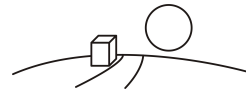


Virtuell- Interaktive Architekturdarstellung – VIA



Programm für die Darstellung zeitlicher und abstrakter Architekturinhalte

Diplomarbeit Architektur, Bauhaus-Universität Weimar WS 2006/07
von Christoph Quiatkowski Matrikel: 990895

Juniorprofessur Architekturinformatik jun. Prof. Dr.-Ing. Frank Petzold
Professur Informatik in der Architektur Prof. Dr.-Ing. Dirk Donat

Weimar, 13. März 2007 Christoph Quiatkowski

Danksagung

Trotz eidesstattlicher Erklärung sehe ich an dieser Stelle die dringende Notwendigkeit, einigen Menschen zu danken, deren Unterstützung diese Arbeit erst möglich gemacht hat.

An erster Stelle danke ich Herrn Juniorprofessor Dr.-Ing. Frank Petzold für die Anregungen, auch im Rahmen des Forschungsprojekts sARc und das unerschütterliche Vertrauen, beides maßgeblich für diese Arbeit.

Kevin Harvey Lawson danke ich für die Zusammenarbeit im Vorfeld dieser Arbeit, die moralische Unterstützung und die Bereitstellung des 3D Modells seiner Entwurfsgruppe.

Meinem Bruder Roland Quiatkowski danke ich für die zahlreichen Hinweise zum wissenschaftlichen Schreiben.

Und Yvonne Jarke für einen unbegrenzten Vorrat an Kommata.

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung
 - 1.1 Vorwort
 - 1.2 Ziel
- 2 Analyse bisheriger Darstellungsformen in der Architektur
 - 2.1 Bild und Plan
 - 2.2 Modell
 - 2.3 Animation
 - 2.4 Auswertung
- 3 Beispiele für interaktive Präsentationen
 - 3.1 Produktvisualisierungen
 - 3.1.1 Uhr „Breitling Windrider Headwind“
 - 3.1.2 Boat Visualisation
 - 3.1.3 Cycore Concept Car
 - 3.1.4 Auswertung
 - 3.2 Architekturvisualisierungen
 - 3.2.1 Tetravol
 - 3.2.2 Uani Apartmentvisualisierung
 - 3.2.3 München4D
 - 3.2.4 DisasterConfigurator
 - 3.2.5 Digital Campus Library of Tongji University
 - 3.2.6 Auswertung
 - 3.3 Arbeiten von Studenten der Bauhaus-Universität Weimar
 - 3.3.1 Semesterentwurf „Landhaus in Backstein“
 - 3.3.2 Arbeiten für das Seminar „1:1“
 - 3.4 Auswertung
 - 3.5 verwendete Programme
- 4 Konzept der Software
 - 4.1 Thesen und Prämissen
 - 4.2 Zielgruppe
 - 4.3 neue Inhalte
 - 4.4 Gliederung
 - 4.5 technische Details
 - 4.6 Beispiele

5	Umsetzung
5.1	Technik
5.2	Oberfläche
5.2.1	Navigationselemente
5.2.2	Aktionselemente
5.2.3	Kontextmenüs
5.2.4	Tastaturbefehle und Mauseingaben
5.2.5	zentraler Darstellungsbereich
5.3	Darstellen von Prozessen
5.3.1	Verschattung
5.3.2	Belüftung
5.3.3	Bewuchs
5.3.4	Wasser
5.3.5	Feuer
5.3.6	Personen und Personenströme
5.4	Darstellen abstrakter Entwurfsinhalte
5.4.1	Konstruktionsschnitt
5.4.2	veränderliche Darstellung
5.4.3	Städtebau und Fluchtlinien
5.4.4	Funktionsvolumina
5.4.5	Umgebungsbezüge
5.4.6	Flussschnitte
5.5	variable Gebäudebestandteile
5.5.1	Materialwechsel
5.5.2	Bauteilwechsel
5.5.3	Kosten
5.6	Ergebnisse
6	Zusammenfassung und Auswertung
7	Ausblick
8	Anhang
8.1	Abbildungsnachweis
8.2	Glossar
8.3	Literaturverzeichnis
9	Eidesstattliche Erklärung

1 Einleitung

1.1 Vorwort

Die fortschreitende technische Entwicklung hat zu immer neuen Methoden in der Planung und Bearbeitung von Architektur geführt. Lediglich die Visualisierungen von Planungsvorhaben verlassen sich auf die altbekannten Mittel von 2D-Darstellungen. Verschiedene Architekturbüros benutzen für besondere Projekte auch die Möglichkeit, ihre Projekte mittels animierter Kurzfilme zu präsentieren. Obwohl mittlerweile die Möglichkeit besteht, Planungsvorhaben noch vor ihrer Ausführung interaktiv erfahrbar zu machen, wird sie momentan noch recht zögerlich genutzt. Angesichts des hohen Konkurrenzdruckes zwischen den einzelnen Planern ist es offensichtlich, wie wichtig das Ergreifen neuer Möglichkeiten in den Bereichen Kundenakquise und Wettbewerbsprojekten ist. Darüber hinaus ergibt sich durch die Interaktion die einmalige Chance, architekturenspezifische Inhalte an den späteren Kunden verständlicher weiterzureichen, als es bisher möglich gewesen ist.

Mit dieser Arbeit werden anhand prototypischer Umsetzungen der Nutzen, die Potentiale, aber auch eventuell vorhandene Gefahren solcher Techniken für Architekten untersucht und dokumentiert. Der Schwerpunkt wird hier bewusst auf den Mehrwert einer interaktiven Visualisierung gegenüber herkömmlichen Darstellungen gelegt. Insbesondere für den Laien nicht sofort offensichtliche planerische Details können auf diese Weise Einzug in die Kommunikation zwischen Architekten und Nutzern halten. Die Interaktivität schließlich bietet darüber hinaus die einmalige Möglichkeit des bewussten, fast spielerischen Umgangs mit in Planung begriffenen Objekten und bietet somit ein deutlich vergrößertes Verständnis der Nutzer in Projekte, sowie einen Einblick in die Notwendigkeiten von planerischen Details und technischen Raffinessen.

1.2 Ziel

Anhand einer prototypischen Umsetzung soll untersucht werden, inwiefern es mit Hilfe von Echtzeit-3D-Umgebungen möglich ist, der Architekturvisualisierung neue Inhalte und eine neue Tiefe zu geben.

Dazu werden zunächst die bisherigen Formen der analogen und digitalen Architekturdarstellung bewertend untersucht. Ferner werden aktuelle Beispiele aus dem Bereich der interaktiven Produktvisualisierung untersucht und mit bereits vorhandenen Beispielen aus der Architekturvisualisierung verglichen. Basierend auf diesen Ergebnissen wird ein Konzept für eine Software entwickelt, welche die Möglichkeiten neuester 3D-Technologie in Inhalte für die Architekturvisualisierung umsetzt.

Schließlich wird auf Basis dieses Konzepts prototypenhaft eine Software umgesetzt, die mit Hilfe mehrerer ausgewählter Entwurfsbeispiele verschiedene neue Möglichkeiten und Inhalte der Architekturpräsentation illustriert.

Als Grundlage für die Umsetzung dient neben Programmen zur 3D-Visualisierung, wie 3D-Studio Max die 3D-Echtzeitengine und objektorientierte Programmierungsumgebung von Quest-3D der Firma Act-3D.

Abschließend wird anhand dieses Beispiels der Nutzen der Echtzeit 3D-Technologie für die Architekturpräsentation kritisch diskutiert.

2 Analyse bisheriger Darstellungsformen in der Architektur

Architektur kann in vielerlei verschiedenen Formen dargestellt werden.

Die wahrscheinlich naheliegendste ist es natürlich, sie zu bauen.

In dieser Arbeit geht es aber um Darstellungsformen, für die das gebaute Objekt nicht Grundlage der Darstellung sein muss. Darum wird hier die gebaute Architektur, Architekturfotografie und Architekturbeschreibung von vorneherein ausgeklammert.

Wie die Architektur selbst ist auch deren Darstellung ein sehr vielschichtiges Thema, das sicher andernorts sehr viel ausführlicher behandelt wird, als es in diesem Rahmen möglich sein kann. Grundsätzlich beschränkt sich diese Arbeit auf eine Unterteilung in drei Kategorien, die hier und im weiteren als Bild, Modell und Animation bezeichnet werden, um darauf aufbauend die wesentlichen Vor- und Nachteile jeder Form zu umreißen.

2.1 Bild und Plan

Erste Darstellungen von Gebäuden sind sicherlich so alt wie das Bauen selbst. Künstlerische Abbildungen von Tempeln, Palästen, Wohnhäusern und ähnliches sind aus fast allen antiken Hochkulturen bekannt. Diese Bildnisse, von denen manche praktische Bedeutung und andere dekorativen oder religiösen Charakter hatten, beschränkten sich zunächst auf zweidimensionale Darstellungen der gebauten Substanz.

Etwa ab Mitte des 5. Jahrhunderts wurde Malerei in griechischen Theatern zum Vortäuschen räumlicher Situationen benutzt, ohne dass jedoch die Gesetzmäßigkeiten der Perspektive bekannt waren.

Mit welchen Mitteln zweidimensionaler Darstellung in der Antike bereits gearbeitet wurde beschreibt der römische Ingenieur Vitruvius im ältesten bekannten Werk über die Baukunst wie folgt:

„Die Formen der Dispositio, ..., sind folgende: Ichnographia, Ortographia, Scaenographia. Ichnographia ist der unter Verwendung von Lineal und Zirkel in verkleinertem Maßstab ausgeführte Grundriß, aus dem (später) die Umrisse der Gebäudeteile auf dem Baugelände genommen werden. Ortographia aber, ist das aufrechte Bild der Vorderansicht und eine den Maßstäben des zukünftigen Bauwerks entsprechende gezeichnete Darstellung in verkleinertem Maßstab. Scaenographia ferner ist die perspektivische (illusionistische) Wiedergabe der Fassade und der zurücktretenden Seiten und die Entsprechung sämtlicher Linien auf einen Kreismittelpunkt.“¹

Wobei es sich beim letzteren um eine Frontansicht mit abgehenden Seiten handelt, deren Kanten auf einen Fluchtpunkt zulaufen. Aus dem Mittelalter ist wenig überliefert, allerdings schien man sich auf nicht-perspektivische Darstellungen zu beschränken. Pläne wurden damals wie heute aber auch diagrammartig verwendet, um z.B. Funktionsräume zu erläutern. Ein bekanntes Beispiel aus der ersten Hälfte des neunten Jahrhunderts (825-30) ist der Klosterplan von St. Gallen.

¹ Vitruvius Pollio, *Zehn Bücher über die Architektur* übersetzt von Dr. Curt Fensterbusch 5. Auflage, 1964

Erst im 14. Jahrhundert wurde Vitruvius von den Gelehrten wiederentdeckt und diente in Folge zahlreichen weiterführenden Schriften über Architekturabbildungen und Perspektiven als Vorlage. Im Italien des 15. Jahrhunderts wurden als Folge die Regeln der Perspektive erkannt, von Künstlern und Baumeistern niedergeschrieben und genutzt. Genannt sei hier zum Beispiel das Werk „De Pictura“ von Leon Battista Alberti.

Diese Darstellungstechniken wurden vom Maler Albrecht Dürer nach seiner Italienreise im Jahre 1505 in Deutschland eingeführt.

Schließlich, nach der Definition der optischen Gesetzmäßigkeiten durch Isaac Newton, übernahm man diese in die Darstellung und schloss damit die Entwicklung der Perspektivtechniken weitestgehend ab.

Die Einführung des Computers in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts änderte an den Darstellungstechniken zweidimensionaler Architekturzeichnungen nichts, vereinfachte aber viele Arbeitsvorgänge. Die Vorteile der zweidimensionalen Darstellung liegen auf der Hand. Sie ist, je nach dem Medium, leicht zu transportieren und zu lagern, einfach und mit geringen Hilfsmitteln anzufertigen und zu kopieren. Der Detailgrad kann je nach Bedarf variiert werden und dient oftmals der Kommunikation zwischen Architekt und Bauherren.

Nachteile bestehen darin, dass zweidimensionale Pläne meist einen hohen Abstraktionsgrad aufweisen und für die komplette Darstellung eines Gebäudes immer eine ganze Reihe von ihnen nötig ist. Um die dritte Dimension zu ergänzen, benötigt man wiederum einen Satz von Plänen, da einzelne Perspektiven nur Ausschnitte darstellen können und somit für ein Gesamtverständnis nicht ausreichen. Daher werden verschiedene Darstellungsformen kombiniert. (siehe Vitruvius) Das erhöht den Aufwand und schließt Missverständnisse viel zu oft nicht aus. Denn es bedarf einer hohen Vorstellungsgabe, um zweidimensionale Pläne in dreidimensionale gedankliche Bilder umzusetzen. Perspektiven, Farb-, Licht- und Stimmungssituation sind nur schwer ohne technische Hilfsmittel umzusetzen, sind statisch und stellen somit immer nur einen vorher festgelegten Ausschnitt eines Objektes dar. Das mag für einige Entwürfe zwar sinnvoll sein, ist deswegen aber hier durchaus nicht als Vorteil anzusehen. Darüber hinaus bedeuten pseudodreidimensionale Abbildungen immer einen Verlust an Genauigkeiten, Maß- oder Winkelkorrektheit.

Im Wesentlichen hat sich an den Anforderungen der zweidimensionalen Pläne seit Vitruvius oder davor nichts geändert. Die wichtigsten Pläne sind nach wie vor Grund- und Aufrisse (Ansichten) und ergänzend Perspektiven. Neu dazu gekommen sind lediglich Schnitte und eine Vielzahl von Variationen der vorher genannten Formen. Ausschließlich über eine Form des Planes lässt sich kaum eine Aussage über ein Bauwerk treffen.² Erst durch mehrere Pläne wird ein Konzept verständlich.

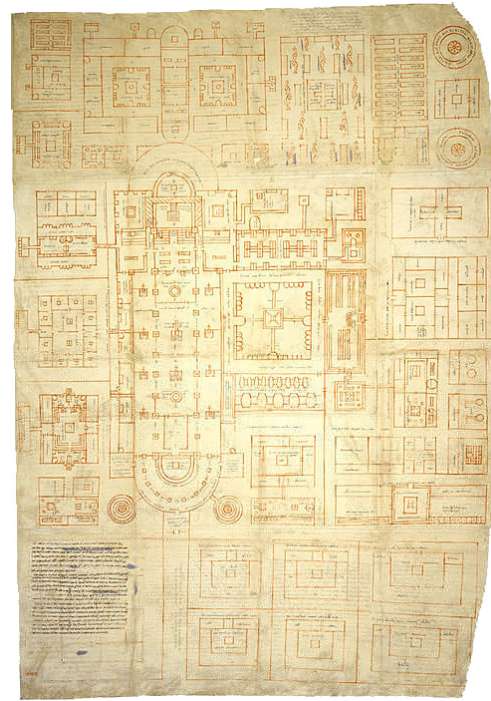


Abb. 2.1 Klosterplan St. Gallen

² vgl. Berger, Rolf; Berger, Eva *Bauwerke betrachten erfassen beurteilen Wege zum Verständnis klassischer und moderner Architektur*, Augustus Verlag, Augsburg (1999) S.76

Bei besonders komplizierten Bauwerken geht man sogar noch weiter und kombiniert verschiedene Formen zu einer einzigen Mischform. Man macht damit Zusammenhänge deutlicher, erhöht aber auch die Informationsdichte, was den Plan unter Umständen überlädt und wiederum zu Unverständnis führt.

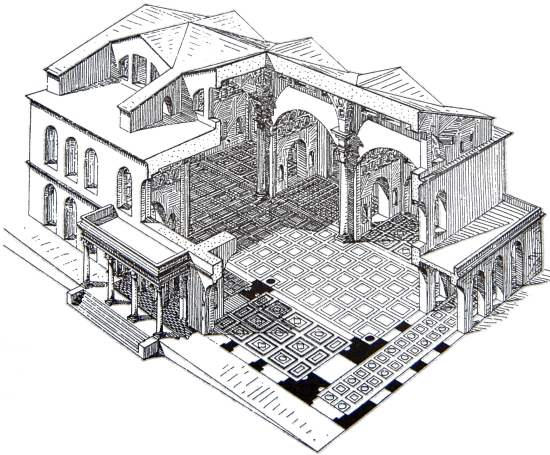


Abb. 2.2 Ansicht mit Teilaufschnitt
[Berger, Berger 1999]

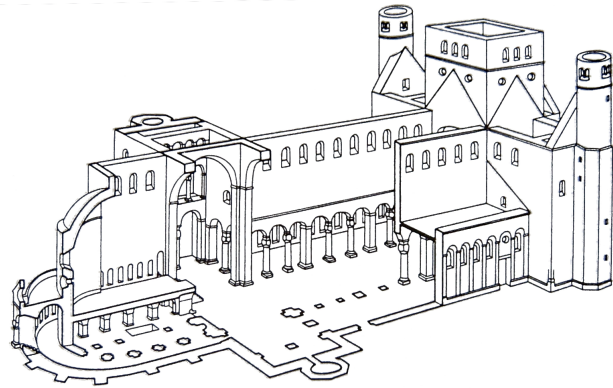


Abb. 2.3 Kombination aus Grundriss, Perspektive und Schnitt [Berger, Berger 1999]

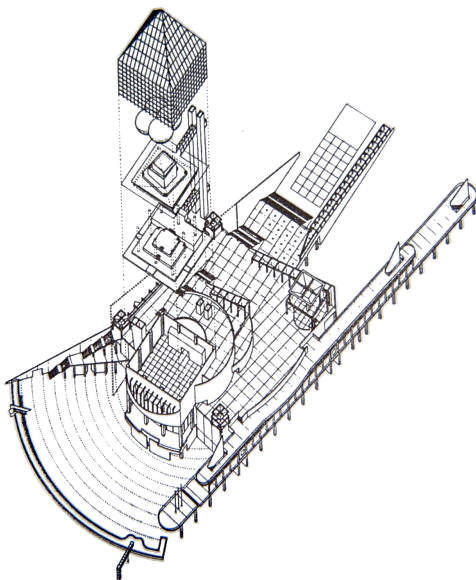


Abb. 2.4 explodierter axonometrischer Militärriss [Berger, Berger 1999]

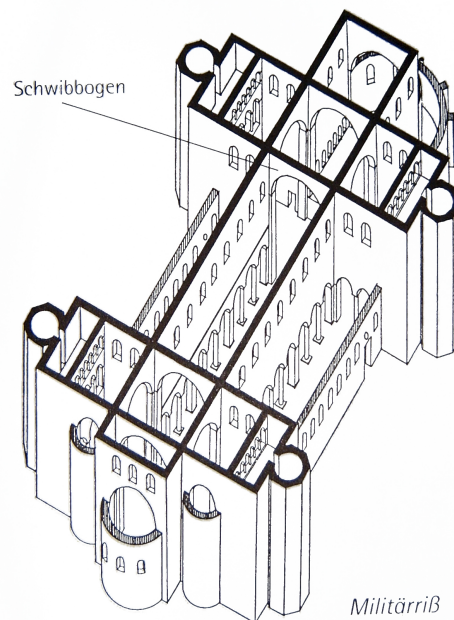


Abb. 2.5 Militärriss [Berger, Berger 1999]

2.2 Modell

Der Begriff „Modell“ hat viele, auch übertragene, Bedeutungen und stammt etymologisch von „modulo“, einem durch Vitruvius bekannten Wort für einen Maßstab in der Architektur. In diesem Text geht es im Wesentlichen um das Architekturmodell, eine von vielen Bedeutungsformen, die sich im Italien der Renaissance geprägt haben. Dennoch sind physische Modelle viel älter, sicherlich genauso alt wie bildliche Darstellungen. Als erster erwähnte Herodot etwa 450 v. Chr. die Verwendung von Modellen in der Architektur. So wurden für große Bauvorhaben, wie etwa das Erechtheion auf der Athener Akropolis, nachweislich Teilmodelle aus Wachs verwendet. Oftmals treten in der Geschichte Modelle als Dekoration auf Grabplatten oder als anschauliches Beweisstück von Kriegsbeute in Triumphzügen auf.



Abb. 2.6 historische Gesamtansicht Santa Maria del Fiore [www.wikipedia.de 2007]

Aus dem Mittelalter ist auch über Modelle wenig erhalten geblieben. Eines der wenigen Beispiele ist die Klosterkirche Saint-Germain in Auxerre, für welche die Verwendung von Wachsmodellen im Baubetrieb bekannt ist. Am Ende des Hochmittelalters mit Beginn der Renaissance wurden Modelle realistischer und ihre Verwendung ist häufiger überliefert.

So wurde zum Beispiel der Entwurf des Domes von Florenz, Santa Maria del Fiore von Arnolfo di Cambio aus dem Jahre 1294, nach seinem Tode so oft geändert, dass man sich erst 1368 auf eine Variante einigte, ein Ziegelmodell im Maßstab 1:10 errichtete und dieses als verbindlich erklärte. Da die Kuppel aber technisch nicht realisierbar war, wurden dann später unter Brunelleschi weitere Modelle der Konstruktion aus Holz angefertigt.³

Wie wichtig das Arbeiten mit Modellen schon in vormoderner Zeit war, erfährt man von Alberti: "Die Modelle sollen aber so ausgeführt sein, dass man die Lage der Gegend, den Umfang der Grundfläche und Zahl und Anordnung der Teile, die Ansicht der Wände, die Stärke der Decken und schließlich die Art und Durchbildung alles dessen, was ich im vorigen Buche (1. Buch) behandelt habe, aufs deutliche ersehen und betrachten kann. Hier kann man auch ungestraft vergrößern, verkleinern, ändern, erneuern und gänzlich umgestalten, bis alles ordentlich zusammenstimmt und Beifall findet. Dazu kommt, dass man Art und Höhe der Kosten, was man nicht im geringsten vernachlässigen soll, genauer bestimmen kann ...".⁴

Auch heute noch werden Modelle für Arbeiten an Konzepten gefertigt.

