kameratechniken und lebhaften Aktionen der Darsteller zur Fesselung der Aufmerksamkeit nutzen [WEIDENMANN-88]. Eine Bewegtbildsequenz sollte als Stilmittel zur Erhöhung der Aufmerksamkeitsspanne zwischen 5 und 25 Sekunden liegen. Längere Sequenzen sind nur bei spannendem Inhalt gerechtfertigt. Wenn man einen Rundgang durch einen "Raum" mit Bewegtbild animiert, so sollte ca. alle 3 Meter ein Foto geschossen werden, damit das räumliche Kontinuitätsgefühl erhalten bleibt [SCHAUB-92]. Der Einsatz von Videosequenzen hat zwar den unschätzbaren Vorteil, preiswert eine fast beliebige Menge an Bewegtbild präsentieren zu können, sollte aber aus Gründen der fehlenden Interaktivität nicht zu sehr ausgereizt werden. Ein multimediales System lebt davon, dass der Benutzer im Gegensatz zu herkömmlichen Präsentationsmedien (Fernsehen, Video, Papier) eine weitgehende Steuerung (Interaktivität) und damit Kontrolle über das Geschehen besitzt.

4. Interaktionsstrukturen multimedialer Informationssysteme

Ein multimediales System aufgebaut auf einer Hypermedia-Struktur besteht aus Knoten (den einzelnen Dialogkontexten mit den verschiedenen Informationsangeboten) und Kanten (den Links) zwischen diesen Knoten, welche die primäre Interaktionsstruktur des multimedialen Systems bilden. Da zu jedem Knoten auch einzelne, kurze Dialogschleifen angehängt werden können, werden diese kurzen Dialogschleifen, die in jedem Falle zu dem Ausgangsknoten zurückführen, die sekundäre Interaktionsstruktur genannt. Im folgenden werden verschiedene Konzepte für das Layout der primären Interaktionsstruktur vorgestellt.

Es lassen sich verschiedene Grundmuster an Interaktionsstrukturen ausmachen. Die allgemeinste Interaktionsstruktur ist das Netz, bei dem jeder Knoten mit (fast) jedem anderen Knoten verbunden ist. Beim Netz muss sich der Designer keine allzu grossen Gedanken machen, welche Wege besonders informativ, didaktisch sinnvoll, etc. sind, weil der Benutzer sich weitgehend selbst seinen Weg durch das Netz bahnt. Der besondere Nachteil dieser Interaktionsstruktur besteht darin, dass bei einer ungeschickten Wahl der Metapher der Benutzer sich in relativ kurzer Zeit verirrt. Hier kann ein automatisches Pfadaufzeichnungsverfahren (der "Ariadnefaden") zum Teil Abhilfe schaffen. Der Benutzer kann sich anzeigen lassen, wo er sich zur Zeit in der Interaktionsstruktur befindet, welche Systemteile er schon besucht und welche er noch nicht gesehen hat, etc.

Die einfachste Interaktionsstruktur ist dagegen die Linie, bzw. Sequenz, welche keine Abweichung in irgend eine Richtung (mal abgesehen von der sekundären Interaktionsstruktur) erlauben. Hier muss sich der Designer gründlich Gedanken machen, welche Abfolge implementiert werden soll, weil eine unzureichend durchdachte Abfolge den Abbruch der Interaktion seitens des Benutzer zwangsläufig zur Folge hat. Eine recht geeignete Interaktionsstruktur ist die Sequenz mit Seitenarmen, welche sich dadurch auszeichnet, dass sie einerseits die klare Überschaubarkeit der Sequenz bietet und andererseits noch einen gewissen Entscheidungsspielraum dem Benutzer zur Verfügung stellt. Für die hier vorgestellte Raum-Metapher mit der Ausstellung verteilt über verschiedene Etagen wurde diese Interaktionsstruktur gewählt: vier Etagen bilden die Haupt-Sequenz und auf jeder Etage bilden die Erklärungstafel im Zentrum und die jeweils linkerhand befindliche Simulation die beiden zwei Seitenarme. Die Länge der Seitenarme kann unterschiedlich sein und hängt von dem Umfang des darzustellenden Informationsangebotes ab. Eine wichtige Eigenschaft der Seitenarme ist, dass sie dem Benutzer die Rückkehr zur Haupt-Sequenz garantieren. Für die "Leiter"-Metapher bietet sich ebenfalls die Sequenz mit Seitenarmen als Interaktionsstruktur an. Für die "Landkarten"- und die "Adventskalender"-Metapher dagegen ist der Stern die

