WEGZEIT – DIE GEOMETRIE DER RELATIVEN DISTANZ

http://futurelab.aec.at/wegzeit

eingereicht von

Dietmar Offenhuber

Diplomarbeit

Ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades eines

Diplom- Ingenieurs unter der Leitung von

O. Univ. Prof. Dr. Bob Martens

Fakultät für Architektur und Raumplanung

Technische Universität Wien

Institut für Raumgestaltung und Entwerfen

E256

Verfasser:
Dietmar Offenhuber
Leonfeldnerstr. 27/8
4040 Linz
Matr.Nr.: 9135162
email: didi@aec.at

Wien, im Mai 2002

Inhaltsverzeichnis

1 ZUM BEGRIFF DES RAUMES 5

1.1 Raum als Wahrnehmung 6
1.2 Raum als Vorstellung 7
1.3 Absolutraum, Relativraum 8
1.4 Räumliche Bezugssysteme 10
1.5 Architekturentwurf im relativen Bezugssystem 12

2 ZUM RELATIVEN RAUMBEGRIFF 15

2.1 Der relative Ort 16
2.1.1 Graphentheorie 16
2.2 Relative Distanz 20
2.3 Relativraum 22
2.4 Effekte im Relativraum 26
2.4.1 Implodierte Lage 27

3 DIE STADT ALS RELATIVRAUM 29

3.1 Relativraum Wegzeit - die Stadt als Bewegungsökonomie 30
3.1.1 Wegzeit als Distanz 32
3.2 Relativraum Vorstellungsbild – die Stadt in mental maps 34
3.2.1 Mental Maps: Stadtanalysen bei Kevin Lynch 35
3.3 Relativraum Kommunikation - Raum als Zeichensystem 40

4 KONTEXT LOS ANGELES 45

4.1 LA und der Automobilverkehr 46
4.2 Die imaginierte Stadt 50
4.3 Kurzabriss der Geschichte von Los Angeles 52
4.4 Orientierungsverhalten in der Stadt – Beobachtungen 56
4.4.1 Orientierung an den Verkehrswegen 56
4.4.2 Orientierung an der Bebauung 58

5 RELATIVRAUMKONZEPTE IN ANDEREN DISZIPLINEN 59

5.1 Geographie und Kartographie 60
5.1.1 Choroplethen 61
5.1.2 Isolinien 61
5.1.3 Isochrone 62
5.1.4 Isotache 65
5.1.5 Verzerrungskartogramme 66
5.1.6 Die Transformation von Isochronenkarten 69
5.1.7 Taxicab Geometrie 70
5.2 Informationsvisualisierung 72
5.2.1 Hyperbolischer Raum 72
5.2.2 Non-Linear Magnification 74
5.2.3 3D – Distortion Viewing 75
5.3 Kunst 77
5.3.1 Situationisten 77
5.3.2 Richard Long 79
5.3.3 Masaki Fujihata 80

6 VORGESCHLAGENE MODELLE 83

6.1 Allgemeine Ziele und Kriterien 85
6.1.1 Formbestimmende Kräfte 86
6.1.2 Zur gewählten Form der Darstellung 87
6.1.3 Verwendete Software 88
6.2 Videospuren 91
6.2.1 Datenquellen und Methoden 91
6.2.2 Sequentielle Aneinanderreihung der zentralen Bildsegemente 92
6.2.3 Sequentielle Aneinanderreihung vertikaler Anpassung 93
6.2.4 Entzerrung der Einzelbildmontage 93
6.3 Zweidimensionales Wegenetz 95
6.3.1 Datenquellen 96
6.3.2 Berechnungsmodell 97
6.3.3 Implementierung 99
6.4 Dreidimensionales Wegenetz 105
6.4.1 Datenquellen 105
6.4.2 Implementierung 107
6.5 Hügelmodell 112
6.5.1 Implementierung 112
6.5.2 Beispiel Downtown LA - Verkehrsüberwachungssystem 113
6.5.3 Beispiel Sherman Oaks -Wegzeitdifferenz durch Ampelschaltung 115
6.6 Flächenzellen Modell 118
6.6.1 Berechnungsmodell 118
6.6.2 Darstellung von Informationsdichte 120
6.7 v/t Modell 124
6.7.1 Datenquellen 124
6.7.2 Berechnungsmodell 125
6.7.3 Implementierung 126
6.8 Narrativer Raum 128

6.8.1 Datenquellen 128
6.8.2 Implementierung 129

7 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK 131

8 ANHANG 134

8.1 Transkription der aufgenommenen Gespräche 135
8.2 Videospuren der untersuchten Gebiete, Auswahl 141
8.3 Aufnahmen der Ampelphasen 145

9 LITERATURVERZEICHNIS 147

Kurzfassung

Die Arbeit untersucht, wie nicht-linearer Raum, also Raum, der durch relative Einheiten strukturiert ist, in Architektur unter Verwendung von *Virtual Environments* eingesetzt werden kann. Die Methode baut auf dem in Humangeographie und analytischer Kartographie verwendeten Konzept des *Relativraumes* auf.
Am untersuchten Beispiel von Los Angeles ergibt sich ein dynamischer Blick auf die Stadt und ihre Bewegungszustände. Ein Blick, der sich von üblichen architektonischen Repräsentationen wesentlich unterscheidet.
Im Zuge der Arbeit wurden sechs prototypische Modelle zur Darstellung von Relativräumen entwickelt, die jeweils unterschiedliche Eigenschaften des zugrunde liegenden Relativraumes in den Vordergrund stellen. Die vorgeschlagenen Modelle sind als dynamische *Virtual Environments* implementiert, die ihre Gestalt und Ausdehnung je nach lokaler Größe des betrachteten thematischen Parameters und nach gewähltem Bezugspunkt verändern.

Einleitung

Raum an sich betrachten wir üblicherweise als durch absolute Einheiten strukturiert, und deshalb unveränderlich. Ein Meter repräsentiert eine konstante Länge, egal wo im Raum er gemessen wird. In unserem täglichen Leben verwenden wir hingegen oft relative Längeneinheiten: Raum wird in Zeiteinheiten oder Transportkosten gemessen. Die Größen dieser Einheiten variieren je nach Ort im Raum. Für unsere Wahrnehmung, unser Verhalten und unsere räumlichen Entscheidungen sind derartige Relativräume oft wesentlicher als die absolute Gestalt des Raumes, in dem wir uns bewegen. Versucht man Raum zu konstruieren, der auf relativen Größen basiert, ergeben sich Geometrien, die mitunter mehrdeutig und widersprüchlich sein können. Diese Räume lassen sich mit den Mitteln der euklidischen Geometrie nicht mehr ohne weiters darstellen. Modelle müssen gefunden und formuliert werden, die darauf abzielen, einzelne Eigenschaften dieser Relativräume darstellbar zu machen.

Einer der wichtigsten relativen Parameter, der die Form und Nutzung unserer Städte beeinflusst, ist die Wegzeitdistanz. Die vorliegende Arbeit betrachtet Los Angeles, eine Stadt, in der Automobilverkehr und Fahrzeiten eine zentrale Rolle spielen, durch die Linse nicht-linearer Raumkonzepte.

Die Relevanz von nicht-linearen Räumen wurde zuvor in Gebieten wie Geographie, Physik, Psychologie und Soziologie untersucht. Dieser Sichtweise liegt ein radikaler Raumbegriff zugrunde, der von der „wahren“ Gestalt des Objekts wegführt. Raum wird dehnbar, mehrdeutig und veränderbar.
Die in der Architektur üblichen Repräsentationen von Raum stoßen vor allem dann an ihre Grenzen, wenn es darum geht für Bewegung zu planen. Geschwindigkeit, Vorstellung und Wahrnehmung sind aber nur einige Aspekte, die unser räumliches Verhalten beeinflussen.

Im Zuge der Arbeit wurden sechs Darstellungsmodelle zur von Relativräumen entwickelt, sie stellen jeweils unterschiedliche Eigenschaften des Relativraumes in den Vordergrund. Üblicherweise wird zeitliche Veränderung explizit mittels Animation dargestellt. Der in dieser Arbeit verwendete Ansatz versucht hingegen, zeitliche Veränderung direkt als räumliche Relation auszudrücken.

Das ursprüngliche Interesse galt dem Einfluss kognitiver Karten auf die räumliche Struktur der Stadt. Vor Ort fiel dem Verfasser aber vor allem die wichtige Rolle von Wegzeitdistanzen auf. Jeder Befragte konnte problemlos abschätzen, wie lange man für eine Fahrt zu diesem oder jenem Ort benötigen würde, aber die wenigsten konnten annäherungsweise die tatsächliche Entfernung in Meilen angeben. Das riesige Stadtgebiet scheint im Bewusstsein der Bewohner eher in zeitlichen als in räumlichen Distanzen vorhanden zu sein. So lag es nahe, das Erscheinungsbild der Stadt zu untersuchen, wenn als Darstellungsmaßstab Zeit-einheiten statt Raumeinheiten verwendet werden.

1 zum Begriff des Raumes

Der Begriff Raum wird im alltäglichen Sprachgebrauch in verschiedensten Zusammenhängen verwendet. Man unterscheidet z.B.

- *Raum als die wahrnehmbare Welt, die Gesamtheit der Orte*- das ist sowohl die physikalisch messbare äußere, als auch die innere Welt der Wahrnehmung.
- *Raum als leeres Nichts, als Gegenstück zur Materie*- Raum als das, was übrig bleibt, wenn man alle Objekte entfernt.
- *Raum als abstraktes Ordnungssystem*- der Geometrische Raum. Raum als Erklärungsmodell, als eine Möglichkeit, Informationen zu strukturieren.
- *Raum als Gesamtheit aller Möglichkeiten*- Raum ist nicht nur das, was vorhanden ist sondern auch das was sein kann. Man spricht z.B. vom Entscheidungsspielraum.

Im Wesentlichen sind es jedoch zwei Aspekte von Räumlichkeit, die unser tägliches Leben bestimmen: einerseits der Raum der Wahrnehmung, den wir unmittelbar körperlich empfinden, und andererseits Raum als abstrakte Vorstellung, als gedankliches Konstrukt.

Beide Aspekte bedingen sich in einem gewissen Grade gegenseitig, sind immer gleichzeitig vorhanden. Und doch liegen ihnen gegensätzliche Raumbegriffe zugrunde, die einander ausschließen.

1.1 Raum als Wahrnehmung

Der Raum der Empfindung ist beschränkt. Er reicht unmittelbar nur bis zu unseren Fingerspitzen, umfasst den Bereich unseres Tastsinnes. Er ist der Raum den wir allein durch unsere Extremitäten „erfassen“ können und über Muskelempfindung „fühlen“. Fernsinne wie Hören bzw. Sehen sind nur noch mittelbar mit dem Raumempfinden verbunden.

Der Raum der Empfindung ist ein „Binnenraum“. Er ist nicht mit anderen Individuen teilbar, kann nur von einem selbst eingenommen werden. Er hat somit ein klares Zentrum, den eigenen Körper vgl. [Frank, 1997] – Die unmittelbare Wichtigkeit von räumlichen Ereignissen nimmt mit deren Nähe zu diesem Zentrum zu, bis hin zu Ereignissen in unserem Körper, die für uns von existenzieller Wichtigkeit sind. vgl. [Frank, 1996] [Poincaré, 1895]. Die Struktur des Raumes ist also nicht homogen.
Die Arme sind dabei die Koordinaten zur räumlichen Bestimmung von Ereignissen und Objekten. Dieses räumliche Verständnis ist den meisten Lebewesen gemeinsam, Henri Poincaré führt in seinem Artikel „*the Relativity of Space*“ die fundamentale Funktion der Abwehr von Angreifern und Gefahren an:

“When a frog’s head has been cut off, and a drop of acid is placed at some point on its skin, it tries to rub off the acid with the nearest foot; and if that foot is cut off, it removes it with the other foot. Here we have, clearly, that double parry I spoke of just now, making it possible to oppose an evil by a second remedy if the first fails. It is this multiplicity of parries, and the resulting co-ordination, that is space.”
[Poincaré, 1895]

1.2 Raum als Vorstellung

Der abstrakte Raum der Vorstellung ist eine Möglichkeit, den beschränkten Raum der Wahrnehmung zu überwinden.
Der letztere ist auf den eigenen Körper zentriert und die Punkte in diesem sind in ihrer Relevanz durch die Nähe zu diesem Zentrum bestimmt.
Der Mensch kann sich jedoch im Raum bewegen und benutzt sein Wissen und Gedächtnis um sich in vorteilhafte Lage zu einem räumlichen Ereignis zu bringen. Dadurch wird jeder erreichbare Ort im Raum potentiell gleich wichtig, der Raum der Vorstellung wird homogen. Der Mensch denkt sich gleichsam aus dem Raum heraus und betrachtet ihn von außen. Raum ist ein abstrakte Ordnungssystem und als solches universal. Jedes Objekt kann hinsichtlich seiner Lage, Größe, Orientierung eindeutig bestimmt werden. Der Raum der Vorstellung ist also notwendige Erweiterung des unmittelbaren, körperlich empfundenen Raumes der Wahrnehmung, der räumliches Verhalten und Entscheidungen erst möglich macht.