Mit der Einführung der Massenproduktion wurde für Architekturpräsentationen ein neuer Modelltyp geschaffen: Das Musterhaus. Dabei handelt es sich um ein im

³ vgl. Müller, Roland; <http://www.muellerscience.com> (2007)

⁴ Leon B. Alberti, *Zehn Bücher über die Baukunst*, Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt 1975, Buch 2 S.69

Maßstab 1:1 gebautes Gebäude, das allerdings deshalb meist nur Modell ist, da es, statt bewohnt zu werden, lediglich als Muster für alle noch zu folgenden Häuser gleichen Typs erstellt wurde. Es nimmt dem zukünftigen Hausbesitzer praktisch die gesamte notwendige Vorstellungsarbeit ab.

Der große Vorteil aller verkleinerten Architekturmodelle ist nicht, wie vielfach behauptet, seine haptische Präsenz. Zwar kann man die Form und die Proportionen auf diese Weise erfahren, vorausgesetzt man hat die Möglichkeit und Erlaubnis ein Modell vollständig abzutasten, aber Größe, Abstraktionsgrad und die in den seltensten Fällen authentischen Materialien lassen eine solche haptische Erfahrung äußerst fragwürdig erscheinen. Der große Vorteil eines gebauten Modells ist seine physische Präsenz als dreidimensionales Objekt, welche es erlaubt, das Modell aus jeder Lage zu betrachten, es zu drehen, es bewusst ins Verhältnis zu uns bekannten Kenngrößen und Körpern zu stellen, Licht und Schatten auf ihm und seine Tiefe an ihm bewusst wahrzunehmen. All das macht es natürlich einfacher, den Entwurf fachlich zu überarbeiten und Inhalte zu diskutieren. Der Abstraktionsgrad ist meist niedriger als bei Zeichnungen und das Verständnis fällt somit leichter. Außerdem ergibt sich hier die Möglichkeit, physisch zu manipulieren und Veränderungen vorzunehmen. Schließlich ist man mit einem physischen Modell in der Lage, großmaßstäbliche Zusammenhänge räumlich zu betrachten. Das führt bis zu physischen Modellen von abstrakten Inhalten, etwa Negativmodellen, die Räume ausfüllen, statt sie zu umschließen oder Baumassenmodellen, die nichts außer ihrer Masse im Verhältnis zu andern Massen darstellen.

Als Nachteil muss man zunächst einmal den Aufwand bezeichnen, Modelle überhaupt zu erstellen. Sie sind meist schwerer anzufertigen als Zeichnungen und haben neben dem Arbeits- auch einen höheren Materialaufwand.

Sehr spezifische Inhalte bzw. Details sind nicht, oder nur in größerem Maßstab, darstellbar, und Schnitte durch Ebenen und Bauteile haben nicht den gleichen Informationsgehalt, wenn sie denn technisch überhaupt realisierbar sind. Ferner täuschen Modelle durch die gewählten Materialien oft über reale Zusammenhänge hinweg. So wirkt ein Modell aus Lärchenholz, allein aufgrund des Materials, völlig anders als das dazugehörige Gebäude aus Sichtbeton.

Schließlich sind sie schlechter zu transportieren, zu lagern und zu entsorgen als Pläne.

2.3 Animation

Der Begriff für diese dritte Form der Darstellung mag, gerade für die Architektur, etwas irreführend sein, da es sich in diesem Bereich zumeist um nicht um lebende oder zu belebende Objekte handelt, er wird hier aber als Fachbegriff beibehalten.

Um Missverständnisse auszuschließen, sei gesagt, dass hier davon ausgegangen wird, dass der größere Teil der computergestützten Architekturdarstellung momentan noch den Bildern zuzurechnen ist. Zwar hat der Entwerfende bzw. Bauzeichner nicht selten ein computergeneriertes, dreidimensionales Objekt gebaut und es auch während der Erstellung als animiertes Objekt vor Augen, aber meist ist das nur ein Zwischenschritt zum Erstellen von sonst recht schwierigen Perspektiven, Licht und Farbsimulationen, die dann auf Papier gedruckt wiederum nur zweidimensional erscheinen.

Es ist nicht ganz falsch, schon frühe Formen, etwa die bereits oben erwähnte Form der Architekturmalerei in griechischen Theatern, durchaus animiert zu nennen, da in

Theatern nicht selten ein variables Bühnenbild besteht, welches veränderlich sein kann, um den verschiedenen Bedürfnissen und thematischen Entwicklungen in den Stücken gerecht zu werden. Die erste auf einer Abfolge von vielen einzelnen, hintereinander abgespielten Bildern bestehende Animation stellte die sogenannte Laterna Magica dar, die nur bewegliche Motive hatte, was Häuser ausschloss.

Erst mit der Einführung des Films am Ende des 19. Jahrhunderts durch Edisons Kinetoscop tauchten schon aus dramaturgischer Notwendigkeit Gebäude in Filmproduktionen auf, die jedoch selten das Gebäude selbst zum Kern hatten. Wobei interessanterweise ein Modell häufig in Filmen verwendet wird, z.B. um nicht mehr oder noch nicht vorhandene Situationen oder große Katastrophen zu visualisieren. Das geht soweit, dass heute bereits der Begriff Filmarchitektur für Bauten gängig ist, die nur für Filme konstruiert wurden.⁵

Die erste computergenerierte Animation 1951 bestand lediglich aus einem springenden Punkt, seither hat sich die Computergrafik rasant entwickelt. Anfang der 60er Jahre des letzten Jahrhunderts gab es das erste computergestützte Zeichenprogramm, in der Mitte der nächsten Dekade bereits dreidimensionale CAD-Programme. Aus dem gleichen Zeitabschnitt stammen auch die ersten computeranimierten Trickfilme. All diese Entwicklungen führten schließlich dazu, dass Computer es heute ermöglichen, bewegte Bilder auch von Gebäuden zu erstellen, die weder real, noch als (physisches) Modell gebaut sein müssen. Das erstellte virtuelle Modell eines Gebäudes wird Bild für Bild gerendert, das heißt von einer virtuellen 3D-Umgebung auf eine 2D-Ansicht umgesetzt. Hier zeigt sich ein Widerspruch ganz deutlich: Obwohl das Objekt als dreidimensionales Computermodell vorhanden ist, wird der Umweg über ein zweidimensionales Bild genommen, um am Ende ein bewegtes zweidimensionales Bild zu erhalten, das nicht selten animiert ist, damit eine Dreidimensionalität vorgetäuscht wird. Was also hat die Animation anderen Darstellungsformen voraus? Sie führt den Faktor Zeit in die Architekturdarstellung ein. Das erscheint für ein unbewegliches Objekt zunächst sinnlos. Bei genauerem Hinsehen bietet es jedoch den Vorteil, auch am Gebäude vorkommende dynamische Sachverhalte darzustellen. Momentan wird es aber meist nur für eine scheinbare Bewegung in und um das Objekt benutzt. Es kann zwar wie beim Modell mehr, als die statisch festgelegten Perspektive des zweidimensionalen Planes erlebt werden, bietet aber nicht die gleichen Freiheiten, da die Animation nur eine festgelegte Abfolge von Bildern ist. Allerdings lassen sich Licht und Schatten mittlerweile besser visualisieren als bei Modellen und Plänen, da sich Modelle aufgrund ihrer Größe lichttechnisch nicht real verhalten können und Pläne etwa Tagesverläufe nur schlecht darstellen lassen. Ferner lassen sich, wie beim Plan, in der Animation Farbe und Material zumindest visuell wahrnehmbar machen. Doch bedarf es für eine solche Darstellung immer eines Mediums (Computer/ Beamer/ Bildschirm). Man kann solche Präsentationen mittels E-Mail oder Speichermedien relativ leicht transportieren, das setzt allerdings voraus, dass der Empfänger ein Gerät besitzt, mit der diese sich anzeigen lassen. Auch der Arbeitsaufwand gegenüber andern Darstellungsformen ist natürlich erhöht und setzt selbst eine aufwendige Technik voraus.

2.4 Auswertung

Wie beschrieben hat jede Darstellungsform eine Entwicklung hin zu einer möglichst rationalisiert abstrakten, parallel aber auch zu einer möglichst genauen Anlehnung

⁵ <http://de.wikipedia.org/wiki/Filmarchitektur>

an die Wirklichkeit genommen. Jede Form hat ihre besonderen Vor- und Nachteile, die es notwendig machen, sie in Kombination einzusetzen. So liefern zweidimensionale Darstellungen hohe Detaillierungsgrade, sowohl in Konstruktion, als auch in optischen Situationen. Modelle liefern reale Präsenz und die Möglichkeit, das Betrachten durch direkte Interaktion zu steuern, sowie die Möglichkeit, viele Abläufe zu simulieren. Die Animation schließlich ergänzt diese Punkte durch die Möglichkeiten (optisch) realer Materialien, geführter Kamerafahrten, akustische Signale und die virtuelle Präsenz des Objekts. Trotzdem ist Animation als Mittel der Architekturdarstellung immer noch vergleichsweise unbedeutend.⁶ Das mag nicht zuletzt daran liegen, dass die Vorteile, die rechnergestützte 3D-Modelle aufweisen, in einer simplen Animation selten zum Tragen kommen.

Echtzeit-Dreidimensionalität wird momentan im hohen Maße nur durch die Unterhaltungsbranche genutzt, deren Gebäudemodelle in virtuellen Welten fast ausschließlich dem Spiel dienen. Eine Erweiterung der Animation hin zur freien, interaktiven Umgebung liegt also nahe. Sie würde einen Großteil der Vorteile des gebauten Modells, z.B. die freie Bewegung, die Manipulierbarkeit und die Fähigkeit, Simulationen als Medium zu dienen, mit den Vorteilen der Animation verbinden. Die Vorteile, die zweidimensionale Darstellungen haben, ließen sich leichter integrieren als es in einer Animation möglich wäre, da interaktive Darstellung immer die Möglichkeit bietet innezuhalten und bestimmte Teilbereiche länger bewusst zu betrachten. Damit hätte diese Darstellungsform zwar noch immer den Nachteil, dass die technischen Voraussetzungen vorhanden sein müssten, aber da sich diese in zunehmenden Maße in breiten Gesellschaftsschichten etablieren, werden sich auch jene Defizite mehr und mehr abschwächen.

⁶ vgl. wiedmer, martin et al. ; http://projekte.idk.ch/compositing_spaces/forschungsbericht_3.html

3 Beispiele für interaktive Präsentationen

Grundlage für dreidimensionale, interaktive Präsentationen am Computer sind Grafik-engines. Sie beeinflussen zwar durch ihre Funktionalität die aus ihnen geschaffenen Präsentationen, dienen hier aber nicht als Basis. Vielmehr werden die auf ihnen beruhenden Beispiele analysiert. Dabei werden die Art, die Ausführung und der Grad der Interaktivität betrachtet.

3.1 Produktvisualisierungen

Sehr häufig werden bereits alltägliche Waren im Internet angeboten. Größtes Manko ist hier der fehlende direkte Bezug zur Ware. Dieser oftmals kaufentscheidende Faktor wurde zunächst nur im Bereich Produktvisualisierung erkannt. So hieß es etwa in der Fachzeitschrift *Computer Art Faszination* 2002 über die ersten Ansätze der interaktiven Produktpräsentation:

„Hinter der Bezeichnung Viewport Technologie verbirgt sich die Zielvorstellung, dass Internetinhalte mehr erfüllen müssen, als bloße Informationsvermittlung. Zusätzlich will der Internetuser unterhalten werden. ... er bestimmt zu jedem Zeitpunkt, wie viele und welche Informationen er sich geben lässt... und begreift durch einfach Handhabung der Computermouse die Produktfeatures“⁷

Auch Architektur ist letztendlich ein Produkt, das vermarktet werden muss, man kann also die Forderungen nach erfahrbaren Produktfeatures übertragen. Die Adaption eines solchen Werkzeugs scheint also auch für den Baubereich zwingend. Anhand einiger Beispiele wird nun untersucht, wie diese Ansätze bisher schon umgesetzt werden.

⁷ Brückmann, Olga „3D Einkaufserlebnis als Schlüsselfaktor“, in: *Computer Art Faszination* (2002) S. 80

3.1.1 Uhr „Breitling Windrider Headwind“

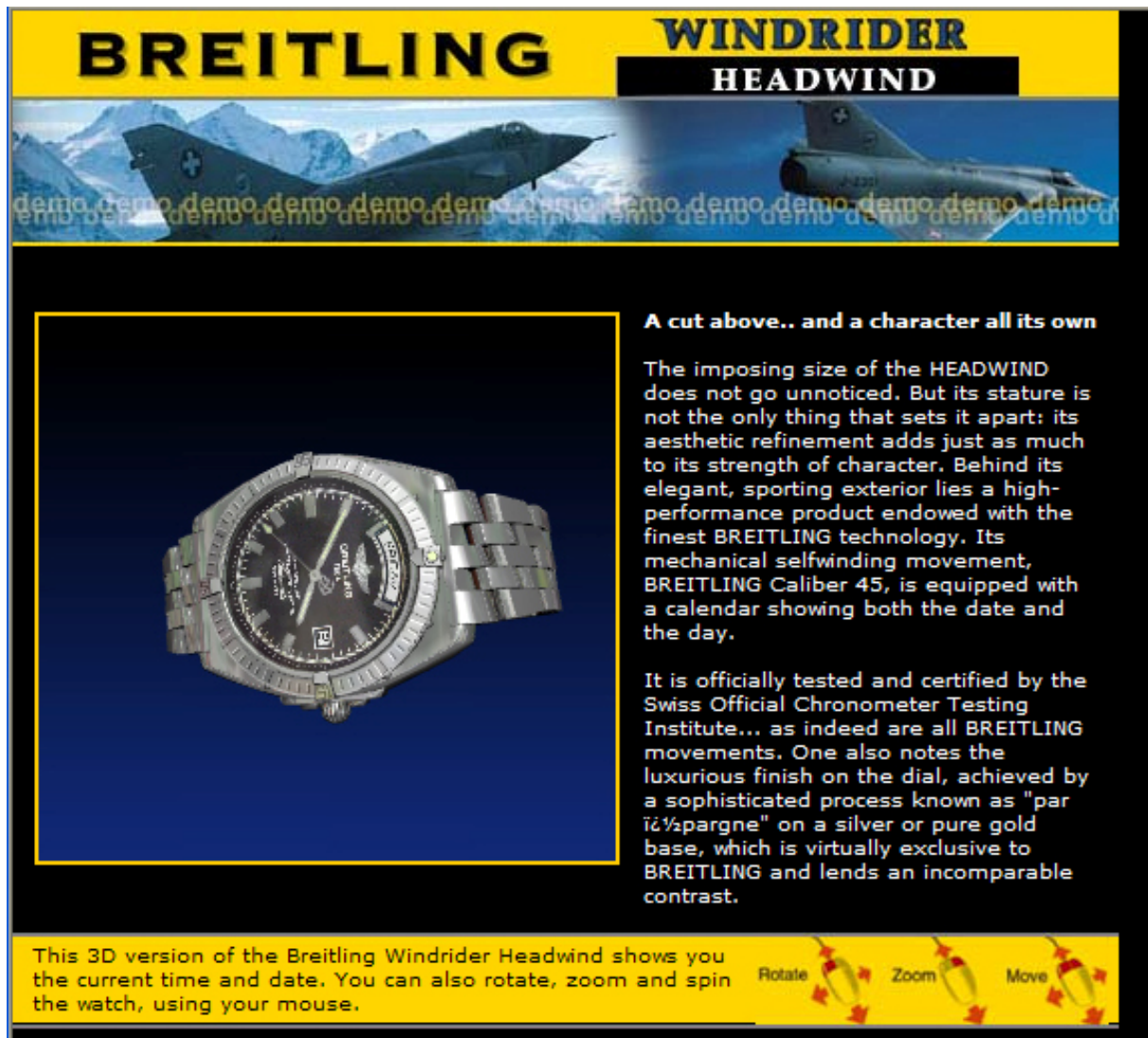


Abb. 3.1 Screenshot *Breitling Windrider Headwind* [www.cult3d.com 2007]

Diese einfache Darstellung einer Uhr kommt praktisch ohne echte Interaktivität daher. Der Nutzer hat lediglich die Möglichkeit, das Objekt zu drehen, und die Anzeige zu vergrößern oder zu verkleinern. Einzige Besonderheit: Die Uhr zeigt die aktuelle Zeit an. Solche Visualisierungen, in denen es hauptsächlich darum geht, das Objekt möglichst realitätsnah von allen Seiten betrachten zu können, sind momentan die Standardlösung dreidimensionaler interaktiver Präsentation. Dem Betrachter wird ausschließlich mittels der Bewegbarkeit die Illusion geboten, das Objekt anfassen zu können. Damit soll der Bezug zum Produkt, wie er etwa in realen Läden vorhanden ist, simuliert und die Kaufabsicht gefördert werden.

3.1.2 Boat Visualisation



Abb. 3.2 Boat-Visualisation [www.quest3d.com 2007]

Bei diesem Programm handelt es sich um einen Beitrag zum Wettbewerb der Firma Act3D. In einer tropisch anmutenden Szene wird ein Exemplar eines Motorbootes präsentiert. Der Nutzer hat die Möglichkeit, sich das Boot von außen zu betrachten, indem er sich wie um ein Modell um das Boot drehen kann. Desweiteren hat er die Möglichkeit, sich ins Innere des Bootes zu begeben, wo er sich mit Hilfe von Schaltflächen an verschiedene Positionen im Schiff begibt, an denen er sich dann umschauen kann. Außerdem erlaubt es ein Menü am unteren Ende des Bildschirms verschiedene Material- und Farbvarianten für das Boot auszuwählen. Dieses Beispiel zeigt, wie man anhand einer Außenperspektive ein Objekt wie ein veränderliches Modell behandeln kann. Die Möglichkeit, ins Innere zu gelangen, erschien den Machern zwar notwendig, allerdings ließen sie nur eine eingeschränkte Bewegungsfreiheit im Innern zu. Damit wurde der Immersionsgrad, also das Ausmaß der Realitätsempfindung, deutlich gesenkt.

Ferner fällt an den Menüs ein entscheidendes Problem auf: Die Sprache, hier eine Mischung aus englisch und französisch, schränkt das Verständnis ein. In Szene gesetzt wurde das Boot in einer tropisch anmutenden Inselform, es wird also ein Bezug zwischen Exotik und Luxus einerseits und dem Boot andererseits hergestellt. Unterstützt wird dieser Eindruck durch ein detailliert dargestelltes Meer, in dem sogar kleine bunte Südseefische hin- und herschwimmen.

3.1.3 Cycore Concept Car



Abb. 3.3 Cycore Concept Car [www.cult3d.com 2007]

Dieses Beispiel eines interaktiv animierten Automobils steht stellvertretend für viele ähnliche im Netz verfügbare Anwendungen.

Unter den Produktvisualisierungen nehmen Fahrzeuge einen hohen Stellenwert ein. Sicherlich hängt das einerseits mit dem vergleichsweise hohen Werbeetat von Automobilfirmen zusammen, andererseits aber auch mit dem gesellschaftlichen Stellenwert des Autos als Prestigeobjekt. Man betrachtet in diesem Beispiel das Fahrzeug aus einer Modellperspektive, indem man die Maustasten zur Navigation um das Objekt nutzt. Man hat die Möglichkeit, Bauteile (Felgen und Spoiler) auszutauschen sowie die Farbgebung des Autos und die Intensität der Beleuchtung einzustellen. Interessant ist hier, wie der Nutzer in die Lage versetzt wird, das Fahrzeug zumindest teilweise aus Komponenten zusammenzusetzen. Ferner gibt dieses Programm den ersten Hinweis darauf, dass mittels interaktiver Beleuchtung die Stimmung der Szene verändert werden kann. Dieses Beispiel ist außerdem über das Internet lauffähig, man muss lediglich einen sogenannten Viewer laden, um das Programm direkt von der Netzseite starten zu können.

3.1.4 Auswertung

Anhand der ausgewählten Beispiele lässt sich erkennen, dass es nicht reicht, Produkte möglichst detailgetreu abzubilden. Der Bezug zum Objekt wird mittels der Möglichkeit, es wie einen richtigen Gegenstand betrachten zu können, hergestellt. Sehr häufig beschränken sich die Macher auf diese eine Interaktionsform. Gerade im Produktbereich, in dem es um massenproduzierte Waren geht, die lediglich durch Farbe, Beschriftungen und eventuelle Zusatzteile an Individualität gewinnen, wird dem Nutzer aber eine weitere Möglichkeit angeboten. Interaktivität heißt dann, das Objekt nach seinen Wünschen anpassen zu können. Der Nutzer ist dann nicht nur Betrachter, sondern hat einen eigenen Anteil am Produkt, die Bindung steigt, der Kaufanreiz erhöht sich.

Augenscheinlich werden Produkte in erster Linie aus einer Modellperspektive betrachtet. Zwar bietet etwa das Boot, als größtes der hier beschriebenen Produkte, die Möglichkeit, auch eine Innenansicht zu nutzen, in dieser wird die Bewegungsfreiheit aber stark eingeschränkt. Autovisualisierungen scheinen ausschließlich auf Äußerliches beschränkt zu sein. Obwohl man Autos in der Regel von innen nutzt, wird diese Perspektive nicht angeboten. Das lässt auf die Außenwirkung der Fahrzeugmodelle als Prestigeobjekt schließen. Auf die Architektur übertragen hieße das, der Nutzer fühlt sich umso stärker angesprochen, je stärker er den Effekt der Außenwirkung eines Gebäudes auf andere über die Visualisierung einschätzen kann. Realismus dient hier also als verstärkter Ausdruck späterer Selbstdarstellung. Als weitere Ursache mag die Notwendigkeit einer umgebenden Szene angeführt sein, wie sie etwa beim Boot gegeben ist. Eine Szene würde einen erhöhten Aufwand bedeuten, kann das Objekt aber noch betonen (etwa die Exotik der Bootszene als Reiz des Bootes) oder durch Übermaß in den Hintergrund treten lassen. Der Grad an Realismus und Immersion hängt also vom Aufwand ab, das Objekt einerseits für den Käufer erfahrbar zu machen, andererseits ihm zusätzliche Kaufanreize zu bieten. Nicht selten werden auf solchen Seiten auch Stimmungsreize durch Musik geboten, wie sie in realen Geschäften ja üblich ist. Maßgeblich scheint die Tatsache, dass das Produkt nicht nur visualisiert wird, sondern mittels verschiedenster subtiler Ergänzungen vermarktet wird.