ideale Interaktionsstruktur, wobei die Länge der "Strahlen" des Sterns über Länge 1 durchaus hinaus gehen kann.

Die Gestaltung der einzelnen Pfade wird dann dem Benutzer als unmittelbar richtig und komfortabel erscheinen, wenn sie z.B. bei der Raum-Metapher mit dem natürlichen Prozess des Gehens kompatibel sind. Bei anderen Metaphern sind die dort entsprechenden Prozess-Metaphern zu analysieren und die Gestaltung der Pfade entsprechend einzurichten. Gehen wir jedoch zunächst von der "Raum"-Metapher aus, so lassen sich drei komplementäre Prozesse des "Gehens" unterscheiden (aus [ALEXANDER-77]):

1. Der Benutzer "spaziert" durch den "Raum" (im weitesten Sinne, siehe oben) frei und ungebunden. Er verfolgt kein bestimmtes Ziel, sondern möchte sich genüsslich umschauen, was der angebotene "Raum" ihm alles so zu bieten hat. Jedes Angebot (Zwischenziel), welches ihm dabei begegnet, nimmt er freudig wahr und erhofft sich eine interessante Abwechslung.

2. Der Benutzer "spaziert" durch den "Raum", nähert sich dabei aber einem Fernziel. Die rechts und links am "Wegrand" liegenden Ziele werden sozusagen im vorübergehen mitgenommen: mal lädt hier ein "Platz" zum verweilen ein, mal ist dort eine interessante "Aussicht", etc. "Erblickt" der Benutzer ein Zwischenziel, so neigt er dazu, es auf einem möglichst direkten Weg zu erreichen. Dies führt dazu, dass er gerne "Abkürzungen" wählt. Der Benutzer "spaziert" von Zwischenziel zu Zwischenziel, ohne jedoch dabei das Hauptziel aus dem Auge zu verlieren.

3. Der Benutzer hat eine klares Ziel vor Augen, welches er auf einem möglichst direkten Weg erreichen möchte. Hierunter fallen z.B. spezifische Anfragen zu einem bestimmten Wissensgebiet ("Nachschlagen in einem Lexikon"). Jedes Zwischenziel, welches ihm auf seinem Hauptweg begegnet wird daraufhin eingeschätzt, in wie weit es ihm bei der Erreichung des Hauptzieles dienlich sein kann oder ob es ihn eher ablenkt. Entsprechend der jeweiligen Einschätzung wird es aufgesucht oder vermieden.

5. Explizites versus implizites Design

Zum Schluss wird ein wesentlicher Unterschied in dem gesamten Designansatz für eine multimediales System angesprochen: der Unterschied zwischen explizitem und implizitem Design [NORMAN-89].