In diesem Sinne sind auch alle Arten von Informationsmedien Erweiterungen des eigenen Körpers, wie Marshall McLuhan beschreibt, da sie den Raum der Vorstellung ausdehnen vgl. [McLuhan, 1964:S54ff].

Als Formalwissenschaft dieses abstrakten Raumes der Vorstellung kann die Geometrie angesehen werden vgl. [Münch, 1999]. Sie stellt eine Möglichkeit dar, Raum systematisch zu ordnen. In weiterer Folge löst sich die Geometrie jedoch von ihrer Funktion der Repräsentation der Wirklichkeit, wie an der Familie der nicht euklidischen Geometrien deutlich wird.

1.3 Absolutraum, Relativraum

Als konsequent zu Ende gedachte „Reinform“ des abstrakten Raumes der Vorstellung könnte man den von Isaac Newton postulierten Absolutraum sehen. Er ist der „perfekte“ leere Raum, der gleich einem Behälter die Objekte der Welt aufnimmt. Der Raum selbst existiert als eine Art nicht-Objekt unabhängig von allen Objekten und ist selbst nicht wahrnehmbar. Er besitzt keine physikalischen Eigenschaften, nur geometrische vgl. [Münch, 1999]. Er ist unendlich, ewig und unveränderbar. Seine Struktur ist homogen, alle Punkte sind äquivalent, keiner bevorzugt. Davon unterscheidet sich der Relativraum, der auf einen beweglichen Punkt bezogen ist und in dem sich nie entscheiden lässt, ob sich ein Objekt in Ruhe oder in gleichförmiger Bewegung befindet:

“Absolute space, in its own nature, without relation to anything external, remains always similar and immovable. Relative space is some movable dimension or measure of the absolute spaces, which our senses determine by its position to bodies and which is commonly taken for immovable space...”

vgl. [Newton,1689,
Online – Quelle:
http://www.marxists.org/reference/subject/philosophy/works/en/newton.htm]

Newtons Raumbegriff setzt also die Existenz von etwas voraus, das empirisch nicht zugänglich, also metaphysisch ist. Auf der anderen Seite jedoch stellt Newton die empirische Beobachtung ins Zentrum seiner Wissenschaftstheorie:

“We are to admit no more causes of natural things than such as are both true and sufficient to explain their appearances.”
vgl. [Newton,1689, ebd.]

Nicht zuletzt wegen dieses Widerspruches wurde Newtons Raumkonzept in den folgenden Jahrhunderten oft kritisiert.

Im zuvor zitierten Artikel „the Relativity of Space“ fasst Henri Poincare die Argumente gegen Newtons

Raumbegriff wie folgt zusammen: Es ist bedeutungslos, von absolutem Raum zu sprechen. Um eine Position zu bestimmen kann nur auf andere Objekte Bezug genommen werden, nicht auf den Raum selbst, der ja nicht wahrnehmbar ist. Daher kann auch nicht entschieden werden, ob ein Objekt in Ruhe oder in Bewegung ist.

Aber nicht nur die Lage im Raum kann immer nur relativ zu einem Bezugspunkt bestimmt werden. Es ist auch nicht möglich von absoluten Ausdehnungen und Distanzen zu sprechen. Würde das Universum über Nacht um das Hundertfache wachsen, wobei es geometrisch sich selbst ähnlich bliebe, gäbe es für den Beobachter keine Möglichkeit, diese Transformation zu bemerken. Alle Messgeräte, sowie auch unser Wahrnehmungsapparat, würden sich in der gleichen Form verändern und könnten die Veränderung nicht registrieren.

Poincaré geht aber noch weiter in seiner Argumentation – auch Form und Proportion sind nicht absolut bestimmbar – Raum ist also amorph. Eine komplexe und unregelmäßige Verzerrung, die den gesamten Raum betrifft, und die dazu führt, dass die so transformierten Formen nicht mehr selbstähnlich sind, würde im selben Maße auch auf unser Sensorium zutreffen. So gäbe es auch in diesem Fall keine Möglichkeit die Verzerrung zu bemerken.

[vgl. Poincaré, 1895, Online-Quelle : http://www.marxists.org/reference/subject/philosophy/works/fr/poincare.htm]

Die heutige Physik lehrt uns, dass es kein absolutes, bevorzugtes Bezugssystem gibt. Wenn wir im Alltag dennoch vom absoluten Bezugssystem sprechen, meinen wir in der Regel den chorischen Raum, also das Bezugssystem der Erdoberfläche. Dies geschieht in dem Bewusstsein, dass hier ein ungenauer Begriff verwendet wird, der trotzdem für seinen konkreten Gebrauch z.B. in den Ingenieurswissenschaften, hinreichend genau ist, verstanden und verwendet werden können.

1.4 Räumliche Bezugssysteme

Jede Art von Umgang mit Raum ist also immer eine Frage des Bezugssystems. In allen bisher angeführten Aspekten von Raum können wir grundsätzlich zwei Arten von Bezugssystemen unterscheiden:

- *Egozentrische Bezugssysteme* verwenden den eigenen Standpunkt als Bezugspunkt. Der Raum wird durch dieses Zentrum polarisiert und geordnet. Richtungsangaben sind auf das Zentrum bezogen.
- *Exozentrische Bezugssysteme* verwenden einen Bezugspunkt außerhalb unseres eigenen Körpers. Sie werden nicht durch die Bewegung oder die Position des Betrachters beeinflusst.

Im Egozentrischen Bezugssystem werden Richtungen durch Begriffe wie vorne / hinten, links / rechts angegeben. Man verwendet es im Gespräch, um sich jemand anderes Position zu versetzen und Wege zu beschreiben.

Exozentrische Bezugsysteme sind essentiell zur Strukturierung und Orientierung in der gemeinsamen Umgebung. Das gebräuchlichste exozentrische Bezugssystem ist das der vier Kompassrichtungen. Kevin Lynch beschreibt in „*Das Bild der Stadt*“ eine Reihe von weiteren in verschiedenen Kulturen verwendeten exozentrischen Bezugssystemen. So verwenden z.B. die sibirischen Chukchee ein dreidimensionales System aus 22 Richtungen, die durch den Stand der Himmelskörper zu verschiedenen Tages und Nachtzeiten bestimmt sind.

Universale Bezugssysteme müssen aber nicht immer symmetrisch sein. Die micronesischen Seefahrer benutzen ein präzises, aber asymmetrisches System, das sich auf Sternenkonstellationen und Positionen von Inseln bezieht und zwischen 28 und 30 Richtungen besitzt.

Lynch nennt auch Arten von exozentrischen Bezugs-systemen, die keine universalen Ordnungssysteme darstellen, sondern auf eine bestimmte Örtlichkeit zentriert sind.
Kaufleute in einer fremden Stadt z.B. merken sich die Lage und Richtung des Bahnhofs, zu dem sie nach

Erledigung der Geschäfte auf direktem Weg zurückkehren.
Ein anderes interessantes Beispiel findet sich auf einer kleineren Insel, auf der die Bewohner die Ausdrücke *landeinwärts* oder *seewärts* für alle Arten des räumlichen Bezuges benutzen.
Die Dörfer sind entlang des Strandes aufgereiht, und so ist als Wegbeschreibung in diesem eindimensionalen System z.B. „das übernächste Dorf“ ausreichend.

Ein weiterer Sonderfall von exozentrischen Bezugssystemen, die nicht universal sind, stellt die Orientierung an einem vorhandenem oder gedachtem Wegnetz dar. Mythologische Pfade im Gebiet der australischen Arunta verbinden heilige Plätze miteinander. Diese Pfade dürfen nicht verlassen werden.
vgl. [LYNCH,1972]

1.5 Architekturentwurf im relativen Bezugssystem

Planer und Architekturschaffende arbeiten üblicherweise im exozentrischen Bezugssystem, da die objektive Form des Planungsgegenstandes möglichst genau bestimmt werden muss. Dennoch gibt es einige Beispiele für Planungsmethoden, die beim Standpunkt des Individuums ansetzen.

Manche davon stammen aus dem Bereich der Filmarchitektur. Im Gegensatz zum Planungsgegenstand Gebäude, das von allen Seiten einsehbar ist, und auch zur Bühnenarchitektur gibt es in der Filmarchitektur nur einen einzigen relevanten Bezugspunkt: die Kameralinse. Die Notwendigkeit, dreidimensionale Objekte zu planen, die von mehreren Seiten einsehbar sind, fällt somit weg. Stattdessen werden Illusionistische Gestaltungsmittel wie beschleunigte Perspektive und perspektivische Anamorphosen wieder relevant und weiterentwickelt.

Beim klassischen *Schüfftan-Trick*, von Fritz Langs Ausstatter Eugen Schüfftan erfunden und bei Metropolis das erste Mal eingesetzt, werden mehrere Kulissen unterschiedlicher Größenordnung über ein System von Halbspiegeln aus mehreren Richtungen gleichzeitig zu einem einzigen Bild kombiniert, Schauspieler agieren in Kulissen aus Miniaturmodellen.

Eine weitere Herausforderung für den Filmarchitekten ist die zeitliche Strukturierung des Raumerlebens. Ereignisse und Objekte werden nicht mehr im Raum verteilt, sondern in der Zeit. Statt der Toposequenz steht hier die Chronosequenz im Vordergrund.

Das durch das Medium Film erzwungene Umdenken vom absoluten Bezugssystem des Planers hin zum subjektiven Standpunkt des Betrachters beeinflusst gegenwärtig verstärkt auch die klassische Architektur. Überall dort, wo für Erlebnisse des Betrachters geplant wird, finden Techniken aus der Filmproduktion Anwendung.

- Jon Jerde (Architekt), der mit Planungen von Einkaufszentren und Themeparks berühmt

wurde, verwendet Storyboards bei der Planung und berücksichtigt so den subjektiven Standpunkt und die zeitliche Sequenz des Besuchererlebnisses.

- Norman Klein (Schriftsteller) betrachtet die Casinos von Las Vegas 20 Jahre nach Venturi und prägt dafür den Begriff „*scripted spaces*“ – *„a street or interior where the spectator imagines herself as a central character in an imaginary story“.* Räume, die einerseits nach Drehbuch konstruiert sind und andererseits selbst Geschichten erzählen über die Sequenz der Wegführung, den Bildausschnitt im Blickfeld des Benützers und die Ereignisse, die darin plaziert sind.

- Phillip Thiel (Architekt) arbeitet mit sog. *experience scripts*: ein umfassendes Raumnotationssystem, das Verhalten, Wahrnehung, bis hin zur emotionalen Beteiligung erfassen will und mit der Anatomie und Materialität von Raum in Verbindung bringt. Diese von ihm als „*environtecture*“ bezeichnete Methode macht den Architekten zum Regisseur, der mit Partituren das Erleben der Benutzer plant.

2 Zum relativen Raumbegriff

Im vorangegangenen Kapitel wurden Planungsansätze erwähnt, die das sensorische Erleben des Benutzers ins Zentrum rücken, im Regelfall allerdings geschieht Planung in der Architektur fast ausschließlich im exozentrischen Bezugssystem. Viele den subjektiven Raum bestimmende Parameter bleiben in dessen Außensicht unberücksichtigt.

Was in der Architektur bislang weitgehend fehlt sind theoretische Raummodelle, die auf dem subjektiven Raumerleben aufbauen und dessen mitunter inhomogene Struktur berücksichtigen.

Nützlich kann hier ein „Schielen“ in verwandte Gebiete sein, die sich wie auch die Architektur vordringlich mit räumlichen Strukturen beschäftigt – der Geographie und Kartographie.

Beide Disziplinen waren von Anfang an konfrontiert mit der Schwierigkeit, die Krümmung und Unebenheit der Erdoberfläche in der ebenen Fläche darzustellen. Die kürzeste Distanz im Raum ist nicht gleich der kürzesten Distanz auf der gewölbten Erdoberfläche. Die orthogonale Projektion stellt geneigte Flächen, und Hänge nicht in ihrer wahren Größe dar. Man muss sich bei jeder Form der Abbildung des Raumes darüber im Klaren sein, welche Eigenschaften des Raumes dargestellt werden sollen – dadurch werden jedoch andere Eigenschaften desselben zwangsläufig falsch dargestellt. Es sind also unterschiedliche Modelle nötig, um alle Aspekte des Realraumes erfassen zu können.

Im folgenden Kapitel wird das Konzept des Relativ-raumes, wie es in der Humangeographie verwendet wird, näher erläutert.

2.1 Der relative Ort

Der relative Ort ist eine Positionsangabe, die sich auf andere Orte bezieht, ohne dabei ein universales Ordnungssystem zu verwenden.