Das der zusätzliche Aufwand im Bereich Werbung durchaus gerechtfertigt ist, mag folgendes Zitat untermauern:

„Dreidimensionale Produktabbildungen sind der ‘Hit’. Kunden geben ihnen beim Besuch von Internetseiten den Vorrang vor schlichten Fotos. Sie sprechen Produkten, die in 3D dargestellt werden, ein höherwertiges Image zu und gleichzeitig fühlen sich Kunden besser informiert. Um ganze 71 Prozent ließ sich die Kaufabsicht steigern.“⁸

⁸ Brückmann, Olga „3D Einkaufserlebnis als Schlüsselfaktor“, in: *Computer Art Faszination* (2002) S. 80

3.2 Architekturvisualisierung

Obwohl der Schwerpunkt augenscheinlich stärker auf der Produktvisualisierung bzw. Spielen und Simulationen liegt, wird aber auch Architektur immer öfter zum Thema. Häufigste Form der Präsentation von Gebäuden im Netz sind allerdings noch immer perspektivische Darstellung, meist gerenderte Darstellungen von gebauten oder geplanten Gebäuden oder Innenräume für Werbe- und Präsentationszwecke.

3.2.1 Tetravol



Abb. 3.4 Screenshot *Juan Saez House* Tetravol [www.quest3d 2007]

Ein solches Beispiel, das auch auf der Webseite des Quest3D Anbieters zu sehen ist, zeigt einen Entwurf des spanischen Architekten Hector Zapata Cébrian und wurde von der Firma Tetravol erstellt. In diesem farbenfrohen Programm wird dem Nutzer mittels dreier verschiedener Modi, die man per Mauseingabe auswählt, das Gebäude näher gebracht. Eine animierte Kamerafahrt ermöglicht es, das Haus zu betrachten, ohne selbst tätig werden zu müssen. Neben der allgemein gebräuchlichen Egoperspektive, mit welcher man sich selbst frei durch das Gebäude bewegt, gibt es außerdem noch eine Betrachterperspektive, die das Objekt wie ein in der Hand gehaltenes Modell erscheinen lässt. Das Umschalten der Modi geschieht über einen Perspektivsprung. Das kann desorientierend sein. Die Maus als Eingabegerät ist direkt, das heißt ohne weitere Eingabe an die Richtungsänderung

des Blickwinkels gekoppelt. Dieser Effekt wurde aus der Unterhaltungsindustrie übernommen und sollte nicht angewendet werden, da hier der Zugriff auf das Menü wichtiger ist als die freie Bewegung. In diesem Programm, wo ein Teil der Steuerung über ein ebenfalls von der Maus zu bedienendes Menü geschieht, ist dies unvorteilhaft, da sich beim Ansteuern des Menüs unweigerlich auch der Blickwinkel des Programms ändert und man somit die Ansicht auch dann wechselt, wenn man eigentlich nur das Menü bedienen wollte.

3.2.2 Uani Apartmentvisualisierung



Abb. 3.5 Uani Apartmentvisualisierung [www.quest3d.com 2007]

Bei diesem sehr aufwendig texturierten und belichteten Beispiel eines Apartments gibt es neben einer geführten Animation auch eine musikalische Untermalung. Ferner besteht die Möglichkeit, die Möblierung an- und auszuschalten. Die eigentliche Interaktion jedoch besteht in einem Menü, das es erlaubt, zwischen verschiedenen Fußbodenbelägen und Materialien der Kücheneinrichtung zu wechseln. Auch wenn die zur Verfügung stehende Auswahl relativ klein ist, zeigt dieses Beispiel, was mit Hilfe interaktiver Programme möglich sein kann. Allerdings liegt der Fokus hier eher bei den Möbeln und Gebrauchsgegenständen, weniger bei der Architektur.

3.2.3 München4D



Abb. 3.7 Screenshot *München 4D*
[www.münchen4d 2007]

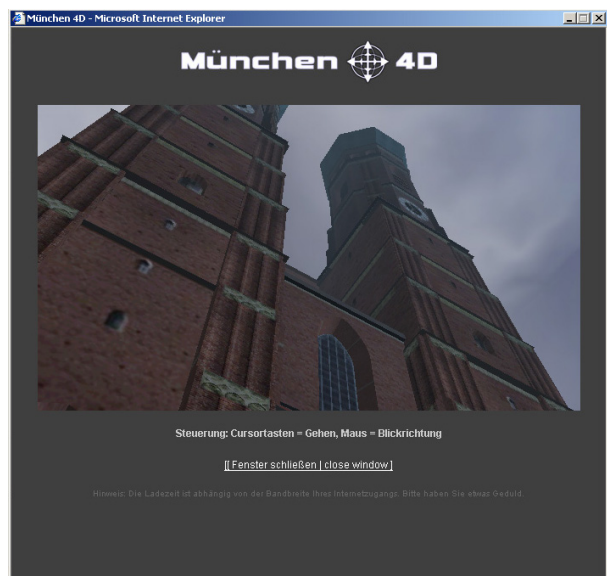


Abb. 3.6 Screenshot *München 4D*
[www.münchen4d 2007]

Bei der Webpräsentation *München4D* von der Firma metamatix AG handelt es sich um ein von der Stadt München in Auftrag gegebenes Programm, welches es erlaubt, die Stadt in verschiedenen Epochen zu durchlaufen. Dieses Beispiel ist interessant, weil es direkt über das Internet arbeitet. Dafür musste allerdings die Datenmenge reduziert werden, was eine Verringerung der Qualität im Vergleich zu anderen Visualisierungen zur Folge hatte. Außerdem hat sie eine nicht mehr reale Situation zum Inhalt. Und schlussendlich beschäftigt sich dieses Projekt mit der oftmals als vierte Dimension bezeichneten Zeit.

Hier wird also die Tatsache genutzt, dass in virtuellen Welten zwingend lineare Zusammenhänge der realen Welt den eigenen Bedürfnissen angepasst werden können. Möchte man virtuell 500 Jahre in die Vergangenheit reisen, um Teile von München zu dieser Zeit zu betrachten, ist das ohne größere Probleme ausführbar. Was man hier nicht sehen kann, ist die eigentliche Reise. Aus architektonischer wie historischer Sicht wäre es zum Beispiel interessant, die Veränderungen erleben zu können. Obwohl sich München4D also die vierte Dimension zu eigen machen möchte, ist doch der Umstand, nur zu bestimmten Punkten auf dieser Dimension springen zu können, nur als München3¹/₂D zu bezeichnen. Die Bewegungsfreiheit innerhalb der Szene ist ebenfalls stark eingeschränkt, was aber auch auf die geringe Datenmenge für Netzanwendungen zurückzuführen sein kann. Außer in den Szenen hin- und herzulaufen hat man ansonsten keine Einflussmöglichkeiten auf die Szene. Die dunkle Beleuchtung bzw. Farbgebung der Szenen erscheint auch in Verbindung mit dem Mittelalter unverhältnismäßig und als Werbung für München ungeeignet.

3.2.4 DisasterConfigurator



Abb. 3.8 *DisasterConfigurator* [www.quest3d 2007]

Diese Arbeit ist weniger eine Architekturdarstellung, als die Darstellung möglicher fataler Umstände für Bauwerke. Bedeutsam ist sie deshalb, weil sie die Möglichkeiten, Katastrophen als physische Prozesse im und am Gebäude sichtbar zu machen, illustriert.

Die Schaltflächen erlauben es, zwischen verschiedenen Unglücksfällen zu wechseln, die Ereignisse in ihren Stärken und optischen Eigenschaften zu verändern, sowie verschiedene, am Geschehen beteiligte Personengruppen als reine Staffage, hinzuzuschalten. Inhaltlich beschränkt man sich auf die Präsentation der Möglichkeiten des Programms.

Deutlich wird hier, wie man mittels Interaktion die Parameter für verschiedene Ereignisse steuern kann. Interaktion dient also nicht zum Betrachten oder direkter Einflussnahme auf das Objekt, sondern zum Steuern einer Simulation des Gebäudeverhaltens.

Damit wird auch in die Interaktion selbst ein Zeitfaktor eingeführt. Die Aktion hat keine zwingend direkte und unmittelbare Folge, sondern wirkt sich nach dem Auslösen über einen Zeitraum aus. Damit wird die Handlung selbst zum Prozess, Ursache und Wirkung werden deutlich in Verbindung gebracht.

3.2.5 Digital Campus Library of Tongji University

Bei diesem Programm handelt es sich um die Darstellung einer chinesischen Universität. Man kann durch die zentrale Eingangshalle der Bibliothek laufen und erhält an sogenannten Hotspots („heiße punkte“, Stellen von besonderer Bedeutung) von einer kleinen animierten Konfuziusfigur Hinweise zur Hochschulbibliothek. Als weiteres Hilfsmittel hat man eine kleine Glaskugel zur Hand, in der die Szene gleichsam als Karte verkleinert dargestellt ist. Auf dem Gelände befinden sich animierte virtuelle Personen, die jedoch farblich so stark reduziert wurden, dass sie inhaltlich als Staffage zu erkennen sind. Karte und Menschen sind genau wie eine Hintergrundmusik und Schrittgeräusche optional an oder auszuschalten. Die Umsetzung ist gelungen, hat aber den ostasiatischen Hang zum Kitschigen trotz der dezent zurückgenommenen Personen nicht ganz ablegen können. Dass solche kleinen Helfer wie die animierte Konfuziusfigur nach der dritten Betrachtung störend wirken können, scheint der Autor aber erkannt zu haben und hat eine Funktion zum Überspringen eingefügt. Die Glaskugel, die zur Orientierung dienen soll, hat außer dem eingebauten Kompass keinen nennenswert fördernden Einfluss auf die Orientierung, da das Bild unklar erscheint und ohne große Mühe kein direkter Bezug zur räumlichen Situation herzustellen ist. In der Szene befindet sich ferner ein kleiner Werbefilm der Universität, ein Gimmick, das allerdings mit eigener Lautstärke die Hintergrundmusik übertönt, was etwas störend wirken kann.



Abb.3.9 Digital Campus Tongji University Screenshot [www.quest3d.com]

3.2.6 Auswertung

Diese Beispiele zeigen zunächst eines sehr deutlich:

Dreidimensionale Echtzeit Architekturvisualisierung ist ein Thema.

Sie zeigen aber auch, worin dieses Thema hauptsächlich besteht, nämlich in erster Linie im Durchwandern der Gebäude. Das ist insofern nachzuvollziehen, als dass auch im Gebäude selbst der Aufenthalt Hauptzweck ist. Allerdings stellen auch in der klassischen Architekturdarstellung Innen- und Außenraumperspektiven nur einen Teil der Darstellung und somit der enthaltenen Information dar. Keines der oben genannten Beispiele, erklärt zusätzliche Aspekte etwa der Formgebung des Gebäudes. Sofern äußere Einflüsse, etwa des Städtebaus, vorhanden waren, wurden sie durch die gewählte Darstellung einfach weggeschnitten. Sämtliche Darstellungen haben nur die „schöne“ Form des Bauwerks zum Inhalt. Oder sie beschäftigen sich mit der Architektur nur am Rande und legen den Schwerpunkt etwa auf das Auswechseln von Möbeln und Teppichen. Das mag dem Haus zwar ähnlich dem Produkt einen Hauch von Individualität und Nutzerbezogenheit vermitteln, allerdings ist gerade im Innenraum eines Gebäudes weniger die Architektur, als das Ansammeln von Mobiliar und anderen persönlichen Gegenständen Zeichen von emotionaler Inbesitznahme.

Stimmungen werden hier eben durch die (vorweggenommene) Auswahl an Einrichtungsgegenständen, die Beleuchtung und die allgemeine Farbgebung suggeriert, ohne dass der Nutzer einen entscheidenden Einfluss darauf hat. Einerseits ist das für den Architekten, sofern er nicht innenarchitektonisch tätig wurde, sinnvoll, da der Entwurf endet, wenn der Nutzer beginnt, seinen persönlichen Stempel aufzudrücken. So ist eine stimmungsvolle Umgebung sicherlich Ausdruck der Möglichkeiten eines Raumes. Andererseits übergibt der Architekt Gebäude leer, weil er die Freiheit der individuellen Gestaltung eben nicht einschränken möchte. Architektonische Pläne, Ansichten, Perspektiven sind unter anderem auch deshalb häufig zurückhaltend, was Stimmung durch individuelle Eingriffe anbelangt, weil sie den späteren Nutzern die Freiheit, das Gebäude emotional zu besetzen, nicht vorwegnehmen wollen und können. Gebäude, die einem speziellen emotionalen Zweck dienen, etwa Gedenkstätten, Andachtsräume etc. natürlich ausgenommen.

Die Visualisierung unter architektonischen Gesichtspunkten muss sich also einem Spagat zwischen akzeptanz- und verkaufsfördernder Emotionalität einerseits, und (nüchterner) Architekturdarstellung andererseits aussetzen. Stimmungsbilder müssen also möglichst allgemein gehalten, künstliche individuelle Einflüsse, etwa das teure Auto als Prestigeobjekt in der Garage unter dem Haus (siehe *Tetravol*), weggelassen und durch Stimmungen, die der Architekt beeinflussen kann, etwa Licht und Raumwirkungen, ins Zentrum gerückt werden. Aus verkaufsfördernder Sicht muss man ansonsten darauf achten mit der Gestaltung eines Apartments etwa, auch wirklich die Zielgruppe zu treffen. Nicht jedem potentiellen Mieter gefallen Jugendstilmöbel oder Gemälde von Kandinsky. Ferner stellt sich die Frage, welcher Zusatznutzen sich aus diesen Visualisierungen gegenüber herkömmlichen ergibt. Der Zeitfaktor als wesentliche Komponente wird hier nur in Bewegung umgesetzt. Persönliche Bewegung ist also das einzige Mittel und Immersion das einzige Ziel. Diese endet jedoch, wenn über ein Menü die Teppiche überblendet werden, zumindest solange augmentierte Realität noch nicht allgemein üblich ist.

3.3 Arbeiten von Studenten der Bauhaus-Universität Weimar

3.3.1 Semesterentwurf „Landhaus in Backstein“ Bauhaus Universität Weimar

Dieses Projekt befasst sich mit der auf Designfragmenten beruhenden virtuellen Rekonstruktion des „Haus in Backstein“ von Mies van der Rohe. Es fand in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl Entwerfen und Gebäudelehre im WS/SS 2004/05 statt.

Der real nicht vorhandene Baukörper sollte in einer spezifischen Weise erlebbar gemacht werden. Im Folgenden wird auf drei Projekte eingegangen.



Abb. 3.10 Programmoberfläche *Stein auf Stein* [Baumeister, Knorr, Staudacher 2005]

Die Arbeit der Studenten Baumeister, Knorr und Staudacher visualisiert das Gebäude einerseits als ein einfaches, interaktiv erlebbares Gebäudemodell und bietet als weitere Option die Möglichkeit eines geführten Rundganges, der wie in einem Film, ab-, vor- und zurückgespielt werden kann. Ergänzt wird die Darstellung durch eine Karte des Objekts, welche die momentane Position im Gebäude anzeigt, sowie eine kurze Beschreibung einzelner Aspekte des Gebäudes am entsprechenden Standort. Die Eingabe erfolgt über Tastatur und Maus, über Tastenbefehle gibt es die Möglichkeit, die Parameter der Bewegung zu ändern, z.B. Geschwindigkeit und Schwerkraft).

Das Programm „Mieser als Mies“ von den Studenten Ascher und Droste versucht über ein Spielprinzip die Weitergabe von Informationen über die Architektur Mies van der Rohes. Wieder bewegt sich der Nutzer frei durch das Gebäude und erhält den Auftrag, ein vorgegebenes Bildfeld markanter Situationen in anderen von van der Rohes Gebäuden mit einer Situation im Landhaus in Backstein abzugleichen. Mittels eines zweiten Bildfeldes, in dem die Situationsbilder überlagert dargestellt werden und je nach Position und Drehung an Deutlichkeit und Schärfe gewinnen, erhält der Nutzer einen Hinweis auf die zu suchende Situation. Als Anreiz erhält er einen von der benötigten Zeit abhängigen Punktestand. Die Steuerung ist sehr empfindlich, was die Orientierung in dem sowieso sehr programmatischen und somit ungewohnten Entwurf erschweren kann.

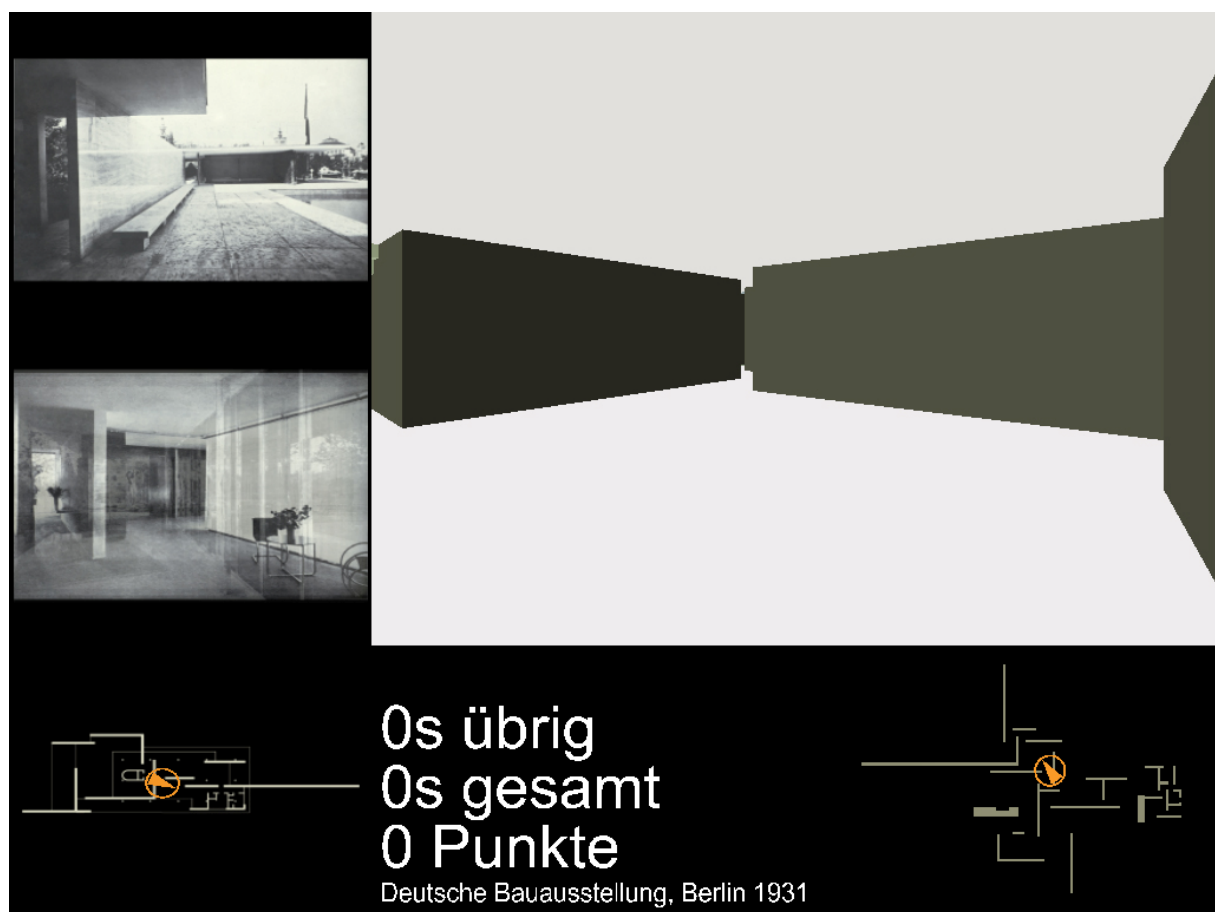


Abb. 3.11 Programmoberfläche *Mieser als Mies* [Ascher, Droste 2005]

Das Programm der Studenten Hagemann und Haun ist zweigeteilt in einen umfangreichen Dokumentationsteil, in dem man sich ähnlich einer Internetseite durch Pläne, Texte und Vergleiche zu van der Rohe und seinem Haus navigieren kann. Darüber hinaus bietet das Programm einen spielerischen Ansatz ähnlich der letzten Arbeit. Mit Hilfe einer Karte und roten Markierungen sucht man sich vergleichbare Situationen anderer Gebäude des Baumeisters, die als Bild vergrößert werden, sobald man den entsprechenden Standort erreicht hat, und in dem Moment ausgegraut werden, in dem man sich in die passende Richtung gedreht hat. Den Stand seiner Suche erkennt man an der Anzahl der ausgegrauten Situationen.