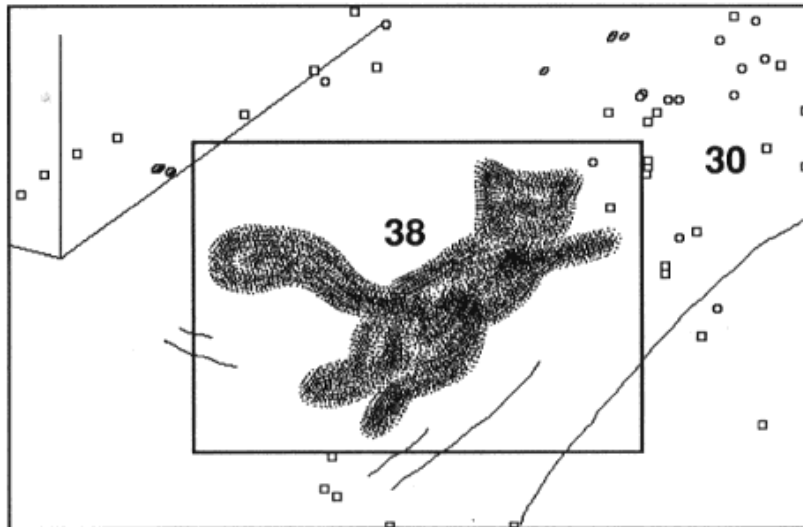


Abb. 5.1. Der dicke Rahmen um die Katze verdeutlicht den einzigen, ansich unsichtbaren maus-sensitiven Bereich (Interaktionspunkt), innerhalb dessen 38 Mausclicks liegen. In der rechten oberen Ecke liegen ca. 30 Mausclicks, welche jedoch ohne Wirkung waren. Die Mausclickverteilung ausserhalb des maussensitiven Bereiches wird durch die kleinen Quadrate angezeigt (siehe [NIELSON-90]).

Die meisten heutzutage anzutreffenden multimedialen Systeme zeichnen sich durch explizites Design aus. Explizites Design umfasst alle Hinweise im aktuellen Dialogkontext, welche den Benutzer *explizit* auf die jeweilige Bedienung hinweisen; hierzu zählen im wesentlichen alle Formen von Hinweis-Buttons ("Bitte hier drücken", ect.). So wichtig diese Funktion auch in einem gewissen Einführungskontext für die Benutzung "button"-orientierter Oberflächen sein mag, für viele multimediale System ist jedoch das *implizite Design* vorzuziehen.

Implizites Design lebt von der "natürlichen Erwartungshaltung" des Benutzers. Auf der Abb. 5.1. sieht man einen schematisch angedeuteten Katzenkörper, welcher in gestrecktem Sprung sich auf einer Strasse nach rechts oben bewegt. Der einzige Interaktionspunkt ist der maussensitive Bereich über dem Katzenkörper, jedoch für den Benutzer nicht sichtbar umrandet. Wenn man nun verschiedene Benutzer bittet, mit dem Finger oder der Maus denjenigen Bereich des Bildes zu berühren, in dem der Dialog fortgesetzt wird, so zeigt sich das folgende interessante Ergebnis: ca. die Hälfte der Benutzer (38 Touch downs) berührten den Katzenkörper und nicht ganz die andere Hälfte den rechten oberen Teil der Strasse, also die Richtung, in die sich die Katze so schnell bewegt, bzw. den Ort, auf dem die Katze nach ihrem Sprung landet. Implizites Design würde daher diesen Bereich ebenfalls als Interaktionspunkt auslegen, sodass der "natürlichen Erwartungshaltung" auch dieser Benutzer entsprochen werden kann. Eine Lösung im Sinne des expliziten Design wäre darin zu sehen, dass man den "Rahmen" sichtbar macht oder gar ein "Hinweisschild" aufstellt, auf dem steht "Bitte hier berühren".