Ein Beispiel dazu:

> Linz liegt an der Donau, ist 180 km von Wien entfernt und 100 km von Salzburg.
> Oder: Wien liegt zwischen Budapest und Linz

Bei Bestimmung der relativen Lage eines Ortes ist aber nicht nur seine Position in Bezug auf räumlich benachbarte Orte relevant. Es ist auch entscheidend, wie diese Orte untereinander durch Wege verbunden sind. Der relative Ort bezieht sich also weniger auf seine topographische Lage als auf seine topologischen Eigenschaften im Wegenetz.

Zwei Orte, zwischen denen eine Staatsgrenze ohne Grenzübergang verläuft, werden so bei Wegbeschreibungen trotz ihrer topographischen Nähe nicht in Beziehung zueinander gesetzt werden.
Die Lage eines Zimmers in einer Wohnung wird nie in Bezug auf Zimmer der Nachbarwohnung angegeben werden, auch wenn diese vielleicht räumlich die nächstgelegenen sind.
Betrachtet man eine Menge von Orten, die durch ein System von Wegen miteinander verbunden sind, fällt auf, dass manche Orte besser in das Wegenetz integriert sind als andere. Die relativen Ort besitzen unterschiedliche Konnektivität.

2.1.1 Graphentheorie

Für die Beschreibung relativer Orte auf einem Wegenetz erweist sich die Graphentheorie, ein Teilgebiet der Topologie, als hilfreich. Ein Graph dient in diesem Fall zur Repräsentation einer Menge von Orten und der verbindenden Wege. In der Terminologie der Graphentheorie werden die Orte als *Knoten* bzw. *Ecken* bezeichnet, die Wege als *Kanten*.

Jede Kante wird durch zwei Knoten begrenzt. Zwei Knoten wiederum können maximal durch eine Kante miteinander verbunden sein. Ein Weg ist ein aus mehreren Kanten zusammengesetzter Pfad zwischen zwei beliebigen Knoten im Netzwerk. Die topologische Distanz zwischen zwei Knoten ist durch die Anzahl der Kanten im kürzesten verbindenden Pfad zwischen den beiden Knoten definiert.
Für jeden Ort im Netzwerk kann die Entfernung zum am weitesten entfernten Knoten des Netzwerkes angegeben werden. Der zentrale Knoten im Netzwerk ist somit der, dessen topologische Distanz zu anderen Knoten möglichst klein ist. Diese topologische Distanz wird auch als der Radius des Graphen bezeichnet.
Wie leicht zu erkennen ist, kann sich die Zentralität eines Knotens verändern, sobald irgendwo im Netzwerk eine Kante hinzukommt oder weggenommen wird.
vgl. [Diestel, 2000]

Die Graphentheorie wurde in den letzten beiden Jahrzehnten vermehrt zur Behandlung Architektonischer und Urbanistischer Fragestellungen herangezogen.
Unter der Bezeichnung *space syntax* wurde von Bill Hillier Modelle entwickelt, Architektur qualitativ anhand ihrer topologischen Eigenschaften zu untersuchen vgl. [Hillier, 1996]

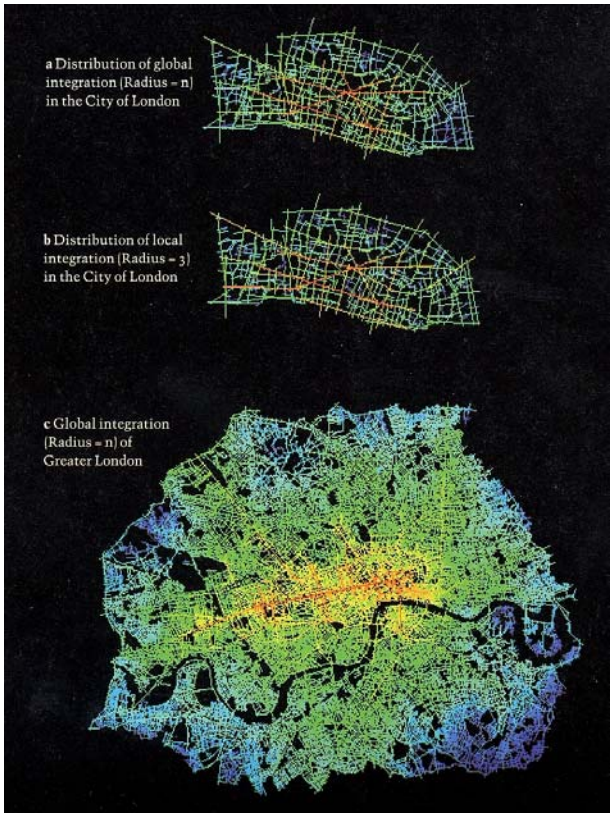


Abb. 1 Darstellung der Konnektivität im Strassensystem von London – aus [Hillier, 1996:S215]

Ein weiteres Beispiel für relative Ortsangaben in der Stadt ist deren Lage im U-bahn Netz. Die Begriffe Distanz und Zentralität werden hier rein topologisch betrachtet.

Abb. 2 U-Bahn in Wien Online-Quelle: http://mailbox.univie.ac.at/~prillih3/metro/m/largemap.htm Zugriff:10.12.2001

2.2 Relative Distanz

Der in der Geometrie eindeutig festgelegte Begriff der kürzesten Distanz zwischen zwei Orten ist im täglichen Umgang weit weniger scharf definiert. Der geometrisch kürzeste Weg ist selten auch gleichzeitig der günstigste, der schnellste, der einfachste. Wie schon beim Begriff des relativen Ortes ist es entscheidend, in welchem Zusammenhang räumliche Distanz gesehen wird.

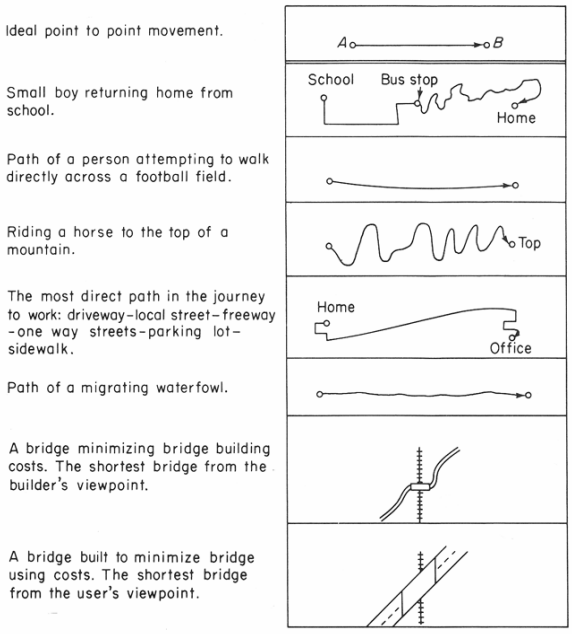
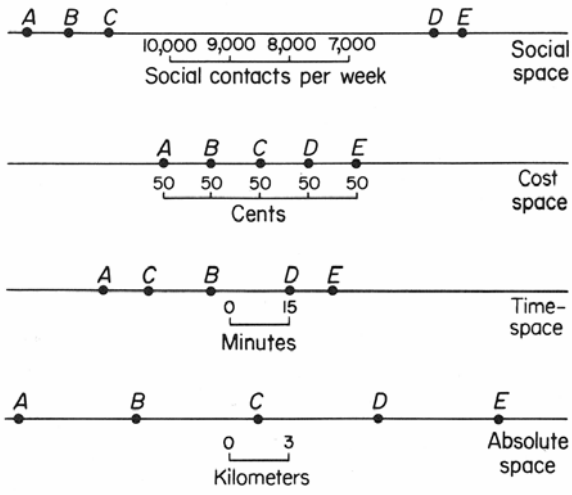


Abb. 3 verschiedene Beispiele von kürzesten Distanzen (least effort paths) [ABLER et al., 1973:S218]

Entfernungsmessung beruht auf dem Vergleich mit einer definierten Distanzeinheit, dem Maßstab. Von dieser Distanzeinheit wird vorausgesetzt, dass sie immer und überall im Raum gleich groß ist, also als Maßstab absolut ist.
Relative Distanzen, wie sie im Folgenden verwendet werden, beruhen hingegen auf Parametern, deren absolute Größe im Raum variabel ist.



Relative locations in relative spaces.

Abb. 4 Relative Orte in Relativen Räumen. nach [ABLER et al, 1973:S76]

Im obigen Diagramm sind verschiedene Arten von Relativer Distanz zwischen fünf Orten skizziert. Die Art des gewählten Parameters bestimmt die Distanz und damit die Struktur des jeweiligen Raumes.

Relative Distanzen können aber auch in „absoluten“ Einheiten wie Meter, Kilometer ausgedrückt werden. Die Distanz zwischen zwei Städten im Straßennetz kann entweder absolut entlang der Luftlinie oder relativ, in Straßenkilometer ausgedrückt, angegeben werden. Ein Rollstuhlbenutzer wird Entfernungen in der Stadt oder innerhalb eines Gebäudes anders angeben, da die Wege nicht dieselben sind, die ein Gehender verwenden würde.

2.3 Relativraum

Räume, die durch relative Distanzen bestimmt sind, werden in weiterer Folge als *Relativräume* bezeichnet.

Die Darstellung von Relativräumen erscheint gegenüber den gewohnten Repräsentationen mit absoluten Distanzen verzerrt. Relativräume sind jedoch hervorragend dazu geeignet, um die Räume, in denen Menschen leben und Entscheidungen treffen, zu veranschaulichen. Wer mit dem Transport von Gütern beschäftigt ist, dem sind Transportkosten und –zeiten wichtiger als absolute Distanzen. Man bewegt sich im Kosten- und Zeitraum, anstatt im absoluten Raum.
Im Relativraum bleiben viele Eigenschaften des Absolutraumes wie die relative Lage von Orten erhalten.

Schwierigkeiten bei der Darstellung von Relativ-räumen
Die Darstellung von Relativräumen ist jedoch meist nicht ganz problemlos.
Relative Distanzen, insbesondere Wegzeitdistanzen sind mitunter nicht symmetrisch. Die zeitliche Distanz von Punkt A nach Punkt B kann sich von der von Punkt B nach A wesentlich unterscheiden. Die Distanz ist richtungsabhängig, die kürzeste Distanz zwischen zwei Punkten kann somit in der euklidischen Geometrie nicht mehr eindeutig bestimmt werden.

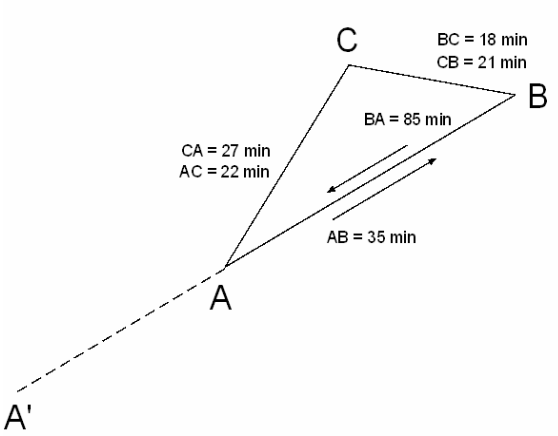


Abb. 5 zeitliche Distanzen lassen sich oft nicht geometrisch ausdrücken. Ein Beispiel für ein "unmögliches" Dreieck

Doch die Schwierigkeiten bei der Darstellung von relativen Distanzen reichen noch weiter:
Betrachtet man drei Punkte im Raum mit bekannten Wegzeitdistanzen zueinander, ist es mitunter nicht möglich, diese geometrisch zu einem Dreieck zu verbinden. Ist wie im obigen Diagramm die Strecke BA größer als AC und CB zusammengenommen, gilt die Dreiecksungleichung nicht mehr, es kann kein Dreieck mehr zwischen den Punkten gebildet werden.

Solch eine Konfiguration kann am einfachsten in einer Matrix ausgedrückt werden. Komplexe Netzwerksysteme können so mithilfe der Graphentheorie bequem analysiert werden, ohne die geometrische Anordnung berücksichtigen zu müssen:

	A	B	C
A	-	7	3
B		-	1
C			-

Tab. 1 Geometrisch unmögliches Dreieck – nach [ABLER et al., 1973:S80]

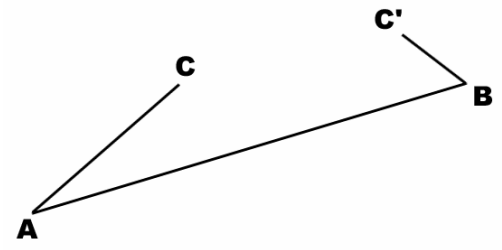


Abb. 6 Die in obiger Tabelle beschriebenen Distanzen dreier Punkte lässt sich nicht geometrisch lösen.

Die Asymmetrie von zeitlichen Distanzen lässt sich mit der gleichen Methode wie folgend ausdrücken:

	A	B
A	-	6
B	8	-

Tab. 2 Matrixdarstellung asymmetrischer Zeitdistanzen - nach [ABLER et al., 1973:S80]

- *Zentrierte Relativräume* Einige Parameter wie Wegzeit, Kostendistanz oder Interaktion lassen sich nur relativ zu einem gemeinsamen Bezugspunkt angeben. Im entsprechenden Relativraum ist jedem beliebigen Punkt im Raum die Distanz zu diesem Bezugspunkt zugeordnet. Man spricht in diesem Fall von zentrierten Relativräumen. Die Lage eines Punktes im Relativraum ist durch seine Beziehung zu einem gemeinsamen Zentrum definiert. Wird ein anderes Zentrum gewählt, ändert sich auch die Gestalt des Relativraumes.