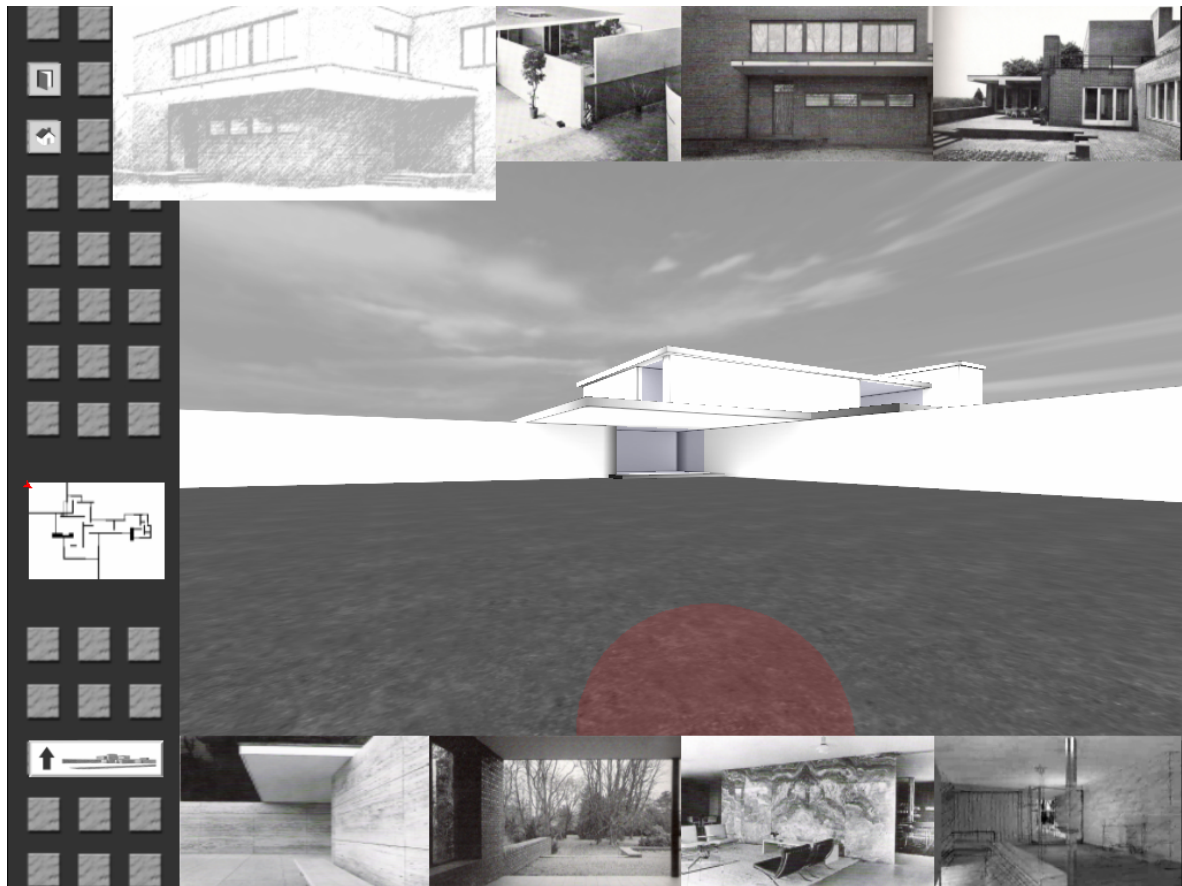


Abb. 3.12 Screenshot Programm *Landhaus in Backstein* [Haun, Hagemann 2005]

In diesem Beispiel wird zunächst eine Art deutlich, wie sich auch zweidimensionale Pläne und ihr größerer Informationsinhalt in einer solchen Umsetzung unterbringen lassen. Als nächster Punkt sei hier die zusätzliche Motivation genannt, durch einen spielerischen Ansatz mit sichtbarem Erfolg die eigentliche Information zu vermitteln. Interessanterweise wird hier einerseits versucht, durch die Beleuchtung einen gewissen Realitätsgrad zu erzeugen, der andererseits durch die Reduzierung auf das oft mit Vergangenen assoziierten Schwarz-Weiß wieder negiert wird. Die Tatsache, dass das Gebäude so nicht oder zumindest nicht mehr existieren kann, vermittelt sich hier also schon durch die Farbgebung der Szene.

Diese Arbeiten zeigen, dass es durchaus möglich ist, ein nicht vorhandenes Objekt so zu visualisieren, dass Raumeindrücke erlebbar sind.

Obwohl sich all diese Arbeiten dem gleichen Thema widmen, ist das Erleben durchaus unterschiedlich. Zwar ist das Durchlaufen für alle Arbeiten Kernbestandteil, darüber hinaus haben die meisten Gruppen versucht, einen fördernden Ansatz zu finden: Häufig eine Art zu absolvierendes Problem, also eine Art Spiel.

3.3.2 Arbeiten für das Seminar „1:1“ Bauhaus Universität Weimar

Im Rahmen des Lehrbetriebes der Juniorprofessur Architekturinformatik entstanden im Laufe mehrerer Semester eine Reihe von Beispielen zur Visualisierung von Gebäuden, wobei der Schwerpunkt jeweils auf einen über die Visualisierung hinaus gehenden Nutzen gelegt wurde. Es entstand eine ganze Reihe von Arbeiten, größtenteils Stadt- oder Gebäudeinformationssysteme, aber auch einige experimentelle Arbeiten mit dem allgemeinen Inhalt Architektur im virtuellen Raum. Einige Ergebnisse werden hier vorgestellt.

Die Arbeit des Studenten Herse ist ein visualisierter Semesterentwurf, in diesem Fall ein Projekt für den Lehrstuhl Gesundheitsbau. Über ein Menü hat man die Möglichkeit, entweder eine kurze Animation des Gebäudes zu sehen, oder das Gebäude eigenständig zu erkunden. Neben der Möglichkeit, sich virtuell durch das Gebäude zu begeben, ermöglicht das Programm das Abspeichern eines Screenshots sowie das Umschalten zwischen einer Tag- und einer Nachtsituation.

Ansatzweise ist eine Sonnenbewegung eingebaut. Auch aufgrund der vielen Details arbeitet das Programm vergleichsweise langsam.



Abb. 3.13 Screenshot *Visualisierung eines Gesundheitsbaus* [Herse 2005]

Das es auch völlig andere Ansätze gibt, zeigen Arbeiten wie die der Studenten Fröhlich, Voss, Thomas, bei denen es nicht in erster Linie um die Präsentation eines Architekturentwurfes, sondern um die Erfassung eines alten Gebäudes für die Denkmalpflege geht. Das Programm zeigt Bestandsaufnahmen der historischen Substanz sowohl als Plan, als auch als Foto. Zusätzlich werden anhand eines einfachen Modells Bauschäden und Veränderungen über einen Zeitraum gezeigt. Interessant ist hier der Einsatz einer Zeitleiste, an der sich die verschiedenen Veränderungsstufen ablesen lassen. Ebenfalls bemerkenswert ist die Form des Menüs, das aus verschiedenen zweiteiligen Quadern besteht, deren Teile sich gegeneinander verdrehen lassen und so neue Menüpunkte enthüllen. Leider hat diese Idee den Nachteil, etwas unübersichtlich zu sein, was aber auch daran liegen mag, dass die Umsetzung, wie bei den meisten andern studentischen Arbeiten, im Rahmen eines Seminars nur prototypenhaft sein kann. Wie sehr hier auch die Idee des Menüs Kern des Konzepts ist, zeigt sich auch daran, dass es als animierter Kernbestandteil im Eingangsbildschirm aufgenommen wurde.



Abb. 3.14 DocSy [Fröhlich, Voss, Thomas 2005]

Neben reinen Architekturvisualisierungen gab es auch einige Studenten, die sich mit Stadt und Stadtinformationssystemen beschäftigt haben. Bei diesem Projekt von Schneider und Yun Xia etwa kann man die Innenstadt von Weimar betrachten und sich Informationen zu einigen historischen Gebäuden holen. Dazu nutzten die beiden eine objektorientierte Perspektive. Man kann die Stadt wie aus der Luft betrachten und die Ansicht um einen Fokus drehen, sowie ein- und auszoomen. Ein Menü ermöglicht es, die Bewegung auch über Schalter erfolgen zu lassen. Außerdem hat man die Möglichkeit, die Komplexität der Szene zu verändern, Bushaltestellen, Straßennamen und einen potentiellen Standort des Systems ein- und auszublenden. Ferner ermöglicht ein simpler Kompass die Orientierung an den Himmelsrichtungen. Geht man mit der Maus über eines der markanten Gebäude Weimars, leuchtet es rot auf und der Name erscheint als Text. Hält man die linke Maustaste gedrückt, erscheint ein kurzer Informationstext zum Gebäude. Die Umsetzung ist insgesamt sehr gut und das Programm zeigt, wie informativ ein interaktives System sein kann. Lediglich die Tatsache, dass man die Maustaste gedrückt halten muss, um den Text zu lesen, fällt negativ auf und zeigt, wie wichtig es ist, sich auch um Details der Softwareergonomie Gedanken zu machen.

Es gab noch eine Reihe weiterer Seminararbeiten, leider können an dieser Stelle nur einige ausgewählte gezeigt werden. Allerdings besteht die Möglichkeit, sich alle Arbeiten auf der Seite <http://infar.architektur.uni-weimar.de/jpai/html/index.html> der Juniorprofessur Architekturinformatik der Bauhausuniversität Weimar anzusehen.

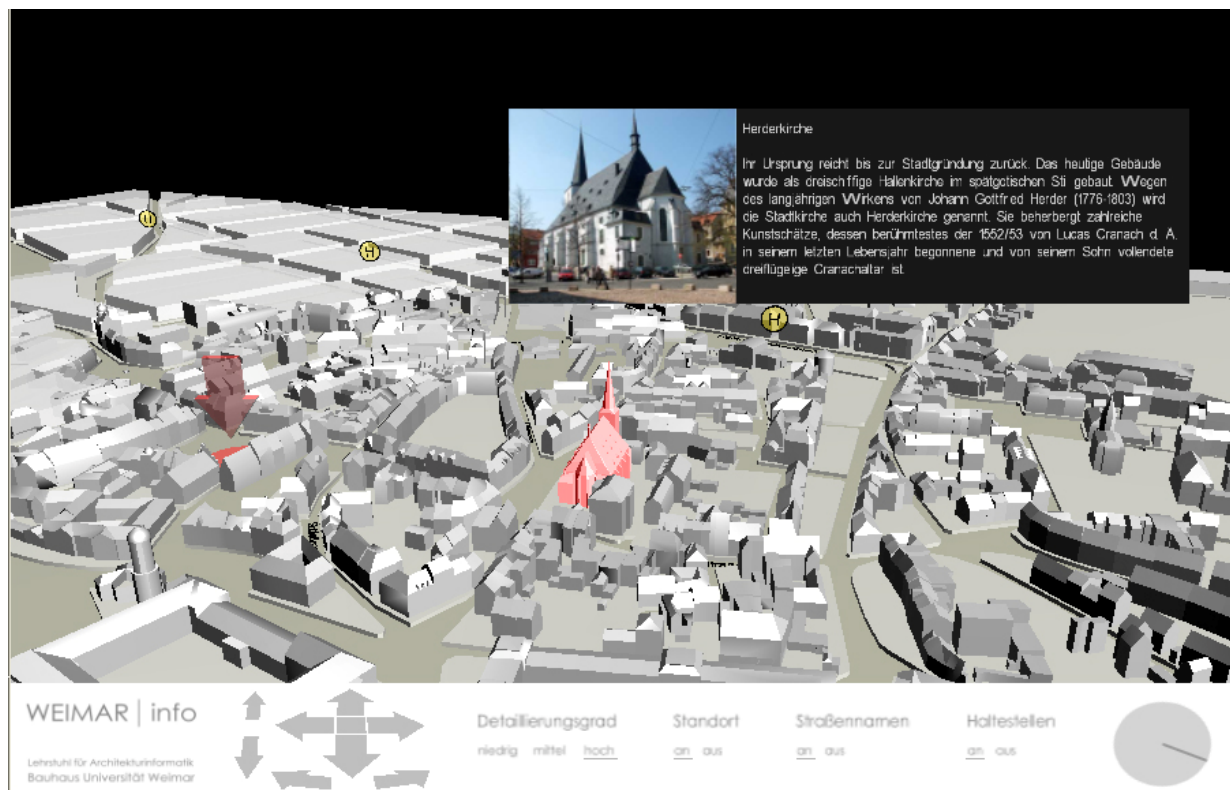


Abb. 3.15 WeimarInfo [Yun Xia, Schneider 2006]

3.4 Auswertung

Man kann sehr deutlich die Einflüsse der Produkt- auf die Architekturvisualisierung erkennen. Stimmungsbilder werden ähnlich gestaltet, Szenen ähnlich ausgeformt. Selbst darstellerische Grundsätze gingen in die Architekturbeispiele über. So wurde zum Beispiel die, in klassischen Entwurfsdarstellungen eher selten vorkommende, Vogel-, bzw. Modellperspektive übernommen, deren Aussagegehalt in etwa einem Lageplan entspricht. Die wenigsten Menschen können Häuser von oben überfliegen, die virtuelle Erfahrung entspricht hier also nicht der realen. Der sich daraus ergebende Zusatznutzen könnte zum Beispiel die Verbindung von Lage und Schnittplänen oder das Aufdecken der Grundrisse sein, und somit das Verständnis von Raumzusammenhängen erleichtern, anstatt einen irrealen Realismus vorzutäuschen.

Darüber hinaus ist die Frage nach der Interaktivität nicht selten ähnlich wie bei der Massenware gelöst worden, sie bezieht sich auf die gleichen Ideen der Individualisierung. Das Haus an sich ist nicht veränderbar, dafür kann man Teile der Ausstattung austauschen bzw. farblich anpassen. Letztendlich ist ein Gebäude auch ein Produkt. Doch ist Architektur als Entwurf in sich abgeschlossen, spätere Veränderungen sind persönlicher Natur. Es ist also weniger wichtig, Nebensächlichkeiten verändern zu können, als spezifische Besonderheiten herauszuheben. In einigen der Studentenarbeiten etwa, geschieht dies durch einen visuellen Vergleich des nicht vorhandenen Entwurfes mit gebauten Häusern des gleichen Architekten. Der Mehrwert liegt hier also im Erkenntnisgewinn über die Arbeiten Mies van der Rohes und dem vergleichenden Erkennen der Besonderheit(en) dieses einen Entwurfes im Lebenswerk des Architekten. Nun sind Studenten nicht den gleichen kommerziellen Zwängen unterworfen, wie es etwa Architekten und Bauherren sind, weshalb ein etwas höherer Arbeitsaufwand für die Darstellung nicht unbedingt verkaufsfördernder Inhalte erst möglich wird. Allerdings muss gerade in der Architektur immer auch der Gedanke, die Idee mit verkauft werden, schließlich macht sie einen Teil des Preises aus. Es muss also betrachtet werden, inwieweit sich Ideen über die bloße Form hinaus mit Hilfe dieses Mittels präsentieren lassen.

Natürlich besitzen einige der verkaufsfördernden Details durchaus einen gewissen weiteren Nutzen. Gegenstände des täglichen Gebrauchs etwa sind in ihrer Form und Größe den Menschen bekannt und dienen dadurch als Maßstab. Viele Entwurfspläne werden erst lesbar, wenn architekturunspezifische Nebensächlichkeiten eingezeichnet werden, die Größe, Lage und Form optisch entschlüsseln. Solche Vergleichsobjekte gehören also in die Darstellung, sollten sich aber zurückhalten, um nicht in das Zentrum der Betrachtungen zu rücken.

Als einziges Durchmischen verschiedener Darstellungsformen ist in den Beispielen lediglich der Wechsel zwischen Ego-Perspektive, die in Plandarstellungen etwa der Perspektivansicht entspricht, und der hier noch etwas fragwürdigen Vogelperspektive vorhanden. Die räumliche Erfassung ist durch die interaktive Perspektive zwar stärker als in zweidimensionalen Plänen, aber immer noch geringer, als etwa bei extra zu diesem Zwecke erstellten Zeichnungen.

Von allen hier gezeigten Beispielen beschäftigt sich lediglich *München4D* mit einem weiteren Aspekt, dem Architektur unweigerlichen unterworfen ist. Veränderungen über einen langen Zeitraum. Zumeist wird das zu betrachtende Objekt in seiner scheinbar stets unveränderlichen Form gezeigt. Langfristige Betrachtungen sind im

Produktbereich nicht gewünscht, da Haltbarkeit durch Konsum ersetzt wurde. Gebäude sind prinzipiell da allerdings grundlegend anders veranlagt, Architekten bauen meist für eine größere Zeitspanne, manche sogar für die Ewigkeit. Die sich ergebenden Veränderungen, betreffen die nähere Umgebung und damit die Lage und Wirkung im Stadtraum. Auch aus diesem Grund kann man Architektur nicht ausschließlich als Solitär darstellen, wie es in den Beispielen fast ausschließlich der Fall ist. Als letztes sei die eingeschränkte bzw. nicht sehr intuitive Interaktion an sich genannt. Türen, Fenster, Mobiliar und ähnliches sind in manchen Fällen bis ins kleinste Detail in der Szene vorhanden, ohne dass der Anwender aus diesen Details viel Nutzen ziehen könnte. Interaktion ist in den wenigsten Fällen mit diesen Kleinigkeiten möglich, das geht soweit, dass man in einzelnen Beispielen durch geschlossene oder nur halbgeöffnete Türen gehen muss, um in den nächsten Raum zu gelangen. In anderen Beispielen (etwa von Uani s.o.) sind die zu ändernden Gegenstände zwar bis ins kleinste ausgeformt und optische Immersion schon aufgrund der Detailstufe sichtbar erwünscht, dennoch wechselt man seinen Teppich über ein Menü aus. Dieser indirekte Zusammenhang zwischen Handlung und Ergebnis ist in der Realität lediglich bei Licht- und ähnlichen Schaltern vorhanden. Naheliegend wäre gerade bei der Realität so verhafteten Szenen also ein eher direkter Ansatz bzw. eine Assoziation aus der Realität. Selbst in Internet-Geschäften kann man seine Waren mittlerweile „in den Warenkorb legen“.⁹

3.5 Verwendete Programme

Die analysierten Beispiele, sowohl aus dem Produkt- als auch dem Architekturbereich, sind mit verschiedenen Programmen erstellt worden, die als objektorientierte Umgebung das Visualisieren von dreidimensionalen Daten, gegenüber Programmiersprachen wie C++, vereinfachen. In diesem Abschnitt werden einige der Programme kurz vorgestellt.

Bei Quest3D, der Software, die an der Bauhausuniversität Weimar benutzt wird, handelt es sich um eine objektorientierte Programmierumgebung, die vom holländischen Softwareentwickler Act3D entwickelt und vertrieben wird. Das Programm ist in mehrere Bereiche unterteilt. Im „Channelbereich“ lassen sich Bausteine, die jeweils einem C++ Codestück entsprechen, mittels „drag and drop“ zu baumartigen Flussdiagrammen verbinden, die dann vom Rechner in Echtzeit interpretiert oder kompiliert werden können. Im Animationsbereich lassen sich Bewegungen, Animationen, Größe und Form der Objekte ändern. Und im Objektbereich hat man abschließend die Möglichkeit, die Materialeigenschaften der einzelnen Objekte zu beeinflussen. Weitere Bereiche ermöglichen komplexere Manipulationen, etwa Pfade anzulegen, Tabellen zu erstellen und auszuwerten. Als Endergebnis kann man ein selbstständig lauffähiges Programm, einen Bildschirmschoner oder eine Netzapplikation erzeugen.

Cult3D ist ein Programm, das es ähnlich Quest3D ermöglicht, vorgefertigte 3D Modelle mittels eines Graphen interaktiv zu animieren. Allerdings wurde durch das direkte Einbetten von Javascripten ein stärkeres Gewicht auf Internetpräsentation gelegt. Es gibt sogenannte „Events“ (Ereignisse) und „Actions“ (Aktionen), die man mittels Drag and Drop auf eine „Eventmap“ zieht, und so eine Art Graph erzeugt, der jeweils den Zusammenhang zwischen Aktion und Ereignis zeigt. Wie in Quest3D kann das Programm die Befehle im Programm selbst in Echtzeit interpretieren. Die

⁹ vgl. www.pearl.de

einzelnen Bausteine sind sehr anschaulich dargestellt, so steht z.B. ein kleines Mausicon für ein Mausklickereignis. Am Ende hat man die gleichen Möglichkeiten, ein eigenständiges Programm zu erzeugen.

Virtools, das dritte Programm, das als Grundlage einiger der hier gezeigten Beispiele diente, bedient sich ebenfalls einer grafischen Oberfläche. Ebenfalls enthalten ist eine Echtzeitumsetzung der dreidimensionalen Anwendung, eine eigene Scriptsprache und ein auf C++ basierendes Selbstentwicklerpaket (SDK). Darüber hinaus wirbt die Firma mit einer offenen „Architektur“, die es ermöglicht, fast beliebige 3D Daten zu laden. Wie die anderen Systeme auch, unterstützt das Programm die neuesten 3D- Techniken wie Pixel- und Vertexshader. Diese Anwendung läuft im Gegensatz zu z.B. Quest3D allerdings auf Basis von OpenGL. Das bedeutet, dass es auf wesentlich mehr Computern lauffähig ist, als es etwa DirectX basierte Systeme sind.

4 Konzept der Software

4.1 Thesen und Prämissen

Als Basis für das Konzept bedient sich dieses Projekt einiger vorangestellter Thesen, die sowohl als Grundlage für alles Folgende dienen, wie auch vom Ergebnis hinterfragt werden sollen.

Die Thesen:

- Auch in der Architektur ist jede Idee nur so gut wie die Fähigkeit, diese zu vermitteln.
- Der weitaus größere Teil der Entwurfsgedanken ist von außen betrachtet nicht oder nur schwer zu verstehen.
- Jedes weitere Medium in der Architekturdarstellung ergänzt bisherige und ersetzt sie nicht.
- Eine Kombination mehrerer Darstellungsformen ist am effektivsten, um sowohl Informationen zu vermitteln, als auch Werbung für ein Projekt zu machen.
- Interaktive Auseinandersetzung mit abstrakten Inhalten vermittelt diese besser als passive Aufnahme von Informationen.
- Der technische Standard wird sich stetig erhöhen und Computertechnologie noch stärkeren Einzug in den Alltag halten.
- Es wird eine interaktive Form der Architekturdarstellung geben.
- Die Sprache, mit der Inhalte vermittelt werden, ändert sich mit dem Medium, passt sich diesem an.
- Die Kommunikation im allgemeinen und die Architekturdebatte im besonderen wird zu immer größer werdenden Teilen in virtuellen Räumen stattfinden und sich um diese drehen

Die sich daraus ergebenden Fragen zu beantworten, ist also Ziel des Konzepts.

Welche neuen Inhalte können vermittelt werden?

Mit welcher Sprache vermittelt man diese Inhalte?

Welche Interaktionen mit Inhalten sind mit möglich und wie laufen sie ab? :

4.2 Zielgruppe

Obwohl die Zielgruppe für diese Software klar umrissen ist, ist es nicht einfach, genau mit dem Finger auf sie zu zeigen. Letztendlich soll der Architekt bzw. Planer das Programm einsetzen. Allerdings macht er das nicht für sich selbst.