Literatur

- [ALEXANDER-77] ALEXANDER C, ISHIKAWA S & SILVERSTEIN M (1977) A Pattern Language - Towns, Buildings, Construction. New York: Oxford University Press.
- [ARNHEIM-77] ARNHEIM R (1977) Anschauliches Denken. Köln: DuMont.
- [ARNHEIM-83] ARNHEIM R (1983) Die Macht der Mitte - eine Kompositionslehre für die bildenden Künste. Köln: DuMont.
- [BOEDER-92] BOEDER S (1992) Design, Farbe und Kommunikation. In: Tagungsband "Farbe und Kommunikation" (KRÖMKER & RÖHRICH; Hrsg.) Darmstadt: Fraunhoferinstitut 1992, Seite 3-7.
- [FIELD-92] FIELD S (1992) Drehbuchschreiben für Fernsehen und Film. München Leipzig: List.
- [FISCHER-90] FISCHER G N (1990) Psychologie des Arbeitsraumes. Frankfurt New York: Campus.
- [GROB-87] GROB W (1987; 3.Auflage) Gestaltungslehre für bildnerisches Schaffen. Zürich: Freie Kunstschule Zürich.
- [HENDERSON-86] HENDERSON D A, CARD S K (1986) Rooms: the use of multiple virtual workspaces to reduce space contention in a window-based graphical user interface. ACM Transactions on Graphics, 5(3):211-243.
- [JONES-86] JONES W P & DUMAIS S T (1986) The spatial metaphor for user interfaces: experimental tests of reference by location versus name. ACM Transactions on Office Information Systems, 4(1):42-63.
- [JUNGMEISTER-91] JUNGMEISTER A (1991) "Technorama" - aufgabenorientierte Gestaltung eines Hypermediasystems. In: Posterband zur Software-Ergonomie'91. (RAUTERBERG M & ULLICH E; Hrsg.) Zürich: Eidgenössische Technische Hochschule, S. 91-99.
- [KATZ-69] KATZ D (1963) Gestaltpsychologie. Basel Stuttgart: Schwabe.
- [LAUREL-90] LAUREL B (1990; ed.) The Art of Human-Computer Interface Design. New York: Addison-Wesley.
- [MOHOLY-47] MOHOLY-NAGY L (1947) Vision in Motion. Chicago: Paul Theobald.
- [NES-86] VAN NES F L (1986) Space, colour and typography on visual display terminals. Behaviour and Information Technology, 5(2):99-118.
- [NIELSON-90] NIELSON J (1990) Hypertext and Hypermedia. New York: Academic Press.
- [NORMAN-89] NORMAN D (1989) Dinge des Alltags. Frankfurt: Campus.
- [RAUTERBERG-91] RAUTERBERG M (1991) Benutzungsorientierte Benchmark-Tests: eine Methode zur Benutzerbeteiligung bei der Entwicklung von Standardsoftware. In: Projektbericht Nr. 6 zum Forschungsprojekt BOSS. (SPINAS P; RAUTERBERG M; STROHM O; WAEGER D & ULLICH E; Hrsg.) Zürich: Eidgenössische Technische Hochschule.
- [RAUTERBERG-92] RAUTERBERG M (1992) Der Einsatz von Farbe bei der Gestaltung von Benutzungsoberflächen in der Mensch-Computer-Interaktion. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft; 46(4):233-242.
- [RAUTERBERG-93] RAUTERBERG M, SCHLAGENHAUF K & URECH S (1993, im Druck) Realitätskonstruktion und Wissensvermittlung in der Mensch-Computer-Interaktion. In: Tagungsband zum 16. Deutschen Kongress für Philosophie in Berlin, 20.- 24. September.
- [SCHAUB-89] SCHAUB M (1989) Kreative Entwurfsarbeit am Computer. Köln: DuMont.
- [SCHAUB-92] SCHAUB M (1992) code_X - multimediales Design. Köln: DuMont.
- [SHUM-90] SHUM S (1990) Real and virtual spaces: mapping from spatial cognition to hypertext. Hypermedia, 2(2):133-158.
- [TUFTE-90] TUFTE E (1990) Envisioning Information. Cheshire (USA): Graphics Press.
- [WAGNER-81] WAGNER F (1981) Grundlagen der Gestaltung. Stuttgart Berlin Köln: Kohlhammer.
- [WEIDENMANN-88] WEIDENMANN B (1988) Psychische Prozesse beim Verstehen von Bildern. Bern Stuttgart: Huber.