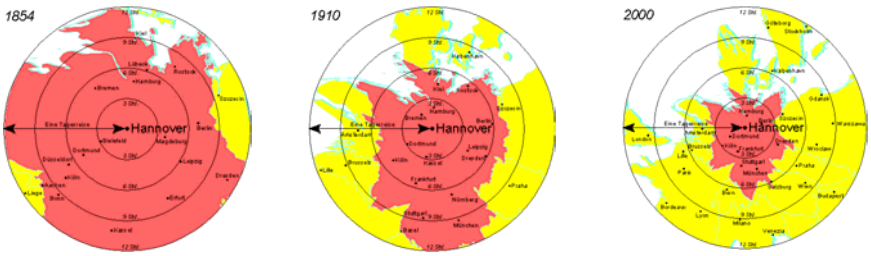


Abb. 7 Ein Beispiel für einen zentrierten Relativraum - Klaus Spiekermann, Michael Wegener „Rad Radius Reisezeit“, Installation auf der EXPO 2000 Hannover.

Online-Quelle: http://irpud.raumplanung.uni-dortmund.de/irpud/pro/expo/expo.htm, Zugriff 1.9.2001

- *nicht zentrierte Relativräume* sind nicht auf ein gemeinsames Zentrum bezogen. Die betrachteten Orte sind durch ihre relativen Lagebeziehungen zueinander definiert. Die Lage eines Punktes im Relativraum ist durch die Beziehung zu allen an deren Raumpunkten bestimmt. Flächenbezogene Parameter wie Bevölkerungsdichte, ökonomische Ressourcen etc. lassen sich gut in nicht-zentrierten Relativräumen darstellen.

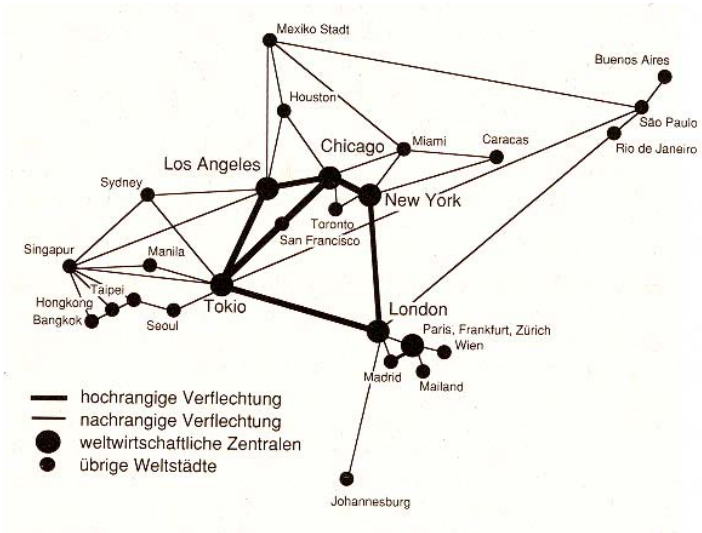


Abb. 8 Beispiel für einen nicht-zentrierter Relativraum – nach [Reichart, 1999:S110]

2.4 Effekte im Relativraum

Betrachtet man Raum auf diese Art und Weise, kann man Erscheinungen oder Ereignisse identifizieren, die Relativraum entweder dehnen oder schrumpfen lassen. Abler spricht von *Space- adjusting Techniques*

Beispiele für raumeschrumpfende Kräfte

- Die steigenden Geschwindigkeiten von Verkehrs- und Kommunikationsmitteln.
- Infrastruktur: direktere Wege, Brücken über Flüsse
- schnellere, leistungsfähigere Kommunikationsmittel
- Weltsprachen
- Auf der Ebene des Individuums: Geld, Bildung ...

Beispiele für raumdehnende Kräfte

Alle Arten von Hindernissen, die den raumeschrumpfenden Kräften Widerstand bieten:

- Raumkontraktion durch den Flugverkehr stehen Wartezeiten am Check-in Schalter und Erreichbarkeit der Flughäfen als raumdehnende Kräfte gegenüber.
- Topographische Hindernisse wie Flüsse und Berge
- Politische Hindernisse wie z.B. Staatsgrenzen
- regelmäßig oder plötzlich auftretende Situationen wie Verkehrsstaus,
- Gesetzliche Hindernisse wie Tempolimits oder Stoppschilder
- Sprachgrenzen

Beispiele für ambivalente Kräfte

Einige Kräfte können Raum sowohl schrumpfen als auch dehnen, entweder gleichzeitig, in zeitlichen Intervallen oder unvermittelt und unvorhersehbar:

- Verkehrsregeln, Vorrangregeln
- Verkehrsampeln

jede Wegführung bevorzugt Gebiete und marginalisiert gleichzeitig andere

Dinge, die zugleich trennen und verbinden: sie sind Filter, die nur eine bestimmte Art von Interaktion zulassen. z.B. Meeresküsten.

Raumdehnenden bzw. schrumpfenden Effekt besitzt jede Aktivität, Idee oder jeder Umstand, die es den Menschen einfacher oder schwerer machen, Distanzen zu überwinden. Manche der genannten Faktoren gelten individuell für jeden Bewohner unterschiedlich, manche treten lokal und zeitlich nicht konstant auf oder sind zufällig. Viele von ihnen sind jedoch so regelmäßig und allgemeingültig, dass sie die Gestalt der Umgebung wesentlich beeinflussen und strukturieren.

2.4.1 Implodierte Lage

Das Zusammenwirken von raumdehnenden und raumestauchenden Kräften führt zu Effekten die Peter Haggett als *räumliche Implosion* bezeichnet hat. vgl. [Haggett, 2001:S248f]

Verkehrswege und Informationsinfrastruktur zwischen großen Städten sind generell besser ausgebaut als die zwischen kleineren Orten. In einer traditionellen Darstellung z.B. eines Städtenetzes ist dieser Umstand nur schwer darstellbar. Drückt man jedoch die Entfernung zwischen den Orten in relativen Einheiten wie Transportkosten, Reisezeit oder Straßenkilometer aus, zeigt sich, dass in der Darstellung die großen Zentren zusammenrücken. Schlechter verbundene Orte hingegen erscheinen an den Rand gedrängt, auch wenn diese topographisch zentraler gelegen sind.

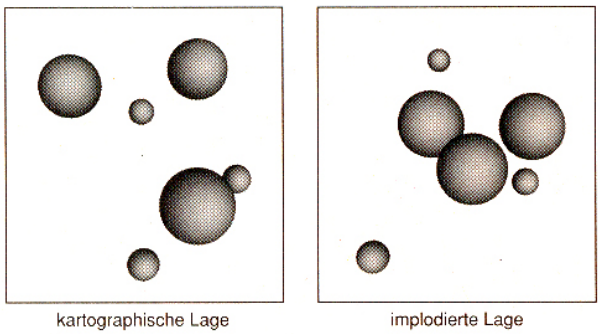


Abb. 9 Geographische und implodierte Lage, nach [Haggett, 2001:S248f]

Aktivräume, Passivräume
Während Orte mit guter Verkehrsanbindung von ihrer relativen Lage im Wegenetz profitieren, ist für periphere Orte das Gegenteil der Fall. Man unterscheidet in diesem Zusammenhang zwischen Aktivräumen und Passivräumen.

Die Annahme der Raum-Zeit Konvergenz ist also nur bei oberflächlicher Betrachtung richtig. Mit jeder Einführung von neuen, effizienteren Verkehrs- und Transportmitteln ändert sich die Struktur von Aktiv- und Passivräumen. Orte, vormals in bevorzugter Lage, werden zu peripheren Passivräumen und umgekehrt.
vgl. [Reichart, 1999:S107f]

3 Die Stadt als Relativraum

Relativräume entstehen auf unterschiedlichen Ebenen. In der materiellen Wirklichkeit der Stadt ist Bewegung wohl der wichtigste raumbestimmende Parameter - „*cities are movement economies*“ [Hillier, 1996]. Der zweite behandelte Aspekt untersucht Raum als Vorstellungsbild, das durch Wahrnehmung und Erfahrung entsteht. Im dritten Beispiel wird Kommunikation und Interaktion im Raum behandelt Alle drei Ebenen von Relativräumen beeinflussen sich gegenseitig und können im Stadtkontext nicht voneinander getrennt betrachtet werden.

3.1 Relativraum Wegzeit - die Stadt als Bewegungsökonomie

Jede Art von Bewegung erzeugt räumliche Strukturen, die ihrerseits wiederum spätere Bewegungsprozesse beeinflussen und einschränken. Der gebaute Raum entsteht auch durch Bewegung.

„Wo sind wir, wenn wir reisen? wo liegt dies ‚Land der Geschwindigkeit', das nie genau mit dem zusammenfällt, das wir durchqueren?" [Virilio, 1978:S19]

Bewegungsprozesse sind äußerst vielschichtig. Bewegung erfolgt mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten, Personen bewegen sich aktiv oder werden passiv als Passagiere bewegt. Ihre Reisen sind singuläre Ereignisse oder wiederholen sich im Tagesrhythmus. Die Tour erfolgt in bekanntem bzw. unbekanntem Gebiet, wird als bewusster Prozess erlebt oder bloß als notwendiges Übel, um räumliche Entfernung zu überwinden.

Die Arten der Bewegung entscheidet sich vor allem durch die Wahl des Verkehrsmittels. Unterschiedliche Verkehrsmittel besitzen unterschiedliche Freiheitsgrade. Bewegung kann sich entweder frei im Raum entfalten oder ist auf die linearen Wege eines Netzwerkes beschränkt. Die Reise kann entweder an jeder beliebigen Stelle begonnen und beendet werden oder nur an definierten Knotenpunkten. Je nach Freiheitsgrad lassen sich Bewegungsmuster mit Flächen-, Linien- oder Punktelementen darstellen.

Bereich	Grenze	Beispiel
Freie Bewegung	Bewegungsziel ist frei wählbar	Fußgeher, Ruderboot, Helikopter
Freie Bewegung	Bewegungsziel an Knotenpunkten	Schiff, Flugzeug, Robbe unterm Eis
Auf einem Netzwerk	Bewegungsziel ist frei wählbar	Automobil auf der Strasse
Auf einem Netzwerk	Bewegungsziel an Knotenpunkten	Eisenbahn, Autobahn, U-Bahn

Tab. 3 Arten von Bewegung, nach W. Tobler. Online-Quelle: http://www.ncgia.ucsb.edu\projects\tobler\ESRI\sld006.htm Zugriff:10.12.2001

- *Bewegungsrichtung* - in der Stadt unterscheidet man Orte an denen eine bestimmte Bewegungsrichtung vorherrscht oder sogar vorgeschrieben ist, und Orte an denen keine Richtung bevorzugt wird. Der Bewegungszustand im Raum kann so durch ein Vektorfeld verschiedene Geschwindigkeitsvektoren dargestellt werden.

- *Räumliche Hierarchien der Verkehrswege* - Orte in der Stadt sind in die räumliche Hierarchie des Straßennetzes eingebunden. Bevorzugte Orte befinden sich an den Knotenpunkten der wichtigsten und leistungsfähigsten Verkehrswege. Andere als peripher gelegene Orte entsprechend tiefer in der Hierarchie. Um von einem benachteiligten Ort zu einem anderen peripheren Ort zu gelangen, sind meist beträchtliche Umwege notwendig.

- *Geschwindigkeitshierarchien* - die Bewegungsprozesse sind aber auch nach deren Geschwindigkeit räumlich geordnet und meist streng voneinander getrennt. Der räumlichen Hierarchie steht eine Hierarchie der Geschwindigkeiten gegenüber - jeder Fläche ist eine bestimmte Bewegungsgeschwindigkeit zugeordnet, es gibt langsame Orte und schnelle Orte. Diese örtliche Geschwindigkeitszuordnung bedeutet auch, dass dieser Ort meistens ausschließlich mit dieser Geschwindigkeit wahrgenommen wird. Abweichungen werden mitunter als unnatürlich und frustrierend empfunden. Die Geschwindigkeitshierarchie ist meist jedoch nicht lückenlos - wir haben es z.B. oft mit Distanzen zu tun, die für einen Fußmarsch zu lang und für eine Autofahrt zu kurz sind. vgl. [Abler et al.,1973: S296]. Diese *transport gaps* befinden sich z.B. zwischen 0.5 und 5 km bzw. einer Geschwindigkeit von 5 und 25 km/h oder. einer Reisezeit zwischen 5 und 15 Minuten.