Vielmehr dient sie ihm als neues, zusätzliches Mittel, seine Gedanken an seine Auftraggeber zu vermitteln. Die Software ist also für den Architekten, vieles von dem, was in der Software gezeigt wird, ist aber für den Bauherrn bzw. den Nutzer des Bauwerkes. Viele der Informationen, die präsentiert werden können, sind nicht für jeden möglichen Betrachter interessant oder von Belang, deswegen muss derjenige, der präsentiert wie bisher auch bewusst auswählen, welche Informationen für seinen Kunden von Interesse sind. Diese Arbeit ist zwingender Teil der Aufgabe der Architekten und kann solange von keinem Computer abgenommen werden, wie der Architekt selbst nicht vom Computer verdrängt werden kann und möchte.

4.3 Neue Inhalte, die Interaktion und die Sprache

Wie bereits in Punkt 2.3. Animation beschrieben, ist mit dem Computer und der Simulation eine neue Dimension in Vermittlung von Architektur eingezogen. Diese neue Dimension ist die Zeit. Mit Hilfe der Zeit lassen sich nicht nur statische Zustände, sondern auch dynamische Zusammenhänge abbilden. Architektur als Objekt ist zwar statisch, allerdings ist das das Erfahren und Begreifen von Architektur nicht. Animationen können teilweise leisten diese nichtstatische Erfahrung zu vermitteln, aber sie bieten dem Nutzer keine Freiheiten, sie sind nicht interaktiv. Also ist der erste mögliche Inhalt klar und einfach definiert: Architektur muss dynamisch erlebbar werden.

Das heißt, es muss dem Nutzer möglich sein, eine virtuelle Architektur eigenständig zu erleben. Aus der Notwendigkeit, die Vorteile möglichst vieler Darstellungsformen einfach zusammenzufassen, wie uns die Analyse gezeigt hat, ist es notwendig, die maßgeblichen Formen bzw. deren Vorteile zu übernehmen.

Computergestützte Programme ermöglichen es ferner, physikalische Zustände zu simulieren. Erweitert man solche Zustände um den Faktor Zeit, werden daraus physikalische Prozesse. Für alle Bauprojekte sind sie maßgeblich, auch wenn sie meist im Hintergrund bleiben. Dennoch haben sie nicht selten auch einen hohen Einfluss auf den Entwurf. Als Beispiel sei hier nur der „Turm der Winde“ von Toyo Ito genannt, dessen auf äußere Einflüsse (etwa das Wetter) reagierende Fassade praktisch gebauter physikalischer Prozess ist.

Der nächste mögliche Inhalt ist also das Darstellen dieser Prozesse. Wie bringt man hier nun die Interaktivität unter? Zum einen gibt es die Möglichkeit der Auswahl von Informationen. Ein Nutzer kann nur eine bestimmte Menge von diesen, meist nur eine, zu einem bestimmten Zeitpunkt aufnehmen. Zum zweiten gibt es die Parameterbestimmung. Wie beim Erfahren eines Hauses durch Veränderung einer Position im Raum, kann man einen Prozess nur begreifen, indem man sich innerhalb

des Prozess(zeit)raumes bewegt, also die verschiedenen Einflussgrößen ändert.

Als letzter Punkt sei der Verständnisfaktor genannt. Ein Prozess als solcher ist nur zu verstehen, wenn man die Vorgänge im Prozess im Einzelnen erkennen kann. Also muss es dem Betrachter möglich gemacht werden, hinter die Vorgänge zu schauen.

Nicht Sichtbares muss sichtbar gemacht werden. Dazu müssen Abstraktionsstufen hinschaltbar sein. Dieser letzte Punkt bezieht sich nun auf eine weitere Inhaltsgruppe:

Architektur ist nicht selten aus einer Reihe von abstrakten Gedanken heraus entstanden, die sich als solche direkt oder indirekt im Endprodukt, dem späteren Bauwerk, abzeichnen und als solche für den Laien und nicht selten auch für den Fachmann schwer oder gar nicht zu erkennen sind. Zwar werden auf Plänen nicht selten Zusammenhänge dargestellt, aber auch hier wiederum notwendigerweise stark abstrahiert.

Daraus ergibt sich ein weiterer und wahrscheinlich der interessanteste Inhalt: Abstraktionsregulierung. Oder einfach: Ein Schalter, mit dem man abstrakte Gedanken von unverständlich auf einleuchtend umschalten kann. Das ist sicherlich



Abb. 4.1 Turm der Winde

so und in dieser idealisierten Formulierung nicht möglich. Allerdings gibt uns die künstliche Welt einige neue Werkzeuge in die Hand.

So kann man aus den am Anfang aufgezählten Vorteilen der Darstellungsformen ein großes Ganzes machen – im virtuellen Raum ist es möglich, aus einem Plan ein Modell zu machen und dieses Modell so zu animieren, dass es fast genauso erlebbar wird wie ein gebautes Objekt. Es muss im Programm also alles vorhanden sein:

Sowohl Plan und seine Vorzüge, als auch verkleinertes Modell in seiner ihm eigenen Form der Betrachtung, wie auch die Simulation, die die Eigenschaft der Animation noch um die Interaktion erweitert. Zum Verständnis, aber auch aus der Entwicklung heraus, muss es also möglich sein, zwischen einem Plan, einem von außen betrachteten Modell und einer immersiven Darstellung zu blenden. Das sollte möglichst stufenlos geschehen, um den Sinnzusammenhang der einzelnen Formen und deren Inhalte in Verbindung zu bringen und somit klar zu machen.

4.4 Gliederung

Als Grundlage für jede Darstellung in diesem Programm dient ein virtuelles Modell, das zunächst mit entsprechender Software im Vorfeld erstellt werden muss. Außerdem muss zu Beginn definiert werden, was die herauszustellenden Eigenschaften und Besonderheiten des Objekts sind, um diese im Programm entsprechend betrachten zu können.

Jede Besonderheit wird entsprechend ihrer Eigenschaften in eine der drei oben aufgeführten Gruppen (Dynamik, Prozesse, Abstraktion) eingeteilt. Jede einzelne Gruppe bedarf einer besonderen Form der Darstellung im Programm. Am einfachsten zu verstehen, da an der Wirklichkeit orientiert, ist das dynamische Erleben. Mittels einer realitätsnahen Szene wird die uns bekannte Umgebung nachgeahmt, durch die man sich mit Eingabegeräten wie Maus, Tastatur etc. frei durch und um das Objekt bewegen kann.

Ferner kann man mit dem Objekt in realitätsnaher Form interagieren.

Zu solchen Interaktionen zählen z.B. das Öffnen der Türen und Fenster, das Verschieben von Gegenständen etc. Das erzeugt einen hohen Grad an Immersion, die für Verständnis, aber auch Benutzerakzeptanz wichtig ist.

Außerdem steht eine Perspektive vergleichbar der eines gebauten Modells zur Verfügung, die man übergangslos einschalten kann.

Damit kann man die ganze Szene aus einer Art Vogelperspektive betrachten und in weniger immersiver, aber dafür, mit Hilfe einiger Zusatzwerkzeuge, wesentlich informativeren Form das Gebäude betrachten.

Prozesse kann man sowohl in einer freien Egoperspektive oder in prozessspezifischer Ansicht (objektbezogene Perspektive) betrachten. Ferner sollte man zwischen realitätsnaher Darstellung der Objekte und stärker abstrahierter Darstellung der Objekte umschalten können, um ansonsten unsichtbare oder unverständliche Vorgänge betrachten zu können.

Für die Darstellung abstrakter Gedanken sind neben einer freien Betrachtungsform vor allem geführte Perspektiven nötig. Das Programm muss hier in etwa das leisten, was ein Architekt im (idealen) Kundengespräch leisten muss, nämlich den Blick des Gegenübers auf den entscheidenden Punkt zu lenken und diesen dort zu erläutern. Der Architekt nutzt dazu Stimme, Mimik und Gestik. Das Programm nutzt Symbole, Bewegungen und Objektveränderung, also weniger menschliche Signale.

Dabei ist genau so viel Realitätsnähe nötig, dass für den Betrachter der Zusammenhang zum Objekt erhalten bleibt und andererseits genau so wenig, dass ein ansonsten unverständlicher Gedanke darstellbar wird.

Die Einstellung des Realitätsgrades wird hier auch dazu eingesetzt, um den Blick zu lenken. Wichtiges ist dann entsprechend realer abgebildet oder hebt sich durch farbliche und/ oder physische Überhöhung heraus. (siehe Abb. 4.2-4.6)

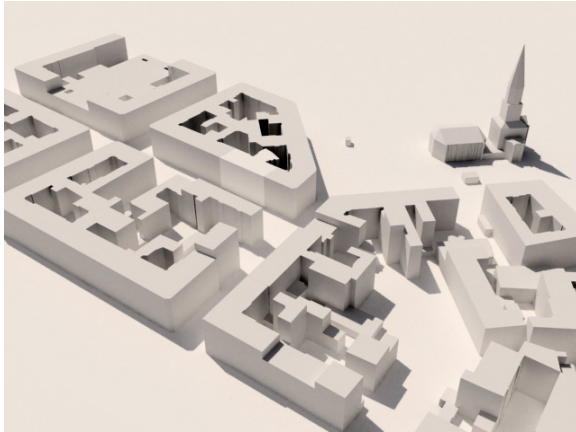


Abb. 4.3 Szene ohne Differenzierung

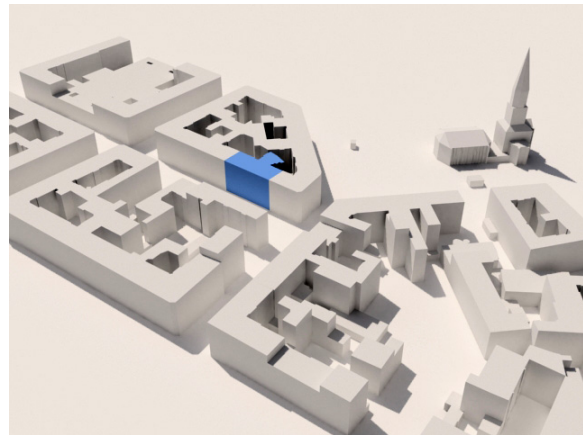


Abb. 4.2 Szene mit farblicher Überhöhung

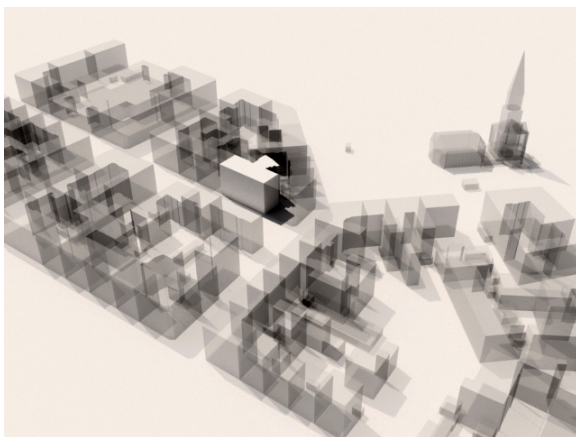


Abb. 4.5 Szene mit realistischer Überhöhung

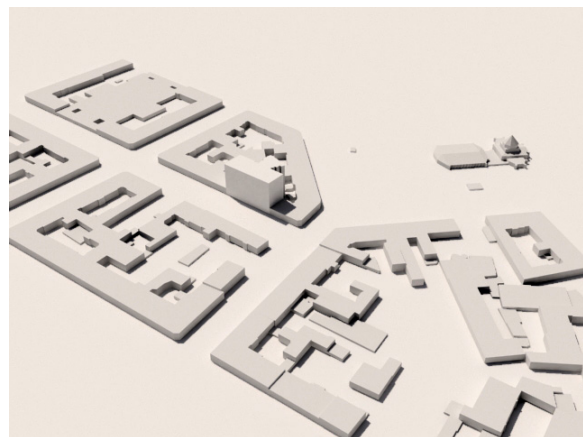


Abb. 4.4 Szene mit geometrischer

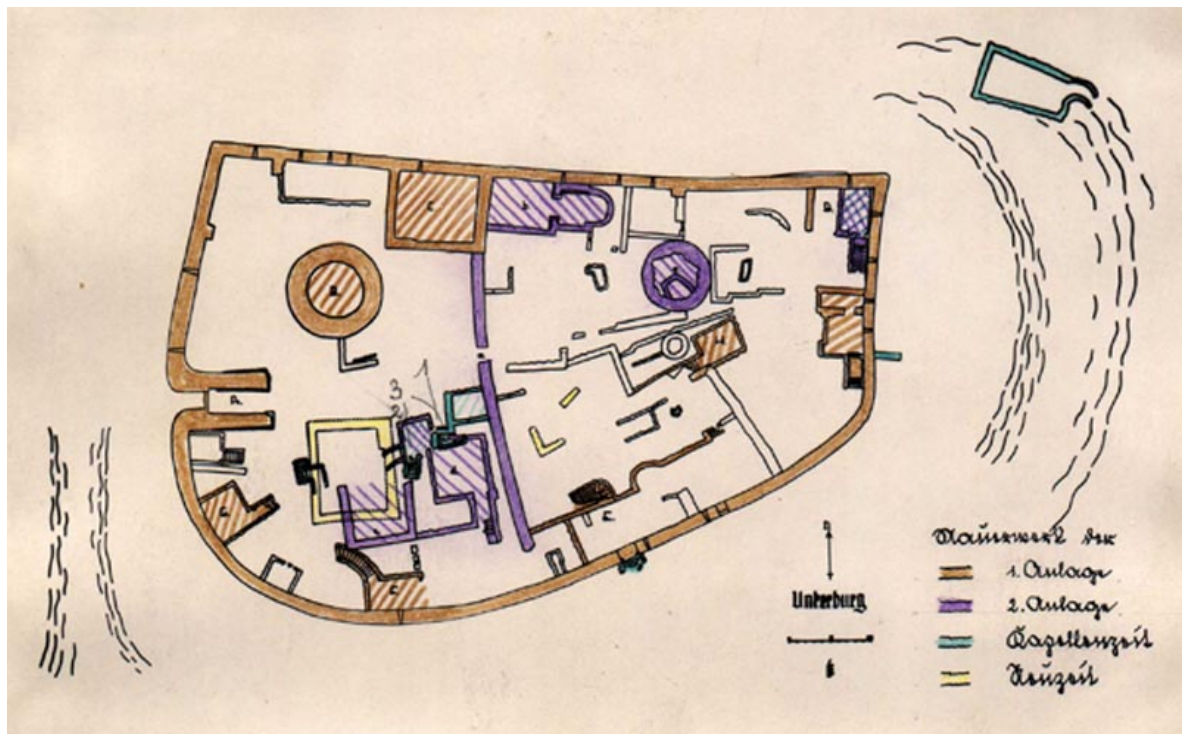


Abb. 4.7 Plan historischer Bauphasen der Kyffhäuserburg in Falschfarben nach Neumann

[http://web11.p15166456.pureserver.info/justorane_cms-99.html 2007]

Die Betrachtung von nicht-visuellen Sinneseindrücken, z.B. Raumakustik, zum Erzeugen von Realitätsnähe oder Stimmungen wird im Rahmen dieser Arbeit ausgeklammert, hat allerdings für spätere Betrachtungen durchaus einen hohen Stellenwert.

4.5 Technische Details

Wie bei jedem modernen Computerprogramm ist die Softwareergonomie ein zentrales Thema. Programmstrukturen müssen übersichtlich und Funktionen leicht auszulösen sein. Die verwendeten Symbole müssen verständlich und in zunehmendem Maße international sein. Nach Möglichkeit muss jede Aktion multimodal, das heißt mit verschiedenen Mitteln, auszulösen sein. In diesem Fall heißt das, es muss für jede Aktion mehr als ein Eingabemedium bzw. Auslöser geben. Einerseits soll man sich über klassische Tastatureingaben durch das Programm bewegen oder ein freieres Eingabegerät, z.B. eine Maus, verwenden können. Damit Mausaktionen im Programm in Bewegungen umgesetzt werden, gibt es einen eigenen möglichst einfach gehaltenen Knopf, der angelehnt an ein Steuerrad, mittels Anklicken und Ziehen die Blickrichtung dreht und durch schlichtes Anklicken der Kreissektoren eine Bewegung in die entsprechende Richtung auslöst. Jeder im Programm stattfindenden Aktion wird das entsprechende Objekt zugeordnet und mittels Mauscursor bzw. Tastatureingabe ausgelöst. Alternativ besteht die Möglichkeit, die Aktion auch über ein ansonsten verdecktes Menü auszulösen. Die Symbolik auf dem Menü orientiert sich soweit möglich an abstrakten Darstellungen allgemein bekannter Bilder für Tätigkeiten. Hilfetexte werden optional nach einiger Zeit auf einem Menüpunkt eingeblendet. Eingeschaltete Aktionen werden

ausgegraut, nicht mögliche komplett weggeblendet. Die Menüstruktur muss recht einfach sein. Nach einem Auswahlbildschirm, der nur dazu dient, die verschiedenen Beispiele voneinander zu trennen, dienen zwei Menüs für alle zur Verfügung stehenden Aktionen. Ein Menü, das lediglich der Steuerung des sichtbaren Bereichs dient und ein zweites, das die im Programm verfügbaren Befehle enthält. Will man nicht auf die Menüstruktur zurückgreifen, um die möglichen Aktionen auszulösen, erhält man direkt über das entsprechende Objekt Zugriff. Verharrt man über Knöpfen oder Objekten, erhält man eigene kleine Fenster, sogenannte Kontextmenüs. Sogenannte Helfer (engl. „Helper“) wurden als Option in Betracht gezogen, allerdings aufgrund der Kritik, etwa an der „Word Büroklammer“, bzw. der Erfahrung aus dem Beispiel der chinesischen Universität (s. 3.2.5) hinten angestellt.



Abb. 4.8 Entwurf „ökologische Mensa in Ghana“
Beißengroll, Quiatkowski, Vetterlein (2004)

4.6 Beispiele

Als Beispiele für diese prototypische Umsetzung dienen ein Mensaentwurf für eine Universität in Accra/Ghana, ein Hochhausentwurf in Berlin/Deutschland, beides Semesterentwürfe an der Bauhausuniversität Weimar, sowie ein Einfamilienhaus auf Basis eines deutschen Fertighauses der Firma Globushaus.

Am Beispiel der Universität in Accra wird hauptsächlich die Darstellung von Prozessen beispielhaft vorgeführt, da bei diesem Projekt vom Lehrstuhl Ökobau sehr viele technisch-physikalische Details eine Rolle spielten. Beim Hochhaus in Berlin handelte es sich um einen Wettbewerbsbeitrag, betreut vom Lehrstuhl Entwerfen und Baukonstruktion, der großzügig von Kevin H. Lawson zur Verfügung gestellt wurde und an dem sich einerseits Entwurfsgedanken und andererseits Städtebau sehr gut visualisieren lassen. Das dritte Beispiel schließlich zeigt noch einmal generelle Möglichkeiten der



Abb. 4.9 Entwurf "Ein Hochhaus für Berlin"
Ben-Khemais, Grunitz, Kühn, Lawson (2006)

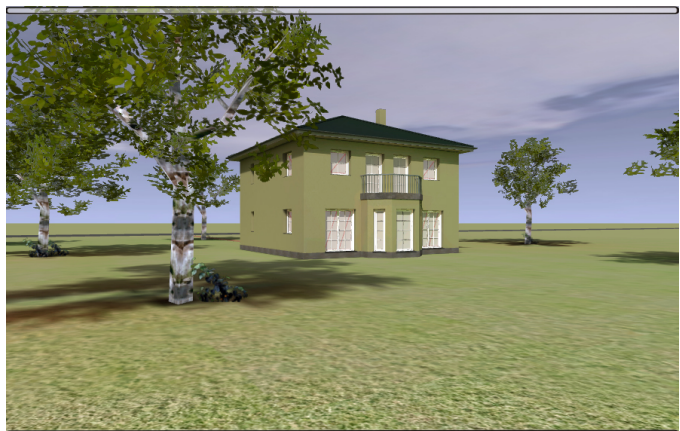


Abb. 4.10 Fertighaus der Firma Globushaus
[Lawson, Quiatkowski 2006]

Interaktivität im Bereich Variation von Farben, Materialien und Bauteilen. Alle Beispiele sind als dreidimensionales Gebäude in unterschiedlichen Programmen und Formaten erstellt worden und wurden für dieses Projekt überarbeitet und angepasst.

5 Umsetzung

5.1 Technik

Die Umsetzung des Konzepts in einem funktionsfähigen Softwareprototyp erfolgt mittels der objektorientierten Programmierumgebung Quest3D.

Quest3D ermöglicht es, mittels „Channel“ genannter Programmbausteinen, eine auf DirectX basierende Grafikengine zum Erstellen eigener Anwendungen zu nutzen. Dazu werden diese mittels Drag and Drop auf einer virtuellen Arbeitsoberfläche angeordnet und mittels Verknüpfungen zu einem sinnvollen Programmablaufplan zusammengefügt. Das Ergebnis ist ein eigenständiges lauffähiges Programm, das auf jedem Windowsrechner mit Grafikkarte und DirectX lauffähig ist. Die Modelle, die in diesem Beispiel verwendet wurden, sind mit verschiedenen 3D Modellierungssoftwares erstellt (AutoCAD, AllPlan Nemetschek, ArchiCAD), anschließend in 3D-Studio Max überarbeitet, und mit dem Quest3D eigenen Exportersystem in das Programm überführt worden, mit dem sie danach interaktiv nutzbar gemacht worden sind.

5.2 Programmoberfläche

Nach Start des Programms befindet man sich zunächst auf dem Startbildschirm mit Programmtitel und Hersteller. Mittels Eingabe- oder linker Maustaste gelangt man ins Auswahlmenü, in welchem man eins der drei Beispielszenarien auswählen kann. Mittels rechter Maustaste lässt sich das Menü drehen, das optisch nächste wird jeweils betitelt.

Hat man sich für eine der drei Szenarien entschieden, klickt man die entsprechende verkleinerte Szene mit dem Mauszeiger an oder wählt mittels Zahleneingabe das Beispiel eins bis drei. Zum Verlassen des Programms wählt man die Exit-Szene.