- *Maßstab und Geschwindigkeit* - die zugeordnete Geschwindigkeit ist immer auch direkt mit dem räumlichen Maßstab des betreffenden Or-

tes verbunden. Dies lässt sich z.B. auf großen Parkplätzen vor Einkaufszentren beobachten. Bei der Parkplatzsuche fährt man gewöhnlich mit etwa 10 km/h, der Geschwindigkeit einer laufenden Person. Diese Geschwindigkeit ist bequem für den Maßstab des Parkplatzes, man findet sich zurecht und hat genug Zeit die nötigen Entscheidungen zu treffen. Für den Fußgänger, der nach dem Einkauf sein Auto sucht, erscheint derselbe Parkplatz als auf einmal unbequem groß und unübersichtlich. Der Maßstab der Umgebung bestimmt die bevorzugte Bewegungsart, Geschwindigkeit und die Wahl der Transportmittel. Kleinteilige historische Stadtkerne begünstigen Fußgänger, behindern hingegen Autofahrer. Weitläufige Städte, die von Anfang an für den Automobilverkehr ausgelegt waren, frustrieren wiederum Fußgänger. Geschwindigkeit wird aber nicht nur durch räumliche und gesetzliche Maßnahmen und Strukturen geregelt, es gibt auch soziale Einflüsse und Erwartungen. Wer in einem wohlhabenden Wohngebiet zu langsam spazieren geht oder sich unnötig lange am selben Ort aufhält, macht sich schnell verdächtig.

3.1.1 Wegzeit als Distanz

Wegzeit war über Jahrhunderte hinweg der einzig praktikable Maßstab zur Bestimmung von großen räumlichen Distanzen. Während wir heute im größeren geographischen Zusammenhang in absoluten Distanzen denken – durch unseren alltäglichen Umgang mit Karten, Wegweisern etc.- denken wir im kleinen geographischen Zusammenhang z.B. in der Stadt immer noch in zeitlichen Distanzen. Dies hat praktische Vorteile bei der Planung unseres Tagesablaufes.

Unternehmen wir beispielsweise eine Autofahrt durch ländliches Gebiet, haben wir üblicherweise eine einigermaßen klare Vorstellung der absoluten Distanzen zu den nächstgelegenen wichtigen Orten. Wegweiser und Hinweisschilder geben uns in regelmäßigen Abständen darüber Auskunft. Hier befinden wir uns im Relativraum der Wegkilometer. Orte die durch hügeliges, kurviges Gelände getrennt sind erscheinen uns weiter von einander entfernt als

sie es tatsächlich sind. Dennoch spielen in diesem Fall absolute Distanzen eine größere Rolle als Zeitdistanzen (Wegweiser an Fußwanderwegen hingegen sind meistens mit Zeitdistanzen versehen).
Bewegen wir uns in städtischem Gebiet, sehen wir Wegweiser zu Orten innerhalb der Stadt eher selten mit absoluten Distanzangaben ausgestattet. Sie bezeichnen oft auch nicht den räumlich kürzesten Weg, sondern den am leichtesten merkbaren, den mit der größten Transportkapazität, den schnellsten.
Im bekannten Territorium tendieren wir generell dazu, Entfernungen in Zeiträumen zu betrachten. Überprüfen wir unsere Vorstellung von der Distanz zwischen zwei Orten mit der physischen Realität z.B. anhand einer Stadtkarte, stellt sich oft heraus, dass wir die Distanzen falsch eingeschätzt haben.

3.2 Relativraum Vorstellungsbild – die Stadt in mental maps

Im Unterschied zu den bisher genannten Parametern, die alle in der physischen Umgebung messbar sind und für alle Beteiligten gleichermaßen Geltung besitzen, gibt es auch eine Reihe von subjektiven Parametern, nach denen die Stadt strukturiert werden kann. Unser räumliches Verhalten ist immer beeinflusst vom wahrgenommenen und vorgestellten Abbild der räumlichen Realität. Um die Struktur einer Stadt und ihre Aktivitätsmuster verstehen zu können, müssen wir auch den Vorstellungsraum ihrer Bewohner und Benutzer in Betracht ziehen. Es geht nicht so sehr darum, wie weit zwei Orte tatsächlich voneinander entfernt sind, sondern wie weit die beteiligten Personen denken, dass sie entfernt sind vgl. [Abler et al.,1973:S75].

Hier soll vor allem der mentalen Repräsentation von Raum Beachtung geschenkt werden, wie sie durch sensorische Wahrnehmung und das Gedächtnis erzeugt wird.

Wahrnehmungsraum ist der Raum, der bewusst oder unbewusst wahrgenommen und bewertet wird. Im vorangegangenen Abschnitt wurde die Rolle der Geschwindigkeit auf die Wahrnehmung und damit die Vorstellung der Umgebung schon angeführt. Eine große Rolle spielen dabei neben dem subjektiven Zeitempfinden auch Erfahrung und Erinnerung. Der bereits bekannte Rückweg einer Reise zu einem zuvor noch unbekannten Ort erscheint in der Regel kürzer als der Hinweg. Diese selektive subjektive Wahrnehmung führt zum Begriff des Vorstellungsraumes.

Die Vorstellungen sind immer auch abhängig von persönlichen Wertungen, Motivationen des Individuums. Diese wiederum sind abhängig von Bildung, Alter, sozialer Stellung, Gruppenzugehörigkeit.

Spielende Kinder oder Bettler untersuchen ständig das Potential ihrer Umgebung und wie sie dieses für sich nützen können. Ihr räumliches Verhalten unterscheidet sich grundsätzlich von dem eines Büroangestellten auf seinem täglichen Weg zur Arbeitsstätte.

Repräsentationen des Vorstellungsraumes sind als *kognitive Karten* oder *mental maps* bekannt. Als Methode zur Stadtanalyse wurden sie von Kevin Lynch eingeführt.

3.2.1 Mental Maps: Stadtanalysen bei Kevin Lynch

Eine in die Tage gekommene, aber immer noch grundlegende Untersuchung über den Zusammenhang von Wahrnehmung, Verhalten und gebauter Umgebung ist Kevin Lynchs Arbeit „Das Bild der Stadt“ von 1960. Kevin Lynch, Architekt und Städteplaner am MIT, interessierte sich für die visuelle Qualität der amerikanischen Stadt. Dazu untersuchte er das Vorstellungsbild, das sich die Einwohner von ihrer Stadt machen vgl. [LYNCH, 1960:s12].
Lynch ging es dabei um Aussagen über die visuelle Qualität von Architektur und Urbanistik jenseits von Gestaltung und Ästhetik - Qualitäten wie Einprägsamkeit, Lesbarkeit, Vorstellbarkeit standen im Vordergrund seiner Untersuchungen. Seiner Hypothese zufolge wird eine Stadt demnach als angenehm empfunden, wenn man sich ein klares Vorstellungsbild ihrer Struktur machen kann und sich leicht in ihr zurechtfindet.
Lynch führte in drei prototypischen amerikanischen Städten umfangreiche Interviews mit Bewohnern durch. Boston, MA wurde als Beispiel einer Stadt nach europäischem Muster mit historischem Kern, hoher Dichte und ausgeprägtem *Image* ausgewählt. Los Angeles als neuere amerikanische Stadt mit einem anderen Maßstab und ohne weit zurückreichende Geschichte. Als letzte Stadt wurde Jersey City, NJ als Beispiel einer eher anonymen Stadt mit sehr schwachem *Image* gewählt.
Einwohner der Städte wurden in Interviews z.B. darum gebeten, den Weg von ihrem Wohnort zu ihrem Arbeitsplatz möglichst genau zu beschreiben, wobei auffallenden Elementen der Umwelt und der gefühlsmäßige Bindung zu ihnen besondere Beachtung geschenkt wurde. Zusätzlich zu diesen verbalen Interviews wurden die Versuchspersonen gebeten, Skizzen der Umgebung mit allen wichtigen Elementen zu zeichnen, an die sie sich erinnern konnten. Den Ergebnissen dieser empirischen Erhebungen wurden Untersuchungen durch geschulte Beobachter gegenübergestellt.

Aus den in Interviews und Zeichnungen immer wiederkehrenden Beobachtungen formulierte Lynch eine Art Vokabular des Vorstellungsbildes. Dieses besteht aus fünf Grundelementen, die nach Lynch’s Ansicht besonders wesentlich für den Aufbau eines

mentalen Vorstellungsbildes sind: er bezeichnete sie als Wege, Ränder, Bereiche, Knoten und Merkzeichen.

- **Wege** *„Wege sind die Kanäle, durch die sich der Beobachter gewohnheitsmäßig, gelegentlich oder gewöhnlich bewegt. Es kann sich dabei um Strassen, Spazierwege, Verbindungswege, Wasserwege, Eisenbahnwege handeln.“* [Lynch, 1960:S60]. Sie sind für die Mehrzahl der Befragten die vorherrschenden Elemente. Die Gestaltelemente der Stadt werden durch Wege organisiert, als lineare Reihenfolge im Gedächtnis gespeichert. Die Erscheinungsform der Wege gibt den Bewohnern Hinweise über dessen Bedeutung, als Haupt- bzw. Nebenstrasse. Wichtigste Eigenschaft ist ihre Kontinuität, sowie eine Vorstellung darüber, aus welchen Gebieten sie kommen und wohin sie führen vgl. [ebd:S63ff].
- **Grenzlinien (Ränder)** *„[...] sind diejenigen Linearelemente, die vom Beobachter nicht als Wege benutzt oder gewertet werden[...] sie stellen eher <seitliche Richtmarken> als Koordinatenachsen dar“* [ebd.:S61]. Beispiele für Ränder sind Barrieren wie Küstenlinien, Eisenbahntrassen. Sie sind kontinuierlich und gut sichtbar. Sie müssen allerdings nicht undurchdringlich sein, oft sind sie eher verbindende Nähte als trennende Schranken.
- **Bereiche** *„sind die mittleren bis großen Abschnitte einer Stadt [...] Gebiete [...] in die der Beobachter hineingeht [...], ‚von innen’ stets zu identifizieren, werden sie auch ‚von außen’ als Referenz benutzt“* [ebd.:S61]. Gemeint sind Gebiete mit charakteristischer Identität, die von Beobachtern leicht erkannt werden.
- **Brennpunkte „**sind die strategischen Punkte einer Stadt, die einem Beobachter zugägnlich sind; sie sind intensiv genutzte Zentralpunkte, Ziel- und Ausgangspunkt seiner Wanderungen“ [ebd.:S61].
- **Merkzeichen oder Landmarks** sind optische Bezugspunkte, in die der Beobachter nicht „eintreten“ kann, die also äußere Merkmale sind. Gebäude, Schilder, Anhöhen. Lynch unterscheidet zwischen entfernten Merkzeichen, die von verschiedenen Standpunkten in der Stadt aus sichtbar sind, und lokalen Merkzeichen,

klein und nur aus der Nähe sichtbar. „Radialmarken“ sind entfernte Merkzeichen, aus deren Betrachtungswinkel der Beobachter auf seine Position schließen kann vgl. [ebd.:S61f]. Landmarks müssen keineswegs immer besonders große und freistehende Bauwerke wie Türme etc. sein. Lynch erwähnt ein an sich unauffälliges altes Holzgebäude in Boston, das in den Interviews häufig genannt wurde. Das zweigeschossige Gebäude tritt in seiner Bauflucht hinter die übrigen Bauwerke etwas zurück und hebt sich so von den umliegenden, moderneren und höheren Gebäuden ab.

Lynchs Untersuchung versucht einen direkten Zusammenhang zwischen den Gemeinsamkeiten individueller Vorstellungsbilder und bestimmten Elementen der gebauten Umgebung herzustellen. Seine Elemente sind gleichzeitig klar identifizierbare Teile der materiellen Umgebung, Vokabular des Vorstellungsbildes und kartographische Symbole für dessen Darstellung. *„das Rohmaterial, aus dem sich das Umwelt-Image einer Stadt zusammensetzt.“* [ebd.:S102]

Anhand der von Lynch aufgenommenen Skizzen lässt sich das Wesen relativräumlicher Darstellungen gut illustrieren. Sie besitzen starke topologische Übereinstimmung mit der Wirklichkeit, erscheinen jedoch verzerrt. Die Darstellung ist subjektiven, individuellen Unterschieden unterworfen – Richtungen sind verdreht, Größenverhältnisse stimmen nicht. Die Reihenfolge und Kontinuität der Elemente war jedoch meist richtig.

Die Sketchmaps der von Lynch befragten Personen wiesen eine relativ hohe Übereinstimmung untereinander auf. Allerdings wurden, wie Lynch auch selbst einräumt, bei seinen Untersuchungen vorwiegend Versuchspersonen aus dem Mittelstand befragt. Spätere Untersuchungen zeigen hingegen große Unterschiede bedingt durch soziale Stellung und Gruppenzugehörigkeit der Befragten.

Lynch verstand seine Untersuchungen als Grundlage einer neuen Methode der Stadtplanung, die beim Erlebnis des Stadtbewohners ansetzt.

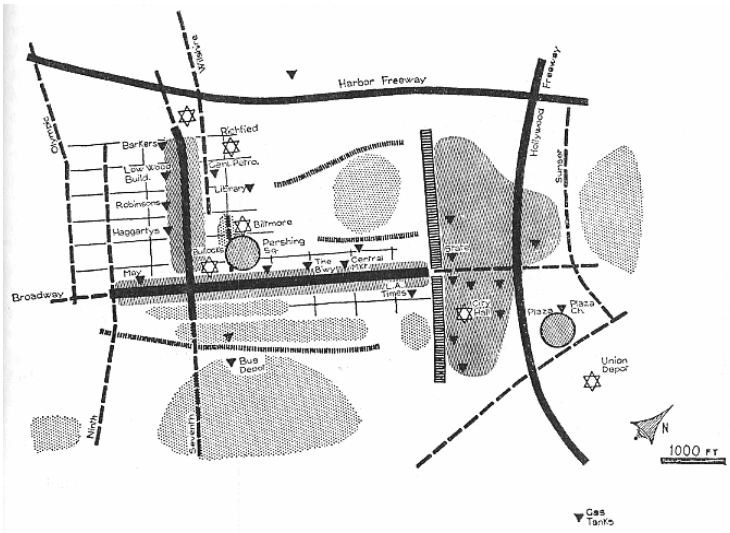


Abb. 10 Struktur von Downtown Los Angeles, dargestellt mit Lynch's Elementen. aus [Lynch, 1960:S173]

Seit Kevin Lynchs Arbeit wurden zahlreiche Stadtuntersuchungen mit mental maps durchgeführt, dabei wurden auch die Grenzen der Methode offensichtlich. Bei von Versuchspersonen angefertigten mental maps besteht zuallererst das Problem der Interpretation.

Um hier mehr Anhaltspunkte zu bekommen, wurden in Untersuchungen die Befragten gebeten, vom untersuchten Gebiet sowohl Zeichnungen als auch textliche Beschreibungen anzufertigen. Dabei zeigten sich wesentliche Unterschiede und Widersprüche zwischen Zeichnung und textlicher Beschreibung von ein und derselben Person. Im Rahmen einer Untersuchung in Frankfurt zeichneten die Versuchspersonen die Stadt auf idyllisch - idealisierende Weise, während dieselben Personen in der textlichen Beschreibung oft eine kontrastierende, kritische Haltung gegenüber der Stadt einnahmen vgl. [Ploch, 1995:S28].

Nicht erwähnt ist der unbestreitbare Einfluss von Bildern aus Medien bzw. der Touristik auf das Vorstellungsbild.
In Lynchs Arbeit wird als Kriterium für ein intaktes Vorstellungsbild der Umgebung dessen Kontinuität und topologische Ähnlichkeit mit der Wirklichkeit genannt. Es sind in manchen Interviews aber auch schon Einflüsse erkennbar, die diese Kontinuität des mentalen Abbildes aufreißen und fragmentieren:

„im Übrigen war es diesen Befragen - wie auch denen in Boston - kaum möglich, den Freeway mit der übrigen Stadt in Verbindung zu bringen.
das Gefühl einer vorübergehenden Richtungsverwirrung beim Verlassen einer Freeway-Rampe war allen gemeinsam“ [Lynch,1960:S55]

3.3 Relativraum Kommunikation - Raum als Zeichensystem

Das dritte Beispiel führt schließlich weg von geometrischem Raumverständnis. Der Stadtraum wird als Zeichensystem verstanden. Lynchs Elemente sind Ansätze, den städtischen Raum nicht mehr primär hinsichtlich seiner dreidimensionalen Form sondern als Zeichensystem zu verstehen. Die Stadt wird allerdings meist aus der Perspektive des Fußgängers beschrieben. Räumliche Zusammenhänge erscheinen dabei zwar subjektiv verzerrt, die grundlegende Topologie des Raumes bleibt aber erhalten. Venturi et al. bringen in „*Learning from Las Vegas*“ die Betrachtungsweise von Raum als Zeichensystem in wesentlich radikalerer Form zum Ausdruck.

Grundlegend für Venturis Arbeit war die Beobachtung, dass ein Autofahrer, der sich mit 50 Meilen/Stunde bewegt, die städtische Umgebung anders wahrnimmt als ein Fußgänger: die räumlich-geometrische Struktur tritt in den Hintergrund, der Fahrer nimmt den Umraum in erster Linie als Zeichensystem wahr. „*symbol in space before form“* [Venturi et al.,1972]

Als geeigneter Ort für die Untersuchung dieses Raumverständnisses diente der „Strip“ von Las Vegas, eine kommerzielle Landschaft, völlig auf die Perspektive und die Bedürfnisse des Autofahrers ausgerichtet.

Grundproblem einer Architektursprache für den motorisierten Menschen ist die veränderte Aufmerksamkeit des Beobachters, die strikt nach vorne gerichtet ist:

„A driver 30 years ago could maintain a sense of orientation in space. At the simple crossroad a little sign with an arrow confirmed what was obvious. One knew where one was. When the crossroads becomes a cloverleaf, one must turn right to turn left […]. But the driver has no time to ponder paradoxical subtleties within a dangerous, sinuous maze. He or she relies on signs for guidance – enormous signs in vast spaces at high speeds.” [Venturi et al.,1972:S9]

Die Schlussfolgerungen, die Venturi et al. aus dieser Beobachtung ziehen, stellen einen Bruch mit den Grundsätzen der Moderne dar. Architektur wird zum Trägermedium expliziter Information. Die Fassade des typischen Casinos am *strip* löst sich vom Gebäude ab und wird gleichzeitig zu dessen wichtigstem Teil – ein überlebensgroßes Schild. Die dreidimensionale Gestalt des Gebäudes und seine architektonische Ausformung treten in ihrer Bedeutung zurück, da sie vom fahrenden Beobachter kaum mehr wahrgenommen werden können.

Textliche und symbolische Information in Form von knappen Hinweisschildern und opulenten *corporate signs* werden zu den wichtigsten Ordnungselementen der städtischen Landschaft des *strips*. Bei oberflächlicher Betrachtung wirkt diese Landschaft völlig ungeordnet, tatsächlich handelt es sich aber um eine Überlagerung unterschiedlicher Informationssysteme, die in unterschiedlichem Maßstab wirken.
Entgegen der scheinbar schlechten “Einprägsamkeit” der Landschaft findet man sich doch in ihr zurecht.

Textliche Hinweise sind in ihrer Kürze an die Aufnahmefähigkeit des fahrenden Beobachters angepasst. Die Grenzen zwischen Wort und Symbol werden fließend. (siehe z.B. das Mac Donalds „M“ etc…)
Die *casino-signs* enthalten Informationen für mehrere Entfernungs- und Geschwindigkeitsbereiche. Während der obere, weithin sichtbare Teil keine spezifische Information bietet und als heraldisches Element auf Fernwirkung ausgelegt ist, wird die Schrift nach unten hin immer kleiner und ihr Inhalt immer spezifischer.

Im folgenden Diagramm sind alle geschriebenen Worte notiert, die für den Autofahrer vom *Strip* aus zu lesen sind.

Abb. 11 Abbildung des Las Vegas Strips mit allen von der Perspektive des Fahrenden aus lesbaren textlichen Informationen [Venturi et al., 1972:S30f]

Die Weitläufigkeit des Raumes und die Geschwindigkeit des Beobachters bestimmen das Größenverhältnis des Schildes zum Gebäude.
Im kleinteiligen Maßstab der mittelalterlichen Strasse ist kaum Beschilderung notwendig, um z.B. auf ein angebotenes Produkt aufmerksam zu machen. Das Produkt ist sichtbar und spricht für sich selbst.
In der breiteren Einkaufsstrasse ist der Fußgänger nicht mehr gezwungen, an den Schaufenstern mit den Produkten vorbeizugehen, Beschilderung wird notwendig, um die Aufmerksamkeit auf einzelne Geschäfte zu lenken.
Im Maßstab des Strips kehrt sich das Verhältnis von Gebäude und Beschilderung schließlich um – als Reaktion auf die hohe Geschwindigkeit des Beobachters und die Weitläufigkeit der Umgebung wird das Schild wichtiger als das Gebäude.

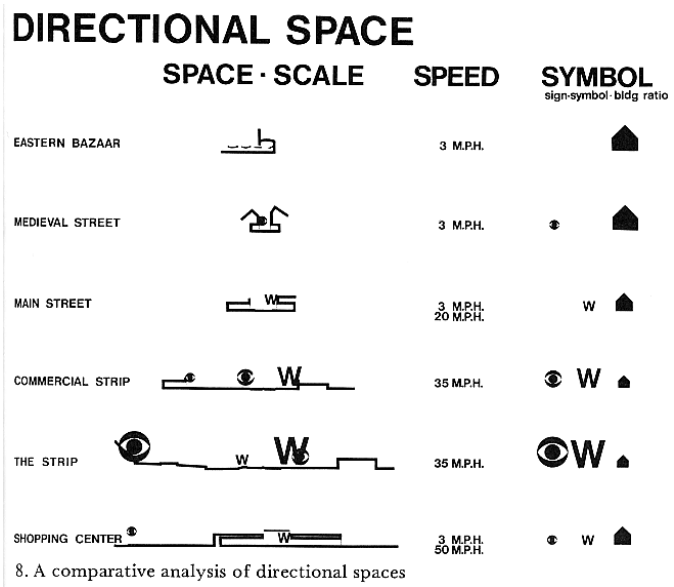


Abb. 12 [Venturi et al. ,1972:S11]

Offensichtlich ist, dass traditionelle Darstellungsweisen der Architektur für die Repräsentation dieses Raumesystems nicht mehr ausreichend sind. Wie kann die Wirkung eines *Casino Signs* im Grundriss und Aufriss 1:100 vermittelt werden? Den Autoren Venturi et al. ist bewusst, dass dafür neue Darstellungsmethoden notwendig sind, die diesem neuen Raumverständnis Rechnung tragen:

„how do you distort these to draw out a meaning for the designer? [...] How do you represent the strip as perceived by Mr. A. rather than as a piece of geometry?" [ebd. S.76]

4 Kontext Los Angeles

Als Ort der Untersuchung wurde das Stadtgebiet von Los Angeles gewählt.
Es eignet sich aus mehreren Gründen besonders gut als Anschauungsobjekt für das Prinzip des Relativraumes.

- Die Stadt legt sich in weiten Teilen als gleichmäßiger Raster über das Gebiet. Vor dem Hintergrund dieser abstrakten Struktur werden relativräumliche Effekte, die sich durch die Verwendung der Stadt ergeben, stärker sichtbar.

- Die Hierarchie der Geschwindigkeiten hat gegenüber einer ausgeprägt räumlichen größeres Gewicht. Die topographische Lage eines Ortes tritt in ihrer Bedeutung hinter die seiner zeitlichen Erreichbarkeit zurück.

- Hinter der vordergründig räumlichen Indifferenz zeigt sich durch die Nutzung eine komplexe Struktur räumlicher, kultureller und infrastruktureller Wertigkeiten.

4.1 LA und der Automobilverkehr

„Ask an Angeleno the distance from one locale to another and most likely you'll receive your response in minutes rather than in miles. Traversing the local landscape truly conflates time with space. in the ultimate transit culture, attempting to minimize travel time becomes significant if not an obsession."
[aus dem Programmheft zum LA Freewaves Festival, Nov. 2000]

Distanzen sind für das Bewusstsein der Bewohner vor allem als Zeitdistanzen präsent – und zwar konkret als Fahrzeiten. Mehrere Radiosender sind ausschließlich dem ständigen Berichten der momentanen Verkehrssituation gewidmet. Zahlreiche Online-Services bieten dynamische Karten der Region mit Verkehrsinformationen in Echtzeit an, die die Flussgeschwindigkeit des Automobilverkehrs auf allen wichtigen Strassen und Freeways angeben.

Abb. 13 LA 6 color speedmap Online-Quelle: http://traffic.tann.net/maps/lar6traffic.jsp Zugriff: 20.4.2002

Reyner Banham bezeichnete Los Angeles als „*transportation palimpsest*“, eine Oberfläche der ständigen, vielschichtigen Bewegung, laufenden Veränderungen und Überlagerungen mit neuen Verkehrsströmen unterworfen vgl. [Banham, 1971:S75].

Als *Palimpsest* wird im Englischen ein meist antikes Manuskript auf Papyrus oder Pergament bezeichnet, das immer wieder neu beschrieben wurde. Da die alten Inhalte nicht vollständig gelöscht wurden, blieben sie teilweise lesbar. Im übertragenen Sinn wird darunter auch ein Ort verstanden, dessen Geschichte immer noch an Spuren ablesbar ist.

Prozesse und Bewegungsströme scheinen in Los Angeles vielschichtiger und komplexer organisiert zu sein als in Städten vergleichbarer Größe. Der Verkehr ist hier nicht auf ein gemeinsames Zentrum, einen *Central Business District* hin ausgerichtet, sondern verteilt sich gleichmäßig zwischen einer Vielzahl regionaler Zentren.