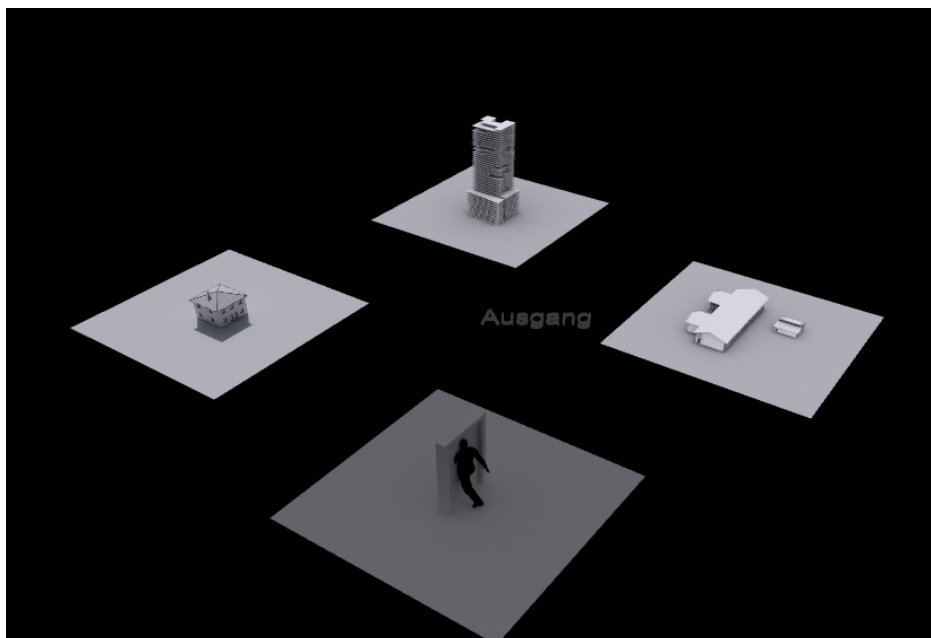


Abb. 5.1 Szenenauswahlmenü via

Innerhalb der Beispiele gliedert sich die Menüstruktur in zwei Leisten. Eine Leiste am unteren Rand des Bildschirms dient der Navigation bzw. allgemeinen Befehlen, eine weitere Leiste gleicher Form am oberen Rand dient der Steuerung der Aktionen, die an Objekten ausgeführt werden sollen. Die Leisten werden erst nach Anklicken mit der rechten Maustaste vergrößert und verkleinern somit bei freier Bedienung mittels Maus und/oder Tastatur nicht das Fenster. Für die Befehle steht ein Unter- bzw. Kontextmenü zur Verfügung, das mittels mittlerer Maustaste ein- und ausgeschaltet wird, und die Einstellungen für den jeweiligen Befehl beinhaltet. Im Programmfenster selbst befindet sich die Szene mit den zu betrachtenden Beispielgebäuden.

Abb. 5.1 deaktiviertes Menü

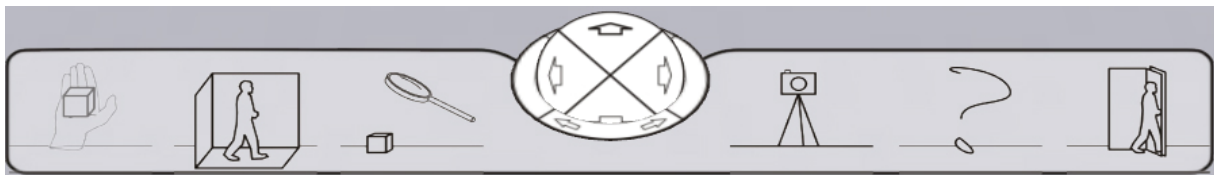


Abb. 5.3 aktiviertes Steuermenü mit Steuerrad

5.2.1 Navigationselemente

Im Zentrum des unteren Bildbereichs innerhalb der Navigationsleiste befindet sich das so genannte Steuerrad. Es dient der Bewegung unter ausschließlicher Verwendung freier Eingabegeräte, wie etwa allen verschiedenen Maustypen. Die Bewegung erfolgt in die Richtung des angeklickten Kreissegments, die Richtung ändert man, indem man mit gedrückter linker Maustaste das äußere Rad in die entsprechende Richtung dreht.

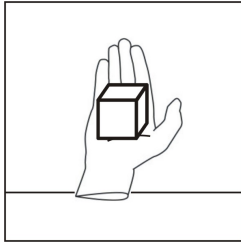
Gleichzeitig dient dieses Element als virtueller Kompass und Horizontanzeige, da der Außenring in allen drei Dimensionen immer gleich orientiert ist.

Auf der gleichen Schaltfläche links befinden sich Schalter für das Wechseln der Perspektive zwischen Modell- und immersiver (Ego-)Sicht, sowie ein Schalter für das Fokussieren der Modellansicht. Auf der rechten Seite befinden sich die Schaltflächen für das Erstellen von Screenshots, Hilfestellungen und für das Beenden des Programms.

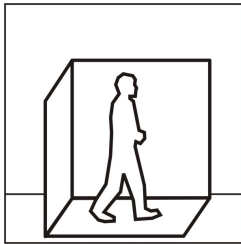
5.2.2 Aktionselemente

Jede mögliche Aktion ist im Programm durch ein entsprechendes Objekt in der virtuellen Welt vertreten. Wahlweise kann man jede Aktion aber auf indirektem Wege auch über die Steuerleiste am oberen Bildschirmrand aufrufen. Das erwünschte Ereignis wird dann direkt stattfinden, ohne dass man sich im virtuellen Raum zum entsprechenden Objekt bewegen muss. Je nach Beispiel variieren die Symbole.

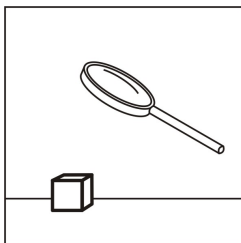
Folgende Symbole kommen im Programm vor:



Modellperspektive – bei eingeschalteter Funktion betrachtet man die Szene aus einer Perspektive, die sich um einen Fokus (zum Beispiel ein Objekt) drehen und zoomen lässt.



immersive Egoperspektive – Bei eingeschalteter Funktion bewegt man sich quasi als Person durch die Szene



Objektfokus - Diese Funktion ermöglicht es, die Modellperspektive auf einen neuen Fokus zu verlagern. Nach dem Einschalten mit der mittleren Maustaste den neuen Fokus bestimmen.

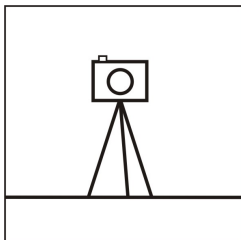
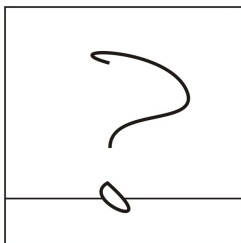
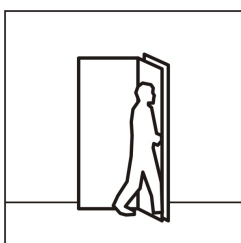


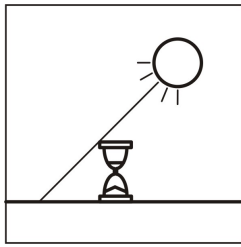
Foto - Ein Tastendruck (und etwas Geduld) vorausgesetzt erzeugt diese Funktion einen Screenshot, ein Bild der aktuellen Szene. Während das Bild gespeichert wird, kann es kurzzeitig zu grafischen Störungen auf dem Bildschirm kommen.



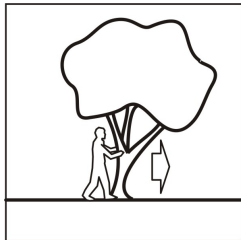
Hilfe - Diese Funktion blendet den Hilfebildschirm ein. Zum Verlassen Escape drücken.



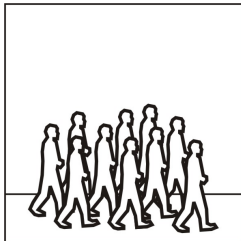
Ausgang - Mit dieser Taste kommt man auf die Menüauswahlscene zurück.



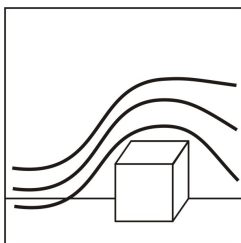
Sonne - Mit dieser Funktion schaltet man den Schatten ein oder aus. Man hat im Untermenü dann die Möglichkeit, die Zeit und das Datum einzustellen.



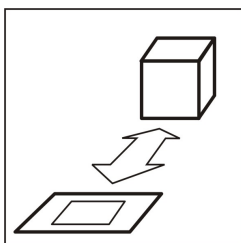
Vegetation - Wenn diese Taste betätigt wurde, kann man die Vegetation innerhalb der Entwurfsgrenzen neu positionieren.



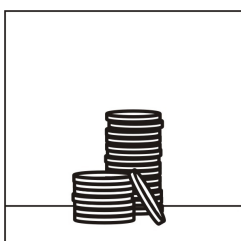
Menschen - Diese Funktion schaltet Menschen als Staffage oder stärker abstrahiert als Verkehrsstrom ein.



Wind - Mit diesem Symbol schaltet man verschiedene Prozesse wie die Lüftungs-, Wasser- und Rauchströme ein.



Plan - Dieser Schalter eröffnet variable Möglichkeiten alternativer Darstellungen von Modellen und Plänen, Schnitten und Überblendungen derselben.



Kosten - Bei eingeschalteter Taste werden die Kosten bei variablen Bauteilzusammenstellungen berechnet und angezeigt.

5.2.3 Kontextmenüs

Über den auswählbaren Menüpunkten erscheint bei kurzer Verweildauer oder bei Betätigung der mittleren Maustaste ein ergänzendes Untermenü.

Über den Objekten erscheint bei einiger Verweildauer ein eigenes kleines Menü, das die spezifischen Möglichkeiten der Objektmodifizierung zu Auswahl hat. Diese Form von Menü wird als Kontextmenü bezeichnet.



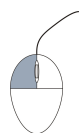
5.2.4 Tastatureingaben und Mausbefehle

Neben der Eingabe über Schaltflächen hat man auch direkten Zugriff für Befehle über Tastatureingaben und Mausbefehle.

Tasten:

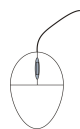
Eingabe	Aktion / Menüpunkt aktivieren
Escape	Programmebene zurück / Exit
Pfeiltasten	Bewegung entsprechend Pfeilrichtung
W	vorwärtsbewegen
A	nach links bewegen
S	zurückbewegen
D	nach rechts bewegen
Leerzeichen	Zurücksetzen der Position
Zahlen	Auswahl der Beispiele
F1	Hilfe / Impressum

Maustasten:



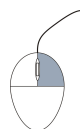
linke Maustaste

Aktion / Menüpunkt aktivieren



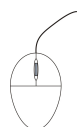
mittlere Maustaste

Ansichten umschalten



rechte Maustaste

Mausbewegungen aktivieren



Scrollrad

ein- und auszoomen

Mausbewegungen:



links

nach links drehen

rechts

nach rechts drehen

vor

nach unten drehen

zurück

nach oben drehen

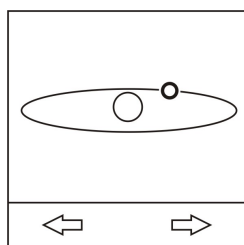
5.2.5 zentraler Darstellungsbereich

Im Zentrum der Darstellung befindet sich die Szene, in dem die Modelle und alle Inhalte dargestellt werden. Die Szene wechselt je nach eingestelltem Beispiel.

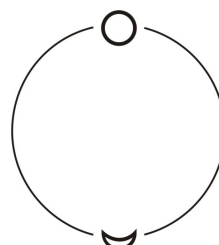
5.3 Darstellen von Prozessen

5.3.1 Verschattung

Wie in vielen bereits gängigen Visualisierungsprogrammen kann auch mit Hilfe dieses Programms der Sonnenstand und die Verschattung visualisiert werden. Allerdings erlaubt dieses Programm interaktiv und ohne Verzögerungen einen beliebigen Jahrestag und eine beliebige Tageszeit bzw. einen Zeitraum und somit den Schattenweg darzustellen. Ferner ist es mit diesem Programm möglich, etwa bewegliche Elemente in ihrer Lage zu verändern und sofort die richtige Verschattung zu erhalten. Jede beliebige Schattensituation ist somit darstell- und aufrufbar. Zum Einschalten dieses Befehls benutzt man das Symbol „Verschattung“ oder benutzt die Sonnenuhr in der Szene, das heißt klickt sie an. Daraufhin ermöglichen zwei Schaltflächen, das Datum einzustellen. Mittels der ersten Schaltfläche werden Monate und Jahre, mit der zweiten Stunden und Tage eingestellt, indem man jeweils links oder rechts auf der Schaltfläche die astronomische Situation vor- oder zurückspult. Im unteren Bereich des Untermenüs erscheint das Datum als Ziffernfolge.



Auswahl der
Monate und Jahre



Auswahl der
Stunden und Tage

5.3.2 Belüftung

Im Entwurfsgebiet des Beispiels Ghana ist es sinnvoll und notwendig, eine möglichst hohe Luftwechselrate in Gebäuden zu gewährleisten. Mit Hilfe variabel auszurichtender Belüftungslamellen, kann für jede denkbare Außenluftgeschwindigkeit von Flaute bis Orkan eine passende Lamellenstellung eingestellt werden und somit das Raumklima grundsätzlich und ohne künstlichen Energieaufwand bestimmt werden.

Der Nutzer richtet die Lamellenfelder aus und erhält sofort eine bildhafte Darstellung der möglichen unterschiedlichen Effekte auf die Belüftungsströme im Gebäude. Die Lamellen können jederzeit über direktes Anwählen und Ziehen der Maus verstellt werden. Bei eingeschalteter Funktion „Wind“ kann man die Auswirkungen im virtuellen Modell sofort beobachten. Im Außenraum ist die Stellung von möglichen Hindernissen entscheidend, daher zeigt der Befehl im Außenraum die Wirkung verschiedener Hindernisse auf den Luftstrom an.

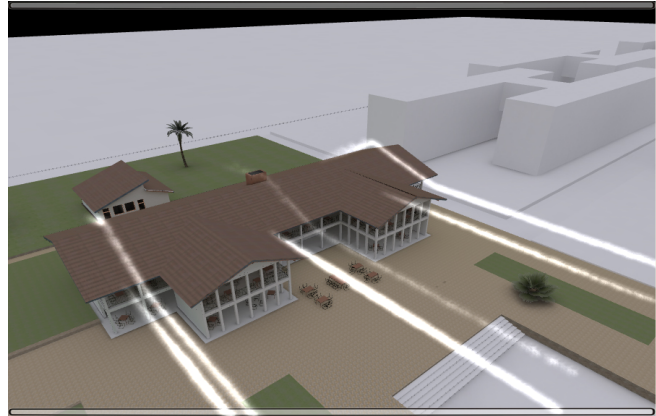


Abb. 5.4 Außenluftstrom

5.3.3 Bewuchs

Bewuchs stellt in seinen Wirkungen eine Kombination sowohl der Verschattungs- als auch der Belüftungskonzepte dar. Ein Baum kann, je nach Höhe, Form und Belaubung, Schatten spenden, aber den Luftzug behindern oder umgekehrt wenig Einfluss auf den Luftstrom haben, aber dafür auch keinen Schatten spenden. Mit Hilfe beweglicher Gewächsmodelle kann der Einfluss von Vegetation aktiv nachvollzogen werden.

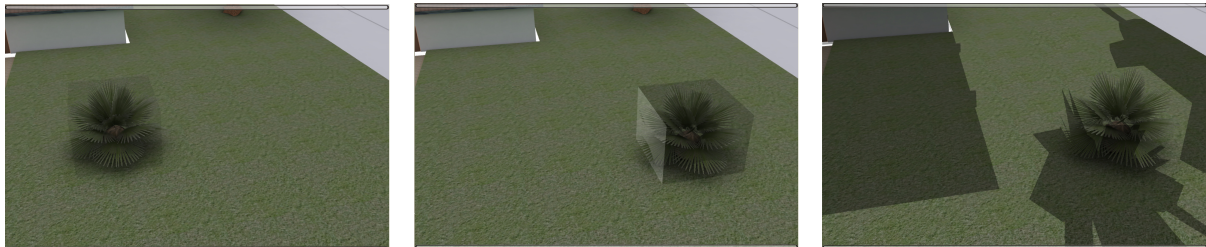


Abb. 5.5 Beispiel beweglicher Vegetation mit und ohne Schatten

Bei eingeschalteter Funktion kann man mit einem linken Mausklick ein Gewächsmodell ergreifen und innerhalb der Projektfläche beliebig positionieren. Dazu wird bei Cursorkontakt um die Pflanze ein Kasten angezeigt, der die Außengrenzen anzeigt und sich bei Auswahl der Pflanze verfärbt. Schatten und Belüftungssimulation passen sich der neuen Position der Vegetation an.

5.3.4 Wasser

Die Dachform eines Gebäudes hat weltweit Einfluss auf das Verhalten bei Niederschlägen. Während in trockenen oder gleichmäßig feuchten Gebieten Niederschlagsmenge und Abflussrichtung von vergleichsweise untergeordneter Bedeutung sind, ist bei tropischen Verhältnissen Regen ein essentieller Bestandteil aller Überlegungen. Daher wird diese im Programm sichtbar gemacht.

5.3.5 Feuer

Feuer ist ein Problem der Gebäudesicherheit, das bis heute regelmäßig Ursache für Tote und Verletzte ist. Daher ist es immer sinnvoll, jedem nachvollziehbar den möglichen Brandverlauf, die Rettungswege und die Gefahren sichtbar zu machen und Katastrophen somit, wenn nicht zu verhindern, in ihrem Gefahrenpotential zu reduzieren. Mit diesem Werkzeug ist das möglich.

5.3.6 Personen und Personenströme

Anhand dieser Funktionen lassen sich Personen und die Personenströme im Gebäude und somit das Funktionieren der Verkehrskonzepte visualisieren. Dazu wird zunächst der Schalter Personen eingeschaltet. Danach kann man Staffage-Figuren oder die Verkehrsströme aufrufen. Da die Staffagefiguren zwar zurückgenommen aber realitätsnäher sind, während die Verkehrsströme durch abstrahierte Körper dargestellt werden, ist ein Nebeneinander beider nicht sinnvoll und schließt sich also aus.

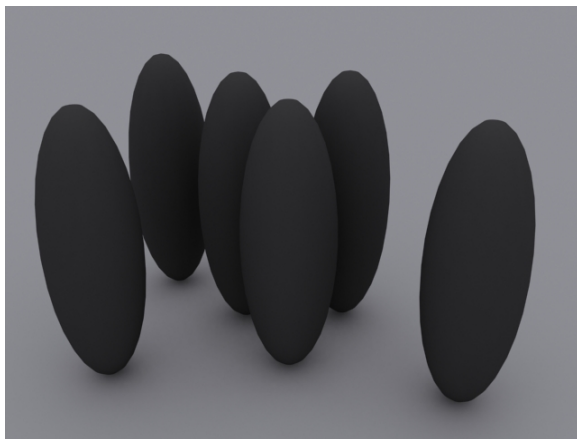


Abb. 5.6 Personendummies für
Verkehrsströme



Abb. 5.7 Staffageperson

5.4 Darstellung abstrakter Entwurfsinhalte

Abstrakte Entwurfsinhalte sind auch aufgrund ihrer Vielzahl und Varianz in ihrer Darstellung recht schwierig. Da Entwurfsgedanken allerdings häufig programmatisch sind oder in Standardsituationen auch mehrfach angewendet werden, ist es möglich,

einige dieser allgemeineren Einflüsse zu generalisieren und sie so in einem Programm als allgemeine Lösung anzubieten. Für komplexe, einmalige Ideen ist es natürlich nötig, auch speziell auf diese einzugehen. Häufig zeigen Architekten auf ihren Skizzen und Plänen solche Gedankengänge, sehr oft allerdings leider auch zum Unverständnis unbedarfter Betrachter. Ziel einer interaktiven Darstellung ist es somit also auch, eben durch die Einflussnahme auf die Darstellung solcher Ideen, wenn nicht auf den Gedanken selbst, einen direkten geistigen Bezug zwischen Betrachter und Entwurf herzustellen und somit grundsätzliche Entwurfsprozesse nachvollziehbar zu machen.

5.4.1 Konstruktionsschnitt

Wie zuvor beschrieben geben Schnitt, Auf- und Grundrisse sowie Kombinationen aus diesen untereinander und mit perspektivischen Darstellungen erst den nötigen Einblick in architektonische und konstruktive Zusammenhänge. Mit Hilfe einer Schaltfläche „Schnitte“ kann man verschiedene Schnittformen ein- und was besonders wichtig ist dazuschalten. Dazu klickt man die Schaltfläche an und kann dann mit Hilfe des Zusatzmenüs durch die einzelnen Schnitte schalten, alternativ kann man auch das Gebäude selbst anklicken und so durch die Grundrissebenen schalten.