Die Dominanz des Automobilverkehrs als gestaltende Kraft lässt sich auch aus Statistiken ablesen. Zwei Drittel der bebauten Stadtfläche sind in irgendeiner Form dem Automobil gewidmet, sei es als Straße, Freeway oder Parkplatz. Die Stadt besitzt von allen US Städten die höchste Verkehrsdichte: 125,860 Meilen werden pro Quadratmeile Stadtfläche pro Tag mit einem Kraftfahrzeug zurückgelegt (Online-Quelle: http://www.publicpurpose.com/hwy-2000density.htm Zugriff am 16.8.2002). 85.64% (im Jahr 2000) der arbeitenden Bevölkerung benutzen ein privates Kraftfahrzeug für ihren Arbeitsweg. Diese 4,115,248 Personen benötigen für den Arbeitsweg durchschnittlich 26.5 Minuten (1.11 Personen / Auto) (Online-Quelle : http://www.losangelesalmanac.com/topics/Transport/tr19.htm Zugriff am 16.8.2002) und verbringen dabei schließlich jedes Jahr durchschnittlich 82 Stunden im Stau (Online-Quelle: http://abcnews.go.com/sections/us/DailyNews/ ontheroad1_991119.html Zugriff am 16.8.2002) - auch darin ist LA führend vor allen anderen US Städten.

Das Klischee von der überproportionalen Freeway-Dichte im Vergleich zu anderen US-Metropolen ist allerdings fragwürdig.[1]

Lev Manovich schreibt 1995 in einem Bericht von der Siggraph Konferenz folgendes über Los Angeles:

„The city offers a precise model for the virtual world. There is no center, no hint of any kind of centralized organization, no traces of the hierarchy essential to traditional cities. One drives to particular locations defined strictly by their street addresses rather than by spatial landmarks. A trendy restaurant or club can be found in the middle of nowhere, among the miles of completely unremarkable buildings. The whole city feels like a set of particular points suspended in a vacuum, similar to a bookmark file of Web pages. You are immediately charged on arrival to any worthwhile location, again as on the Web (mandatory valet parking).“
[Manovich, 1995, Online – Quelle:
http://www.heise.de/tp/english/special/sam/6030/1.html
Zugriff: 18.8.2001]

Im obigen Zitat klingt eine weitere oft empfundene Eigenschaft von Los Angeles an - die scheinbare Unbestimmtheit und Verwechselbarkeit der städtischen Umgebung und ihrer Elemente. Die Stadt mutet durch ihre Weitläufigkeit, Dichtestruktur und Regelmäßigkeit fast abstrakt an. Filialen großer Tankstellen-, Fast Food- und Supermarktketten etc. finden sich in fast identischer Form unzählige Male in der Stadtlandschaft wieder, so dass lokale Identitäten und Widererkennbarkeit verwischt werden. Dieser Eindruck findet sich schon in den Interviews von Lynch, die in den 60er Jahren durchgeführt wurden:

---

[1] *“However, Los Angeles has less freeway space per capita than most urban areas -- ranking 44th out of the largest 57 urbanized areas in 1996, according to Federal Highway Administration data.*
[...] The plain fact is that Los Angeles, with an urbanized area density of 5,800 residents per square mile, has a freeway system that is at least one-third too small to accommodate travel demand. “
Wendell Cox, Verkehrsconsulter Online-Quelle: http://www.demographia.com/db-ladn-traffic.htm Zugriff am 16.8.2002

„Es ist so, als ginge man lange, um irgenwohin zu kommen, und wenn man dann schließlich dort angekommen ist, muß man feststellen, daß da letzten Endes gar nichts ist.“
[Lynch, 1972:S54]

Viel dieser räumlichen Unbestimmtheit hat seinen Ursprung in radikalen Stadtveränderungen, wie sie z.B. der Bau des Freewaynetzes oder großflächige Stadterneuerungsprogrammen der 50er und 60er Jahre hervorgerufen wurden.

„In Los Angeles gewinnt man den Eindruck, dass das ‚Zerfließen' der Umgebung und das Fehlen gegenständlicher Elemente, die in der Vergangenheit verankert sind, beunruhigend und störend wirken. In den Beschreibungen vieler Einwohner - junger und alter - spukt der Geist dessen, ‚was einmal war'. Veränderungen, wie sie zum Beispiel das Freeway-System im Gefolge hatte, hinterließen sozusagen Narben auf dem Vorstellungsbild.“
[Lynch, 1972:S57]

4.2 Die imaginierte Stadt

Vorstellungsraum und materielle Wirklichkeit durchdringen und vermischen sich in Los Angeles stärker als anderswo.

„In February 1990, at a public lecture series on art in Los Angeles, three out of five leading urban planners agreed that they hoped L.A. would someday look like the film Blade Runner“
[Klein, 1997:S94]

Nicht zuletzt Dank der lokalen Filmindustrie, die in unzähligen selbstreferentiellen Produktionen den Ort Los Angeles thematisieren, entstand eine umfassende imaginäre Geographie der Stadt, die Elemente und Ortsnamen mit der Wirklichkeit teilt. Dieser Relativraum, angereichert durch historische Orte, die nicht mehr existieren und imaginäre Orte, die nie in der beschriebenen Form existiert haben, ist im Bewusstsein der meisten Bewohner und Besucher der Stadt präsent und hat beträchtlichen Einfluss auf die Entwicklung der realen Umgebung.

Der Historiker und Schriftsteller Norman Klein beschreibt dies mit dem Prinzip „*urban erasure*“: Politische Entscheidungsträger bedienen sich lokaler Mythen, um radikale Stadtentwicklungsmaßnahmen zu argumentieren und durchzusetzen.

Urban erasure meint Auslöschung von Gebieten besonders ausgeprägter kultureller und historischer Identität, gefolgt von deren Mythologisierung durch die lokale Filmindustrie. Das viktorianische Wohnviertel *Bunker Hill,* oder das historische *Chinatown* in der Gegend der heutigen Union Station nehmen beide einen zentralen Platz in Kriminalstories und im *Film Noir* der 30er und 40er Jahre ein. Beide erwähnten Gebiete sind radikaler Stadterneuerung zum Opfer gefallen und heute fast vollständig aus der Stadtgeographie verschwunden.

Drehorte des Films LA Confidential
spielt im Los Angeles der 40er Jahre
(geordnet nach Reihenfolge deren Erscheinens im Film)

Hancock park
Beverly Hills
Manns Chinese Theatre, Hollywood Blvd
Parking Lot, Hollywood Blvd.
1184 Gretna green, Brentwood (R. Neutra Haus)
1736 Nottingham, Los Feliz
9781 South Duquesne, South Central LA
1st & Olive street – (Echo Park, im Film Bunker Hill)
Cementary, South Central
Orange Grove, Anaheim
Wilshire Blvd
5261 Cheramoya Avenue, Hollywood
Griffith Park
San Bernadino
9608 Vendome, Silverlake
Ventura Freeway, Cahuenga Pass
2345 Halboro

Tab. 4 die Drehorte des Films *L.A. Confidential* beschreiben eine Geographie der Stadt, die alle Aspekte des imaginären Los Angeles umfasst.

Heute ist Los Angeles ein Ort, an dem viele unterschiedlichste ethnische und kulturelle Gruppen zusammenleben. Jede Bevölkerungsgruppe verfügt über eine unterschiedliche Wahrnehmung der Stadt.

Hispanic or Latino	44.56%	(+28.31%)
White, not Hispanic or Latino	31.09%	(-18.57%)
Asian	11.95%	(+22.48%)
Black or African American	9.78%	(-6.00%)
Some Other Race	23.53%	(+22.47%)

Tab. 5 Größte Ethnische Gruppen in Los Angeles, Census 2000 (Veränderung gegenüber 1990) Quelle: Los Angeles Almanac http://www.losangelesalmanac.com/topics/Population/po13.htm

4.3 Kurzabriss der Geschichte von Los Angeles

Heute bezeichnet der Großraum Los Angeles eine Region bestehend aus 5 Counties (Los Angeles, Orange, Ventura, San Bernadino, Riverside) und mehreren unabhängigen Stadtgemeinden. Die Form der Stadtgemeinde Los Angeles besitzt eine seltsam zerrissene Grenze mit zahlreichen, vom Stadtgebiet allseitig umschlossenen unabhängigen Stadtgemeinden wie Beverly Hills, Culver City und West Hollywood.

Die heutige Struktur von Los Angeles wurde und wird vor allem durch drei Faktoren beeinflusst:

- Der Einfluss moderner Verkehrsmittel – Stadtbahn, Automobil
- Los Angeles als bewusster Gegenentwurf einer rural/urbanen Gartenstadt zu den als zu dicht und unhygienisch betrachteten Großstädten wie Chicago, Boston, New York.
- Angst vor Naturkatastrophen wie Erdbeben und Erdrutschen und die damit verbundene leichte, flache Bauweise

Seit seiner Gründung 1781 war die Entwicklung von Los Angeles stets eng mit der Entwicklung neuer Transportsysteme verbunden. Bis ca. 1870 blieb Los Angeles eine relativ unbedeutende Kleinstadt mit landwirtschaftlicher Ausrichtung und einer Einwohnerzahl von ca. 6000.
1876 erfolgte der Anschluss an die inzwischen fertig gestellte transkontinentale Eisenbahnlinie zwischen San Francisco und Ostküste. Diese neue Verbindung zum Inneren des Kontinents führte zur ersten große Einwanderungswelle. Die neuen Einwohner waren hauptsächlich Siedler aus dem Mittelwesten, die vom dem warmen Klima und den reichen landwirtschaftlichen Ressourcen angezogen wurden. In der Zeit von 1870 bis 1900 kam es im Gebiet um die Kleinstadt Los Angeles zu ungefähr 20 Stadtneugründungen. Im Los Angeles County entstand ein weitmaschiges Netz aus einzelnen Dörfern und Städten (Pasadena, Santa Monica, Anaheim, Santa Ana, Pomona, Riverside, Redlands), die alle hauptsächlich landwirtschaftlich ausgerichtet waren.
1890 lag die Bevölkerungszahl der Stadt bei 50.000 Einwohnern. nach [Wachs 1996:S.107]

Diese Zeit des stärksten Wachstums fiel zeitlich mit dem Auftauchen moderner innerstädtischer Transitsysteme in den größeren Städten des Landes zusammen. In den entwickelten Städten der Ostküste wie Boston, Philadelphia und New York gab es zu dieser Zeit schon dichte und kompakte Stadtkerne, die in ihrem Maßstab auf die Erfordernisse von Fußgängern abgestimmt waren. Im Gegensatz dazu besaß Los Angeles zu dieser Zeit noch kein geschlossenes, entwickeltes Stadtzentrum. So konnten hier die neu erschlossenen Gebiete auf die höhere Kapazität und Geschwindigkeit der neuen Transportmittel dimensioniert werden.
Das in Folge rasch entstehende Straßenbahnnetz war aber nicht nur notwendige Infrastruktur, die begleitend zur Stadtentwicklung entstand, sondern wurde vielmehr aktiv zur Erschließung von neuem Bauland instrumentalisiert. Dementsprechend gehörten Bauunternehmer und Bodenspekulanten zu den Hauptaktionären der verschiedenen *Railway Companies*, die immer neue Linien in bislang unbebaute Gebiete führten. Vormals billige Grundstücke entlang den neuen Schienensträngen konnte so als wertvolles, infrastrukturell günstig gelegenes Bauland verkauft werden.
Die Strassenbahn als Motor der Stadtentwicklung führten frühzeitig zu starkem Flächenwachstum der Stadt. Die Suburbanisierung begann also bereits zu einer Zeit, als der Stadtkern noch nicht voll entwickelt war. Dieser erlangte in Folge auch nie vergleichbare Bedeutung wie Stadtzentren in Städten von vergleichbarer Größe. Reyner Banham bemerkt 1973 dazu:

„a note on downtown ... because that is all downtown Los Angeles deserves.“
[Banham, 1973:S212]

In der Zeit von 1910-20 besaß Los Angeles das größte innerstädtische Straßenbahnsystem des Landes. (1923 erstreckt sich das Netz der Pacific Electric Company über 1164 Schienenmeilen). Die Los Angeles Planungskommission, die ebenfalls *Developer* und Banker mit einschloss, beschäftigte sich während dieser Phase vordringlich mit der Parzellierung von Bauland oder dessen Widmung als Verkehrsinfrastrukturflächen.

1918 wurden in LA 6000 Baugenehmigungen ausgestellt, 1923, während dem letzten Höhepunkt vor der großen wirtschaftlichen Depression 1929 waren es schon 62.548.
Im Jahr 1925 standen 600.000 Grundstücke zum Verkauf. Diese hätten in Summe eine Bevölkerung von 7 Millionen aufnehmen können - diese demographische Entwicklung wurde erst 50 Jahre später erreicht. [Dear, 1996 :S 92]

Zusammenfassend für diese frühe Phase kann man sagen, dass Suburbanisierung, anders als in vergleichbaren Städten, in Los Angeles kein Phänomen der Nachkriegszeit war. Starkes Flächenwachstum und dezentrale Entwicklung waren vielmehr ursprüngliche Wachstumsmuster von Los Angeles, die sog. Suburbs entwickelten sich gleichzeitig mit dem Stadtkern. Die heutige Größe von *greater LA* war hinsichtlich verkehrsmäßiger Erschließung und Landunterteilung bereits in den 20er Jahren definiert. [Wachs, 1996: S.119].