5.4.2 Veränderliche Darstellung

Je nach Inhalt mag es notwendig erscheinen, die Darstellungsform zu ändern. Mittels Schalter kann man zwischen Modell- und Plandarstellung stufenlos schalten und

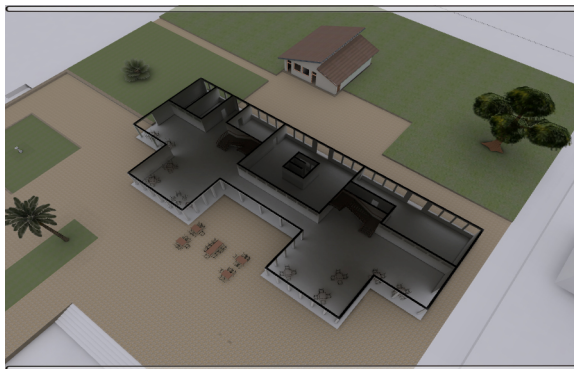


Abb. 5.8 Grundrisschnitt EG

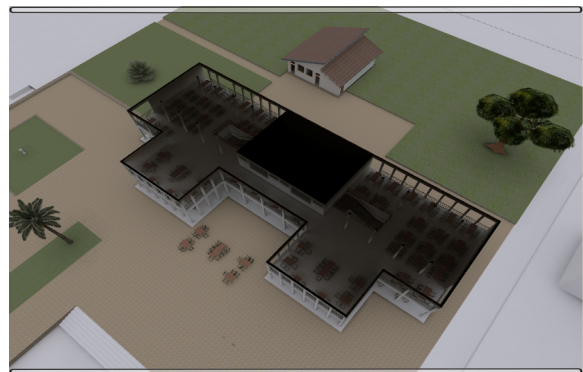


Abb. 5.2 Grundrisschnitt OG

somit den direkten Bezug herstellen. Dazu benutzt man den entsprechenden Schalter und statt des Modells werden die verschiedenen Planformen entsprechend ihrer Lage im Bezug zum Gebäude in den Raum gestellt. Man hat dann die Möglichkeit, durch die einzelnen Pläne zu klicken, und sich bestimmte Pläne detailliert anzuschauen. Als Grundlage dient hier auch die Modellperspektive, denn sie bietet die Möglichkeit, durch entsprechende Drehung, die Pläne genau lotrecht von oben anzuschauen und erweitert diese Funktion durch die Fähigkeit, auf bestimmte Punkte zu fokussieren und sie durch perspektivische Betrachtung in Bezug zu anderen Dingen zu setzen. Eine perfekte senkrechte Betrachtung zweidimensionaler Pläne findet auch in der Wirklichkeit in den seltensten Fällen statt, daher ist eine direkte Bildschirmprojektion, wie etwa bei

anderen Computeranwendungen nicht zwingend notwendig, schränkt den Menschen sogar in seinen normalen Gewohnheiten ein. Man kann die Pläne in Verbindung mit dem Modell betrachten, aber das Modell auch ausblenden, um sich etwa nur die Pläne anzusehen. Zusätzlich kann mittels dieses Befehls ein Modell auch explodiert, das heißt mit nach außen transponierten Bauteilen, angezeigt werden. Häufig werden im Zusammenhang mit virtuellen Modellen auch computertypische Darstellungen wie etwa Meshnetze dargestellt. Obwohl das einfach zu lösen wäre, wurde es hier ausgelassen. Grafisch mag es ansprechend sein, hat gegenüber den übrigen hier genannten Darstellungen aber keinen erkennbaren Mehrwert.

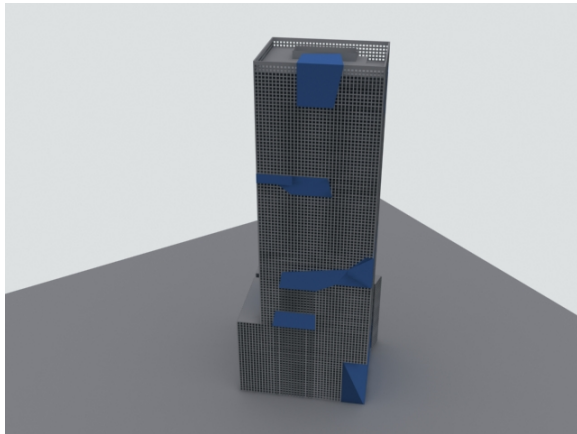


Abb. 5.10 Modell mit farblich hervorgehobenen Freiräumen

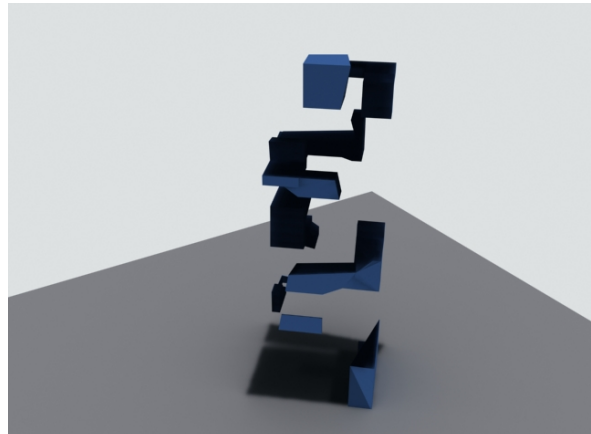


Abb. 5.11 Modell nur aus Freiräumen

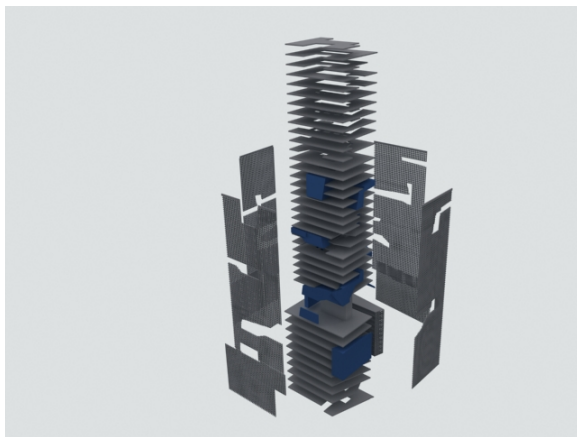


Abb. 5.12 explodiertes Modell

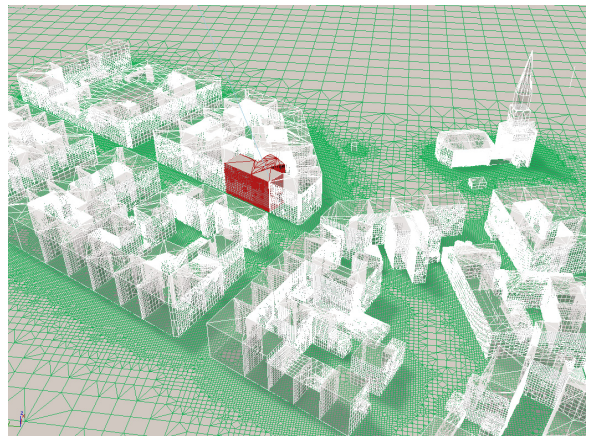


Abb. 5.13 Beispiel Meshnetzmodell

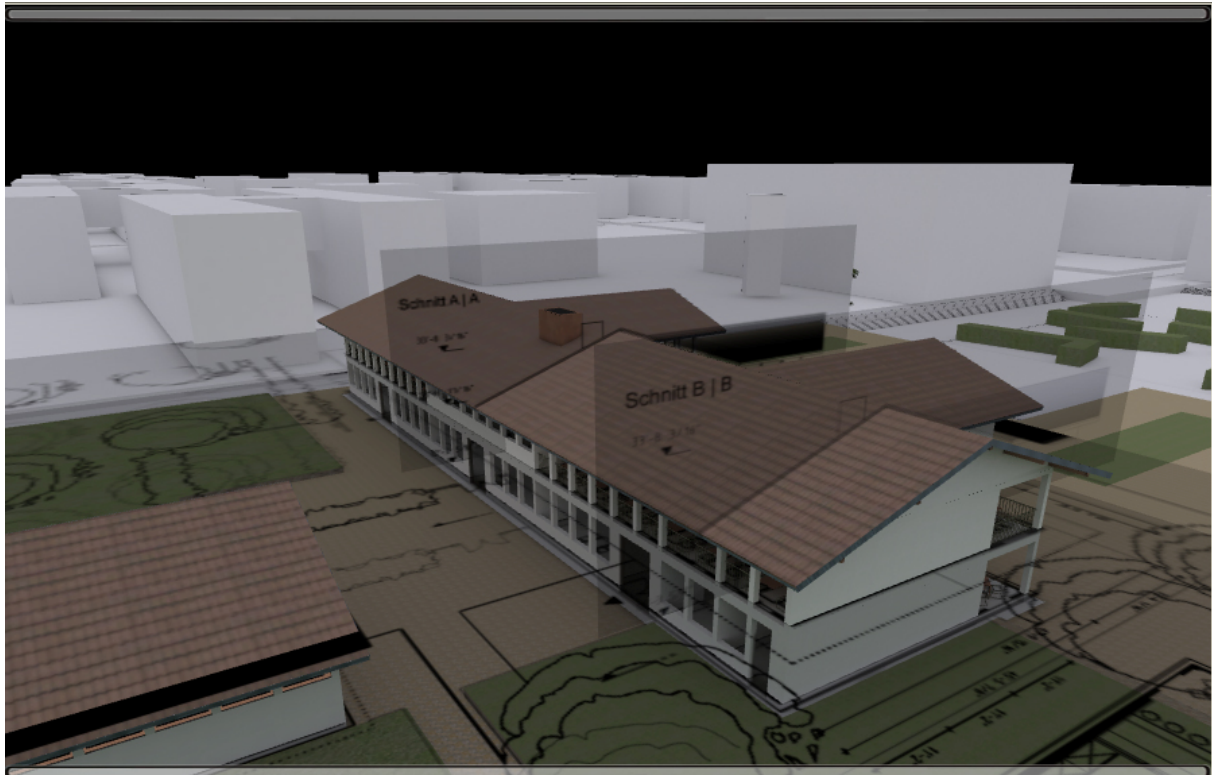


Abb. 5.3 Modell und Risse überblendet

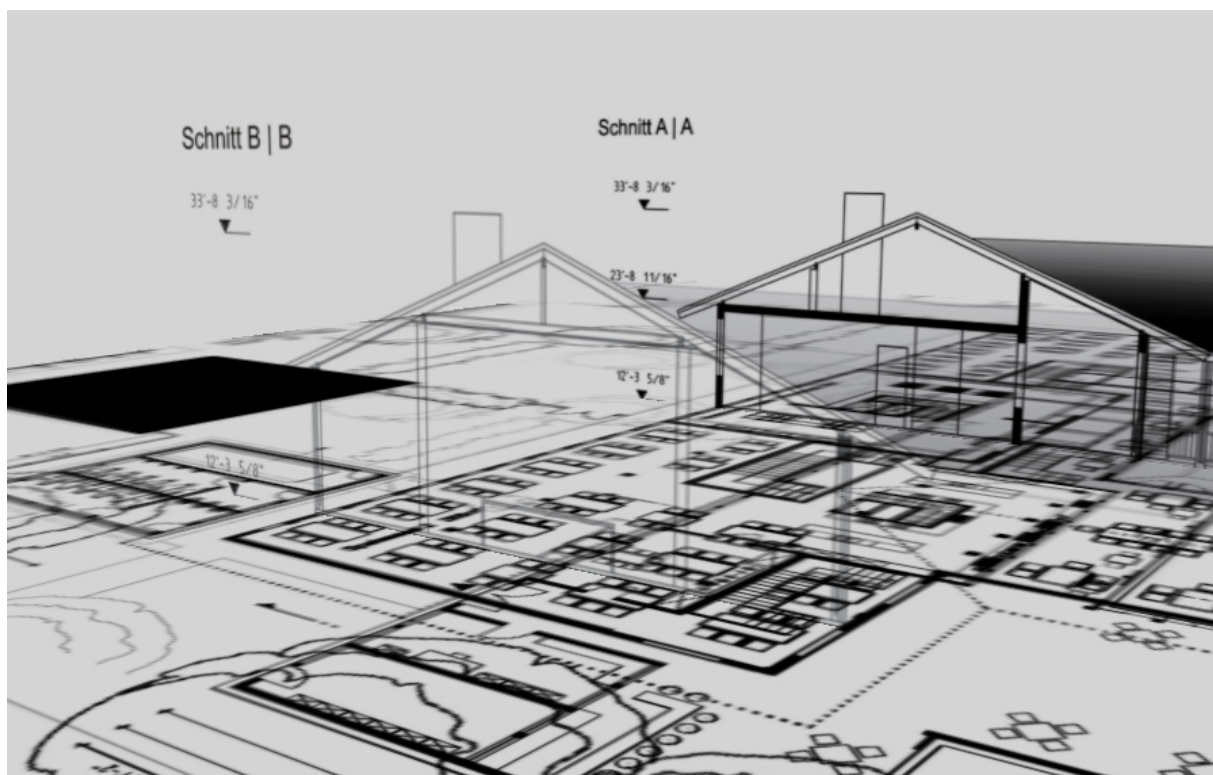


Abb. 5.4 nur Risse; Modell ausgeblendet

5.4.3 Städtebau und Fluchtlinien

Im Städtebau ist das Einhalten von Trauflinien, Dachhöhen und Straßenfronten oft von vornherein gefordert. Darüber hinaus dienen Fluchtlinien häufig als entwurfsmitbestimmende Elemente. Solche Fluchtlinien ergeben sich aus direkten oder indirekten örtlichen Bezügen und hin und wieder aus abstrakten Überlegungen heraus. Sind sie auf andere sichtbare Elemente bezogen, ist es ein leichtes, sie als solches in jedem Plan darzustellen. Sobald solche Bezüge aber anfangen, sich zu schneiden, zu überlappen und sich somit gegenseitig beeinflussen, werden einfache zweidimensionale Pläne schnell unübersichtlich, da sie schnell mit Informationen überladen sind. Die zeitliche Komponente einer animierten Darstellung vermag hier einzelne Schritte auf räumlich gleicher Position zu trennen und zu ordnen. Ist es darüber hinaus noch möglich, den Zeitfluss selber zu steuern bzw. Elemente ihrem Einfluss nach auszuwählen, sind die größten Probleme der Abstraktionsstufe gelöst. Mit diesem Befehl werden also örtliche Bezüge und ihre Verknüpfung visualisiert.

Man kann einzelne Elemente auswählen und erhält den Zusammenhang zum Entwurf angezeigt. Dazu kann wahlweise auch eine animierte Sequenz des Aufbaus des Turms aus kantenbegrenzten Volumina eingeblendet werden.

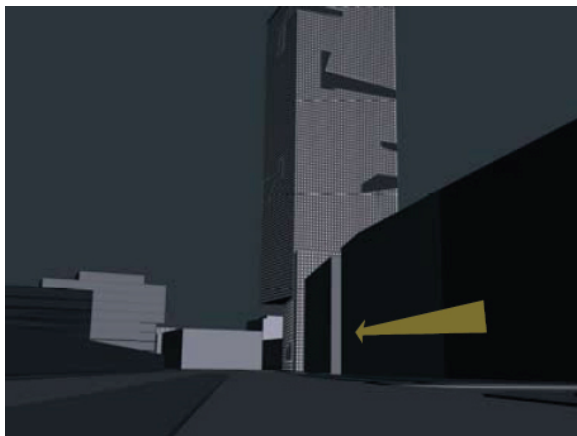


Abb. 5.16 Fluchtlinien [Ben-Khemais, Grunert, Kühn, Lawson 2006]



Abb. 5.5 Trauflinien [Ben-Khemais, Grunert, Kühn, Lawson 2006]

5.4.4 Funktionsvolumina

Gebäude werden im Entwurf in verschiedene Funktionseinheiten und –räume geteilt.

Diese für den Entwurf maßgeblichen Gedanken werden in zweidimensionalen Plänen häufig als Falschfarbendarstellung auf einen Schnitt oder Grundriss gelegt. Mit Hilfe dieser Funktion kann man sich solche Räume in der Form anschauen, in der sie vorhanden sind, nämlich als Volumen mit einer (virtuellen) Höhe, Breite und Tiefe. Dazu reicht ein Druck auf den Schalter aus. Optional kann das Gebäude als explodierte Perspektive eingeblendet und mit den Raumvolumina und den Kanten

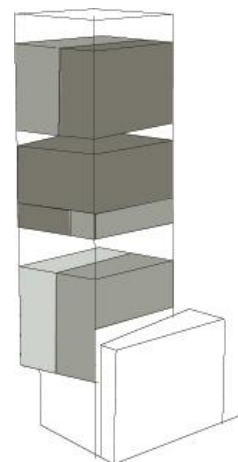


Abb. 5.18 Funktionsräume Ben-Khemais, Grunert, Kühn,

überblendet werden, um somit den Zusammenhang zwischen Konstruktion und Raum zu überblicken.

5.4.5 Raumvolumina

„Ein Haus? Wände, durch die Türen und Fenster gebrochen werden! Und doch ist der leere Raum das Wesen des Hauses.“¹⁰

Zur Darstellung von Räumen, die zu umschließen das Haus gebaut wurde, werden für einige Projekte (zumeist für Freiräume im Städtebau) Negativmodelle gebaut, die nicht die Substanz zum Inhalt haben, sondern die beinhalteten Leeren, die Räume. Diese Funktion blendet also die Substanz aus und die Leere in Form dreidimensionaler virtueller Volumina ein. Wahlweise kann diese Funktion ebenfalls mit der explodierten, nicht aber mit der realistischen Darstellung kombiniert werden, da sich diese beiden nicht gegenseitig ergänzen, sondern behindern würden.

5.4.6 Umgebungsbezüge

Außer den verschiedenen Kanten nehmen Gebäude auch andere Bezüge aus ihrer Umgebung auf. Solche räumlichen Beziehungen spiegeln sich häufig in Bauteilen, z.B. Fassaden wider, ohne dass der direkte Bezug für den Betrachter (aus seiner Position) ersichtlich ist. Mittels dieses Werkzeuges lassen sich diese Bezüge nicht nur anzeigen, sondern sie werden auch direkt durch animierte Gesten miteinander verbunden.

5.4.7 Flussschnitte

Diese Funktion beruht auf der Eigenheit virtueller Modelle, Sichtbares durch zwei Schnittebenen von Nichtsichtbarem zu trennen und entstand auf Anregung von Herrn Juniorprofessor F. Petzold. Sie hat bisher keinen dem Autor bekannten Namen, weshalb sie im weiteren Flussschnitt genannt wird. Sie verbindet die Möglichkeit, ein Bauwerk an einer beliebigen Stelle zu schneiden und diesen Schnitt senkrecht zu sich selbst in Echtzeit zu verschieben. Das ermöglicht es, ein virtuelles Gebäude, vergleichbar einer Computertomographie am Menschen, in eine unbegrenzte Menge von Schnitten zu zerlegen, und damit jeden durch einen Schnitt darstellbaren Aspekt

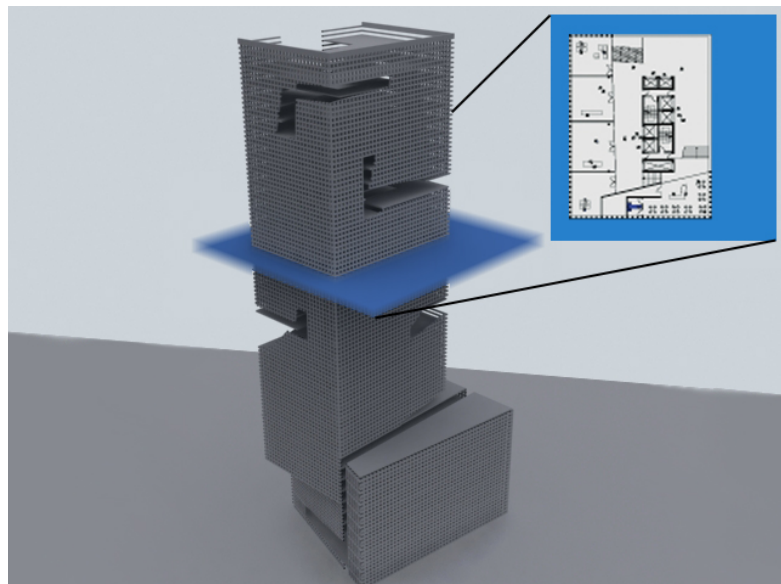


Abb. 5.19 Flussschnitt

¹⁰ Lao Tse; in: http://www.brasil-design.de/master_philosophie.htm (2007)

zu zeigen, sofern er im virtuellen Modell vorhanden ist. Diese Funktion legt also eine Schnittebene sichtbar durch das Gebäude in der Modellperspektive und zeigt in einem separaten Bildschirmbereich den Schnitt durch das Objekt. Mittels linker Maustaste kann die Schnittebene durch das Gebäude gezogen werden und blendet den entsprechenden Schnitt auf ein Fenster in der rechten Bildschirmhälfte. Die Einschränkung dieser Methode besteht in der Tatsache, dass geschnittene Bauteile nicht als Volumina erkannt werden und somit keine Füllung haben, wie sie in Schnitten normalerweise eingezeichnet ist.

5.5 Variable Gebäudebestandteile

Eine weitere, naheliegende Möglichkeit in der Architekturpräsentation stellen austauschbare Komponenten dar. Es erlaubt dem Nutzer, einen Entwurf seinen eigenen Vorstellungen direkt anzupassen bzw. verschiedene mögliche Varianten auszuwählen und entsprechend der eigenen Vorlieben neu zusammenzustellen. Eine Gefahr für den Architekten liegt darin, dass die Entwurfsarbeit als solche von der individuellen Zusammenstellung entwertet wird, da dann der Bauherr entwerfen würde und nicht der Architekt. Mindestens in beratender Funktion kann und muss der Architekt in die Vorstellungen des Bauherrn eingreifen. Deswegen wurde für dieses Beispiel auch kein typisches Architektenhaus, sondern ein Fertighaus gewählt. Mittels Auswahl des entsprechenden Bauteils oder Auswahl der entsprechenden Schaltleiste mit der Maus kann mit Linksklicks durch die verschiedenen Möglichkeiten geschaltet werden. Die Belichtung passt sich der neuen Situation automatisch an.

5.5.1 Materialwechsel

Meist legt der Architekt viele der am Gebäude benutzten Materialien fest. Mitunter wünscht sich ein Kunde jedoch Möglichkeiten, das Aussehen von Materialvorschlägen im Ganzen präsentiert zu bekommen, da es nicht immer leicht ist, sich diese vorzustellen. Mit dieser Funktion kann auf einem entsprechenden Bauteil eine Veränderung des Materials vorgenommen werden.

5.5.2 Bauteilwechsel

Noch schwerer vorzustellen und im Realen zu simulieren ist das Aussehen von Gebäudevarianten mit verschiedenen Bauteilen. Dieses Werkzeug ermöglicht es, Bauteile auszutauschen und neu zu kombinieren. Dafür klickt man sich einfach auf dem entsprechenden Bauteil durch die verschiedenen Varianten.

5.5.3 Kosten

Diese Anzeige errechnet automatisch aus den gewählten Haustypen, Farben, Materialien und Bauteilen die anfallenden Kosten und ermöglicht somit neben dem physischen Objekt auch den monetären Zusammenhang zu visualisieren. Nach Einschalten dieser Funktion werden mit jedem Bauteilwechsel die Kosten direkt in

ein Fenster geblendet. Man hat also stets den Überblick über den finanziellen Aufwand seiner Wünsche.

5.6 Ergebnisse

Schon die Tatsache, dass es bereits einige Formen der interaktiven Visualisierung von Architektur gibt, ist Beweis für den vorhandenen Bedarf. Bisher war dieses Gebiet, sicherlich auch aufgrund des notwendigen Fachwissens, Programmierern bzw. Webdesignern und ähnlichen Personenkreisen überlassen. Als Folge orientierte sich die Darstellung sehr stark an der bereits etwas länger gebräuchlichen Produktvisualisierung. In dieser Arbeit wird nun gezeigt, dass der Mehrwert durch diese Technik für die Architektur durchaus gegeben sein kann. Der These, dass eine Kombination von möglichst vielen Darstellungsformen diese wesentlich informativer macht, als es die einzelnen Formen alle zusammen, aber in reiner Form für sich gestellt, sein könnten, wurde entsprechender Raum gewährt. Dass diese kombinierten Darstellungsformen in virtuellen Räumen nicht nur möglich sind, sondern auch durch einige weitere Optionen erweitert und verbessert werden können, zeigt dieses Programm. "Das Ganze ... ist, wie bereits Aristoteles lehrte, mehr als die Summe seiner Teile."¹¹ Vorteile der bisher bekannten Darstellungsformen, wie etwa die des Modells, können nicht nur fast ohne Verlust übernommen und mit denen anderer kombiniert werden, sondern es ergeben sich auch grundlegend neue Aspekte. Das Flussdiagramm etwa oder die Verschmelzung und Überblendung von Plänen und Modell. Auch erklärende Animationen und ein veränderbarer Realitätsgrad sind etwa zweidimensionalen Bildern in vielen Aspekten überlegen. Das ist in einem Schriftstück wie diesem natürlich schwer zu zeigen, da es selbst auf zweidimensionale Abbildungen angewiesen ist. Deshalb sollte man sich eigene Eindrücke mittels Softwareprototypen verschaffen. Man kann sich in diesem Programm interaktiv mit vielen Aspekten auseinandersetzen. Das wird auch zeigen, dass es durchaus möglich ist, die Neugier der Menschen anzusprechen. Es macht mehr Spaß, beispielsweise die Sonne und damit den Schattenverlauf zu verschieben, als das entsprechende Diagramm auszuwerten, ohne dass das Diagramm etwa genauer wäre, oder einen höheren Informationsgehalt hätte. (s. Abb.) Verglichen mit anderen Möglichkeiten, Architektur zu präsentieren, ist der Aufwand natürlich je nach den vorhandenen Materialien wesentlich höher. Zwar ist es mit der objektorientierten Software vergleichsweise einfach, ein Programm zu erstellen, aber mit zunehmendem Detail- und Interaktivitätsgrad steigen auch der benötigte zeitliche und technische Aufwand und die Kosten. Es ist davon auszugehen, dass ein solches Programm zunächst nur für größere Vorhaben bzw. ein großes Auftragsvolumen gedacht ist. Das variiert allerdings je nach Funktionsumfang und der Art und Verwendbarkeit des 3D Modells, falls dieses im Vorfeld vorhanden ist, denn ein Großteil des Zeitaufwandes wird für die Vorbereitung eines

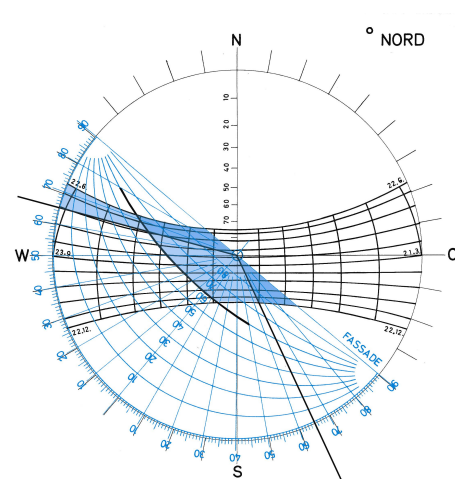


Abb. 5.20 Sonnenstandsdiagramm

¹¹ Schischkoff, Georgi Hg. Philosophisches Wörterbuch. Stuttgart: Kröner 1982, 21. Auflage, S. 211

Modells für die Echtzeitdarstellung benötigt. Sollte etwa ein vergleichsweise preiswertes Gebäude mehr als einmal gebaut werden, würde sich der Einsatz der Mittel wiederum rentieren.

Es wird wenige Fälle geben, in denen der Architekt wirklich alle der hier gezeigten Möglichkeiten nutzt. Es muss also stets im Einzelfall abgewogen werden, wann der zusätzliche Arbeitsaufwand wirklich sinnvoll ist. Auch wenn in naher Zukunft mit einiger Sicherheit mehr und mehr solcher Visualisierungen genutzt werden, so wird es sich inhaltlich zumeist um einfachere Darstellungen mit wenigen Interaktionsinhalten handeln. Wie bei bisherigen Formen der Darstellung auch, muss das Wesentliche eines Projekts heraus gearbeitet werden, um diese Besonderheit entsprechend zu betonen. Wenn für einen Entwurf also der Schattenfall maßgeblich ist, so wird sich die Darstellung in solcher Form auf den Schatten konzentrieren, wenn es die reine Raumerfahrung ist, dann muss es die Bewegung durch die Räume sein. Werden dadurch nun neue Inhalte vermittelt? Nein, wirklich neue Inhalte scheint es nicht zu geben. Einige Dinge, die sich anders nur schwer oder gar nicht darstellen ließen, werden jetzt zwar leichter darstellbar und in anderen Bereichen lässt sich mehr und detaillierter darstellen, aber ein wirklich neuer Inhalt taucht nicht auf. Dafür hat sich die Form der Sprache durchaus verändert. So bieten die vorher beschriebenen Befehle ganz neue Wege etwa Modelle und Pläne, gerade in Verbindung miteinander, zu lesen. Diagramme und ähnliche abstrakte Formen der Darstellung werden, wenn nicht überflüssig, zumindest soweit ergänzt, dass sie leichter verstanden werden und aus starren Informationen und Momentaufnahmen werden dynamische Informationen, aus denen Ursachen und Wirkungen wesentlich klarer ersichtlich werden. Von den neuen möglichen Interaktionen wurde sicherlich nur eine Teilmenge gezeigt, aber diese Menge macht zumindest sichtbar was momentan Stand der Technik ist, und es bedarf nicht viel sich vorzustellen, was in Zukunft noch möglich sein könnte.

All die Möglichkeiten, Formen und Wege der Verbesserung der Architekturdarstellung lassen sich auch unter einem vielleicht profaneren Aspekt betrachten: Werbung. Es wurde schon beschrieben, wie ansonsten unauffällige Produkte mit einer entsprechenden Präsentation in dieser Form in der Öffentlichkeit bekannt gemacht werden. Für all jene, die trotzdem bezweifeln, dass dieser Aufwand für die Darstellung von Architektur notwendig ist, sei das abschließende Zitat aus einem neueren Werk von William Gibson, dem Erfinder des „Cyberspace“ gewidmet: „Far more creativity, today, goes into the marketing of products than into the products themselves, athletic shoes or feature films.“¹²

¹² William Gibson, *Pattern Recognition*, The Berkley Publishing Group, New York 2004, S.69

6 Zusammenfassung

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit den Möglichkeiten computergestützter interaktiver Architekturdarstellung. Zu diesem Zweck wurde der Prototyp einer Software entwickelt, welche die Möglichkeiten heutiger Technologie nutzt, Planungen und Planungsinhalte so darstellen zu können, dass daraus ein gesteigerter Erkenntnisgewinn für den Betrachter resultiert. Dazu steht am Beginn die Analyse der bisherigen Formen der Architekturdarstellung, wobei nur die drei Formen, hier Bild, Modell und Animation genannt, betrachtet werden, da sie im Vorfeld eines Baubeginns vorhanden sind.

Der nächste Schritt ist eine Auseinandersetzung mit den bereits vorhandenen interaktiven Produkt- und Architekturdarstellungen und den ihnen zugrunde liegenden Programmen. Maßgeblich wird auf den Grad der Interaktivität, den daraus resultierenden Nutzen und möglichen Defizite geachtet. All diese Darstellungstypen und ihre Auswertung führen zu einem Softwarekonzept, welches sich aus vorangestellten Thesen zur Nutzung interaktiver Technik und der Definition der Zielgruppe entwickelt. Es folgt die Beschreibung der neuen Inhalte und der Form ihrer Visualisierung. Die Gliederung des Programms, die technischen Details und eine Aufzählung der genutzten Beispiele vermitteln einen Eindruck über die Grundlagen des geplanten Programms. Aus diesem Konzept schließlich entstand der eigentliche Softwareprototyp, der, gesondert vorhanden, im Rahmen dieses Textes in seinem Umfang und seinen Funktionen dokumentiert ist. Beschrieben sind, die zugrundeliegende Technik, die Struktur und Funktion der Benutzeroberfläche, die für diese Anwendung entwickelten Symbole und schließlich die einzelnen Befehle, auf deren Funktion noch einmal im Detail eingegangen wird. Abschließend werden die Ergebnisse ausgewertet und kurz zusammengefasst.

7 Ausblick

Mit zunehmender Durchdringung des Alltags mit Computertechnologie wird nicht nur die Akzeptanz, sondern auch die Notwendigkeit computergenerierter Architektur(darstellung) steigen. Die jetzige Generation ist als erste bereits mit künstlichen Welten großgeworden, wie sie bisher hauptsächlich in Unterhaltungssoftware umgesetzt wurde. Ein nicht unerheblicher Teil der Architektur-/Raumerfahrung dieser Generation fand somit in sogenannten künstlichen Welten statt. Was läge näher, als sich als Architekt mit diesem weiten Themenfeld zu beschäftigen? Daher werden solche Programme in Zukunft mehr und mehr auch als Schnittstelle zwischen den Menschen und der Architektur dienen.

Schon jetzt findet der interessierte Nutzer viele seiner Fragen über Architektur in Internetforen und auf Webseiten beantwortet. In Zukunft muss der Nutzer im Netz die Möglichkeit haben, interaktiv einen großen Teil seiner Fragen eigenständig beantworten zu können. Dafür müsste also dieses Programm im Internet präsentiert und auch über das Netz nutzbar gemacht werden.

Interaktive Architekturdarstellung wird auch im Zuge der technischen Verbesserungen im Bereich von Ein- und Ausgabemedien verstärkt immersiver. Bereits heute gibt es die Möglichkeit, in Inhalte, wie sie in diesem Programm gezeigt worden sind, mittels Stereowahrnehmung einzutauchen. Ein anderer Schritt wäre also Architektur in einer immersiven Umgebung interaktiv darzustellen. Auch am übernächsten Schritt, Realität und Virtualität ineinander übergehen zu lassen, wird bereits gearbeitet.¹³

Sogenannte augmentierte Realität würde es ermöglichen, ausschließlich virtuell vorhandene Inhalte und hier speziell Architektur, nicht mehr nur in einer künstlichen, sondern dann auch einer realen Umgebung präsentieren zu können. Nimmt man all die Möglichkeiten, die uns die Computertechnologie liefert und nutzt sie in der Architektur nicht nur als Mittel, sie zu erstellen, sondern auch sie zu präsentieren, wird sich außer dem rein verkaufsfördernden Aspekt für die Architekten auch ein weiterer Weg ergeben, Architektur als aussagekräftiges Medium zu verwenden.

¹³ vgl. <http://www.uni-weimar.de/medien/ar/sARc/>

8 Anhang

8.1 Glossar

Hier die Definition einiger verwendeter Wörter, die fachspezifisch möglicherweise in ihrer Bedeutung unsicher sind, wie sie *in dieser* Arbeit verwendet werden:

Abstraktion	Objekt, das durch einen Denkprozess der bestimmte Eigenschaften von nicht-dinglichen und dinglichen Einheiten zur Begriffsbildung in sprachliche Beschreibungen fasst, entstanden ist
augmentiert	aus einer Mischung aus virtueller und realer Welt zusammengestellt
Drag-and-Drop	Bearbeiten von Programmbausteinen mittels Mausinteraktionen, die dem Greifen, Bewegen und Ablegen angelehnt sind
Egoperspektive	Simulation einer Perspektive, wie sie ein Mensch in der virtuellen Welt sehen würde
gerendert	Umsetzung eines virtuellen Modells in eine grafische Ausgabe beliebiger Art
Grafik-Engine	Computerprogramm zur Darstellung von Computergrafik
Immersion	Die Eigenschaft einer künstlichen Umgebung, Menschen als real zu erscheinen, also sie in diese Welt eintauchen zu lassen
interaktiv	Möglichkeit der Einflussnahme (hier: auf Programmabläufe)
Kontextmenü	einem bestimmten Objekt bzw. Situation zugeordnete dynamische Befehlseingabemöglichkeit
Modell	ein maßstäbliches, dreidimensionales und abstrahiertes Abbild einer realen Situation oder eines realen Objekts
Prozess	definierte oder wahrscheinliche Aufeinanderfolge von Zuständen eines Systems in Abhängigkeit von den Vorbedingungen und den äußeren Einflüssen
Screenshot	Abspeichern oder die Ausgabe des aktuellen grafischen Bildschirminhalts als Rastergrafik. Die Grafik selbst wird ebenfalls <i>Screenshot</i> genannt
Simulation	Experiment an einem Modell, zur Analyse dynamischer Zustände am realen Objekt
Walkthrough/ Egoperspektive	Ein dem Laufen nachempfundene Simulation der Bewegung durch eine künstliche Welt

8.2 Literatur

- [Alberti, Leon Battista] *Zehn Bücher über die Baukunst*, hrsg. und übersetzt von Max Theuer, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt (1991)
- [Berger, Rolf; Berger, Eva] *Bauwerke betrachten erfassen beurteilen Wege zum Verständnis klassischer und moderner Architektur*, Augustus Verlag, Augsburg (1999)
- [Brückmann, Olga] „3D Einkaufserlebnis als Schlüsselfaktor“, in: *Computer Art Faszination 2002* (2002) S. 76-80
- [Gibson, William] *Pattern Recognition*, The Berkley Publishing Group, New York (2004)
- [Lawson; Kühn; Grunert; Ben-Khemais] *Ein Hochhaus für Berlin*, Bauhaus Universität Weimar, Lehrstuhl Entwerfen und Baukonstruktion, Prof. Mag. Arch. Michael Loudon, Weimar, (2006)
- [Lippsmeier, Georg] *Tropenbau Building in the Tropics*, (2. Auflage, 1980) Callway Verlag München
- [Vitruvius Pollio] *10 Bücher über die Architektur*, übersetzt von Dr. Curt Fensterbusch 5. Auflage (1964)
- [Schischkoff, Georgi (Hrsg.)] *Philosophisches Wörterbuch* Stuttgart: Kröner 21. Auflage, S. 211 (1982)
- [Vetterlein; Quiatkowski; Beißengroll] *Eine Mensa für Accra, Ghana*, Bauhaus Universität Weimar, Lehrstuhl Grundlagen des ökologischen Bauens, Prof. Dr.-Ing. Detlef Glücklich, Weimar, (2004)
- [Wossnig, Peter] *Skriptum zur Vorlesung im Fach: Grundlagen der Darstellung* FH Augsburg FB Architektur + Bauingenieurwesen, Augsburg (2002)

8.3 Internetseiten

[Act3D 2007]	<i>Quest3D - technologie for inspiration</i> http://www.quest3d.com/
[Andreas Baum 2007]	3dmaxforum.de http://forum.3dmaxforum.net/
[Bereich für Ur- und Frühgeschichte der Friedrich-Schiller-Universität Jena2007]	<i>Die Ausgrabungen am Kyffhäuser 1934-38</i> http://web11.p15166456.pureserver.info/justorange_cms-99.html
[CYCOR SYSTEMS 2007]	<i>Cult3D</i> http://www.cult3d.com/
[metamatix AG 2007]	<i>München4D</i> http://www.muenchen4d.de/
[Dr. phil. Roland Müller 2007]	<i>MuellerScience</i> http://www.muellerscience.com
[Dr. Ing. Frank Petzold 2007]	<i>jp:ai Junior Professor for Computer Science in Architecture</i> http://infar.architektur.uni-weimar.de/jpai/html/index.html
[Mag. Dr. Barbara Scheller 2007]	<i>Der Klosterplan von St. Gallen</i> http://www.univie.ac.at/kunstgeschichte-tutorium/stgallen/index.htm
[Virtools 2007]	<i>Virtools - A Dassault Systèmes Company</i> http://www.virtools.com/
[Wikipedia Februar 2007]	<i>Wikipedia freie Enzyklopädie in mehr als 100 Sprachen</i> http://www.wikipedia.de/

8.4 Abbildungen

Abb. 2.01 [Wikipedia]	<i>Klosterplan St. Gallen</i>	S.8
Abb. 2.02 [Berger, Berger S. 57]	<i>Ansicht mit Teilaufschnitt</i>	S.9
Abb. 2.03 [Berger, Berger S. 56]	<i>aufgeschnittene perspektivische Ansicht</i>	S.9
Abb. 2.04 [Berger, Berger S. 58]	<i>explodierte Axiometrie</i>	S.9
Abb. 2.05 [Berger, Berger S. 56]	<i>Militärriss</i>	S.9
Abb. 2.06 [www.wikipedia.de]	<i>hist. Gesamtansicht Santa Maria del Fiore</i>	S.10
Abb. 3-01 [www.cult3d.com]	<i>Breitling Windrider Headwind</i>	S.15
Abb. 3-02 [www.quest3d.com]	<i>Boat Visualisation</i>	S.16
Abb. 3-03 [www.cult3d.com]	<i>Cycore Concept Car</i>	S.17
Abb. 3-04 [www.quest3d.com]	<i>Juan Saez House</i>	S.19
Abb. 3-05 [www.quest3d.com]	<i>Uani Apartmentvisualisierung</i>	S.20
Abb. 3-06 [www.münchen4d.com]	<i>München4d</i>	S.21
Abb. 3-07 [www.münchen4d.com]	<i>München4d</i>	S.21
Abb. 3-08 [www.quest3d.com]	<i>DisasterConfigurator</i>	S.22
Abb. 3-09 [www.quest3d.com]	<i>Digital Campus Tongji University</i>	S.23
Abb. 3-10 [Baumeister, Knorr, Staudacher]	<i>Stein auf Stein</i>	S.25
Abb. 3-11 [Droste / Ascher]	<i>Mieser als Mies</i>	S.26
Abb. 3-12 [Hagemann / Haun]	<i>Landhaus in Backstein</i>	S.27
Abb. 3-13 [Herse]	<i>Gesundheitsbau</i>	S.28
Abb. 3-15 [Fröhlich, Voss, Thomas 2005]	<i>DocSy</i>	S.29
Abb. 3-16 [Yun, Schneider]	<i>WeimarInfo</i>	S.30

Abb. 4-01 [www.wikipedia.de]	<i>Turm der Winde von Toyo Ito</i>	S.35
Abb. 4-02	<i>Szene ohne Differenzierung</i>	S.37
Abb. 4-03	<i>Szene mit farblicher Überhöhung</i>	S.37
Abb. 4-04	<i>Szene mit realistischer Überhöhung</i>	S.37
Abb. 4-05	<i>Szene mit geometrischer Überhöhung</i>	S.37
Abb. 4-06	<i>Kombination aus geschnittenem Perspektivemodell und Grundriss</i>	S.38
Abb. 4-07 [FSU Jena]	<i>Plan hist. Bauphasen der Kyffhäuserburg in Falschfarben nach Neumann</i>	S.39
Abb. 4-08 [Beißengroll, Quiatkowski, Vetterlein 2006]	<i>Ökologische Mensa in Accra, Ghana</i>	S.40
Abb. 4-09 [Ben-Khemais, Grunitz, Kühn, Lawson]	<i>Ein Hochhaus für Berlin</i>	S.40
Abb. 4-10 [Lawson, Quiatkowski]	<i>Fertighaus der Firma Globushaus</i>	S.40
Abb. 5-01	<i>Szenenauswahlmenü</i>	S.42
Abb. 5-02	<i>deaktiviertes Menü</i>	S.43
Abb. 5-03	<i>aktiviertes Steuermenü mit Steuerrad</i>	S.43
Abb. 5-04	<i>Außenluftstrom</i>	S.48
Abb. 5-05	<i>Beispiele beweglicher Vegetation</i>	S.49
Abb. 5-06	<i>Dummies für Verkehrsströme</i>	S.49
Abb. 5-07	<i>Staffageperson</i>	S.48
Abb. 5-08	<i>Grundrisschnitt EG</i>	S.50
Abb. 5-09	<i>Grundrisschnitt OG</i>	S.50
Abb. 5-10	<i>Modell aus farblich hervorgehobenen Freiräumen</i>	S.51
Abb. 5-11	<i>Modell nur aus Freiräumen</i>	S.51
Abb. 5-12	<i>explodiertes Modell</i>	S.51

Abb. 5-13	<i>Beispiel Meshnetzmodell</i>	S.51
Abb. 5-14	<i>Modell und Risse überblendet</i>	S.52
Abb. 5-15	<i>nur Risse, Modell ausgeblendet</i>	S.53
Abb. 5-16 [Ben-Khemais, Grunert, Kühn, Lawson]	<i>Fluchtlinien</i>	S.53
Abb. 5-17 [Ben-Khemais, Grunert, Kühn, Lawson]	<i>Trauflinien</i>	S.53
Abb. 5-18 [Ben-Khemais, Grunert, Kühn, Lawson]	<i>Funktionsräume</i>	S.53
Abb. 5-19	<i>Flussschnitt</i>	S.54
Abb. 5-20	<i>Verschattungsdiagramm nach Lippsmeier</i>	S.56

9 Eidesstattliche Erklärung

Mit meiner Unterschrift erkläre ich an Eides statt, dass ich die Diplomarbeit

„via - virtuell-interaktive Architekturvisualisierung“

Selbständig, allein und ausschließlich mit den angegebenen Quellen und Hilfsmitteln erstellt habe.

Weimar, den 28. März 2007

Christoph Quiatkowski