Nachhaltigen Einfluss auf die Gestalt der Stadt übte nach dem Eisenbahnsystem vor allem das private Automobil aus, das in Los Angeles mit beeindruckender Geschwindigkeit Verbreitung fand.
Bereits 1929 waren im Stadtgebiet 777.000 Automobile registriert, das entsprach einem Auto je 3 Einwohner. Mit dieser Zahl übertraf LA damals alle anderen Städte des Landes bei weitem.

War man bei der Stadterweiterung in Zeiten des Eisenbahnnetzes auf die Landkorridore entlang den Eisenbahnlinien beschränkt, stand nun einer lückenlosen Stadtentwicklung nichts mehr im Wege.

Mit zunehmender Verdichtung und wachsendem Automobilverkehr stieß das Eisenbahnsystem, das sich die Trassen mit den Autos teilte, bald an die Grenzen seiner Leistungsfähigkeit. Die Linien, die mit privaten Mitteln zum Zwecke der Bodenspekulation gebaut wurden, konnten kaum noch profitabel und flächendeckend betrieben werden, die Stadtverwaltung lehnte eine Übernahme ab.

In den folgenden Jahren folgte der schrittweise Niedergang des Straßenbahn-Systems durch die übermächtige Konkurrenz des Automobils, der durch

die Übernahme der Pacific Electric Railway Co. durch ein Konsortium von *General Motors*, *Firestone*, *Mack Truck* und *Chevron* abgeschlossen wurde. Es folgte die Umwandlung des Schienenverkehrs in ein Bussystem.
Das Jahr 1937 markiert den Beginn des Freeway Systems in Los Angeles, dessen Ausbau bis heute nicht abgeschlossen ist. Als erster Freeway wurde der *Arroyo Freeway* zwischen Downtown und Pasadena fertig gestellt.

Das Städtebauliche Modell eines „*Stadtland USA"* im Sinne von Holzner vgl. [Holzner 00:S257] scheint auf Los Angeles in besonderer Weise zuzutreffen. Deren *Central Business District* spielt keine übergeordnete Rolle mehr. Die Pendlerströme verlaufen auf vielschichtige Art zwischen verschiedenen Teilen der Stadt.

Typische Edge Cities, also ausgeprägte Außenstadtzentren, wie Century City, Studio City, Burbank sind auch hier zu finden. Sie sind allerdings in LA kein junges Phänomens, Sie entwickelten sich vielmehr von Anfang an parallel mit der gesamten Stadt. Andere entstanden aus alten eigenständigen Stadtgemeinden, die im Laufe der Zeit vom Stadtgebiet „geschluckt" wurden.

Los Angeles galt lange Zeit hindurch als Inbegriff der *Sprawling City* mit niedriger Dichte. Aufgrund der bis heute stark ansteigenden Bevölkerung und planerischen Maßnahmen gegen den *sprawl* (*smart growth*) stieg die durchschnittliche Wohndichte stark an. Nach einer aktuellen Studie ist Los Angeles heute mit einem Land-Verbrauch von 0.11 acres pro- Kopf die am dichtesten bewohnte Stadt in den Vereinigten Staaten (Online-Quelle:http://www.sprawlcity.org/ Zugriff:10.11.2001).

4.4 Orientierungsverhalten in der Stadt – Beobachtungen

Als Fremder aus Europa in Los Angeles stellt man schnell fest, dass man sich mit den gewohnten Methoden der Orientierung die Stadt nicht zueigen machen kann. Beim Fahren durch die Stadt wird man immer wieder vom Gefühl beschlichen, an diesem Ort schon gewesen zu sein. Die Methode, sich über visuelle Eindrücke in der Stadt zurecht zu finden, funktioniert hier nicht so recht. Besitzt man eine Stadtkarte wie den Thomas Guide, ist jedoch das Finden einer bestimmten Adresse so einfach und systematisch wie das Suchen einer Telefonnummer im Telefonbuch.

4.4.1 Orientierung an den Verkehrswegen

Die Adressierungsmethode erlaubt ein genaues Abschätzen von Wegen und Distanzen. Die Regelmäßigkeit des Straßenrasters mit seinen langen Boulevards (Hollywood, Sunset, Beverly, Wilshire, Olympic in Ost-West Richtung; Fairfax, la Brea, Western, Vermont in Nord-Süd Richtung) erlaubt einfache Orientierung. Landmarks im Sinne von Lynch sind topographische Elemente wie die charakteristischen Hügelketten (Hollywood Hills, Silverlake, Griffith Park), der pazifische Ozean im Westen. Auffällige städtebauliche Orientierungspunkte sind die Hochhäuser von Downtown im Osten und Beverly Hills / Sta. Monica im Westen, die durch den ebenfalls mit Hochhäusern gesäumten Wilshire Korridor miteinander verbunden sind. Die Ebenen dazwischen (San Fernando Valley, LA) sind flach und weitläufig. Diese Situation erlaubt eine gute Orientierung im großen Maßstab auch für Ortsunkundige. Schwieriger wird die Orientierung allerdings im kleinen und mittleren Maßstab. Straßenkreuzungen sind visuell mit ihren immergleichen Filialen von Tankstellenketten / Schnellrestaurants kaum zu identifizieren und wieder zu finden:

„Außerhalb dieses großen Maßstabes jedoch boten Struktur und Identität offenbar Schwierigkeiten. Es ergaben sich keine mittelgroßen Bereiche und Straßen wurden verwechselt." [Lynch, 1972:S.54]

Ist die Abfolge der wichtigsten Avenuen und Boulevards in den vier Himmelsrichtungen und die Blickrichtung bekannt, ist die jeweilige Positionsbestimmung jedoch einfach. Probleme kann es nur durch Straßenunterbrechungen geben. Viele Strassen enden unvermittelt vor einem topographischen Hindernis, um viele Meilen weiter wieder aufzutauchen.
Wie im Beispiel 6.9 zu erkennen ist, stellen selbst komplizierte Wegbeschreibungen aus dem Gedächtnis in nicht so gut bekanntem Gebiet für die meisten Bewohner kein großes Problem dar. Es darf vermutet werden, dass man sich nicht mit Hilfe eines im Sinne Lynchs eingeprägten Bild der Umgebung orientiert, sondern an einem abstrakten Koordinatensystem, dass aus wenigen Bezugspunkten, der Maschenweite des Rasters und der Abfolge der wichtigsten Straßen definiert ist. Interessant ist auch, dass in den Stadtkarten von Los Angeles keine Gebäudegrundflächen bzw. Baufluchten eingezeichnet sind, außer in wenigen Bereichen z.B. von Downtown.
Für unbekannte Straßennamen und Adressen in Los Angeles sind Stadtpläne wie der „*Thomas Guide*" unverzichtbare Hilfsmittel, die in jedem Fahrzeug mitgeführt werden. Jeder Bewohner wird ohne zu zögern die Seite des ca. 400 Seiten umfassenden Thomas Guide nennen können, auf dem sich seine Wohnadresse befindet.
Im Zitat von Lev Manovich wird eine neue Art der Orientierung in der Stadt sichtbar, die durch die Verwendung von Car-GPS Systemen Einzug hält. Diese Systeme erlauben Navigation völlig losgelöst vom topographischen Kontext, ähnlich der Verwendung eines Webbrowsers. Orte werden zu singulären Punkten im unbestimmten Raum. Die gewünschte Zieladresse wird ins System eingegeben, und der Weg wird über Sprachausgabe angesagt. Das System macht jede Ortskenntnis und jede Orientierung überflüssig. Das System kann als Stadt-Browser gesehen werden, der Orte wie Bookmarks verwaltet und den Fahrer zur gewünschten Adresse dirigiert.

4.4.2 Orientierung an der Bebauung

In historischen europäischen Städten erfolgt die Orientierung hingegen meist anhand der Bebauung. Genaue Wegbeschreibungen setzten deshalb eine sehr gute Kenntnis der Stadt voraus. In Wien wird durch das radiale System eine ungefähre Lokalisierung begünstigt. Geht es aber darum, einem Ortsunkundigen aus dem Gedächtnis eine genaue Wegbeschreibung zu geben, muss man die Stadt schon gut kennen. Die meisten Menschen werden in einem solchen Fall einer fremden Person zur Orientierung eine Reihe von leicht erkennbaren und weithin sichtbaren Gebäuden nennen.

5 Relativraumkonzepte in anderen Disziplinen

Im folgenden Kapitel wird ein Blick in verwandte Disziplinen geworfen, die Relativräume und ihre nichtlineare Darstellungsweisen untersuchen. In Geographie und Kartographie existieren verschiedene Lösungsansätze und Abbildungsmodelle, für relative, insbesondere zeitliche Parameter. Viele dieser Modelle wurden in der Informationsvisualisierung wieder aufgegriffen und zur Darstellung abstrakter Datensätze verwendet.

Auseinandersetzung mit Relativräumen findet auch im Bereich der Kunst statt, sei es in der Betrachtung nichtmaterieller Phänomene der Wirklichkeit wie z.B. Geschwindigkeit und Bewegung oder im Formulieren von Alternativen zur objektiv-absoluten Beschreibung von Raum.

5.1 Geographie und Kartographie

Relativraummodelle wurden in der Geographie seit den 50er Jahren erforscht. Die Beschreibung komplexer sozialer und ökonomischer Zusammenhänge machte es notwendig, anschauliche Darstellungsformen für diese Phänomene zu finden.
In der Regel geschieht dies mittels thematischer Karten- das sind Karten zur Darstellung verschiedenartiger Informationen, die zwar nicht direkt topographischer Natur sind, aber doch einem bestimmten Ort zugeordnet sind.

Im Folgenden werden die wichtigsten absoluträumlichen Darstellungsformen thematischer Parameter und die entsprechenden relativräumlichen Darstellungsweisen vorgestellt:

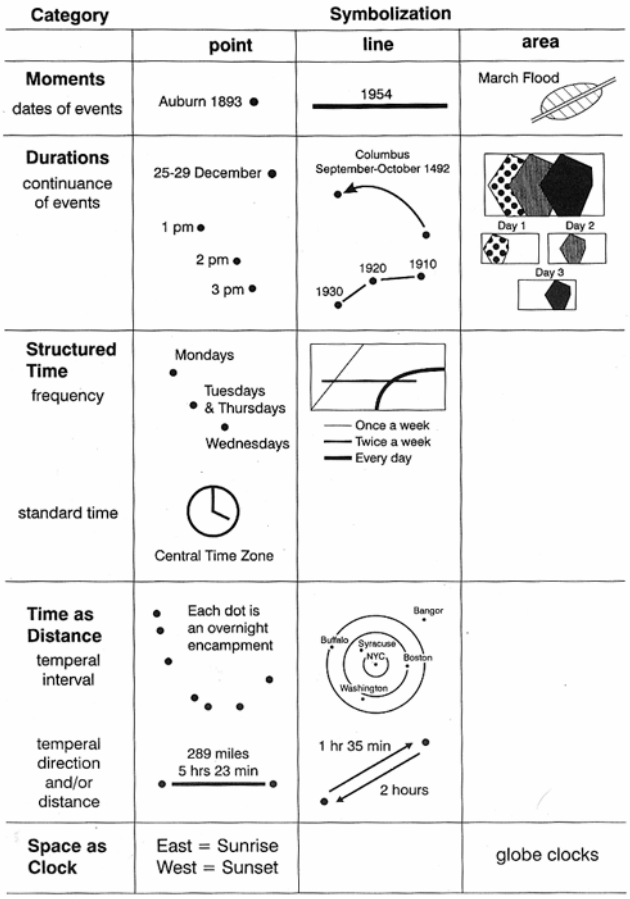


Abb. 14 Kartographische Symbole zur Darstellung zeitlicher Parameter (Quelle: Irina Vasiliev, Design Issues to be Considered When Mapping Time)

5.1.1 Choroplethen

Choroplethenkarten sind in Teilbereiche unterteilt, die mit unterschiedlicher Farbe oder Textur ausgefüllt sind (man spricht von einer Flächensignatur).
Jeder Farbe oder Textur entspricht eine bestimmte Ausprägung eines betrachteten Parameters. Der gesamte Wertebereich des Parameters wird in diskrete Intervallabstufungen klassifiziert. Den so geschaffenen Werteklassen wird meist ein Farbverlauf von dunkel nach hell zugeordnet.

Die Unterteilung des Gebietes in Teilflächen ist in der Regel bereits durch die Struktur des der Darstellung zugrunde liegenden Datenmaterials vorgegeben. Zensusdaten verwenden Zählbezirke als kleinste Raumeinheit, sie sind daher eher ungenau in der räumlichen Zuordnung der untersuchten Parameter.

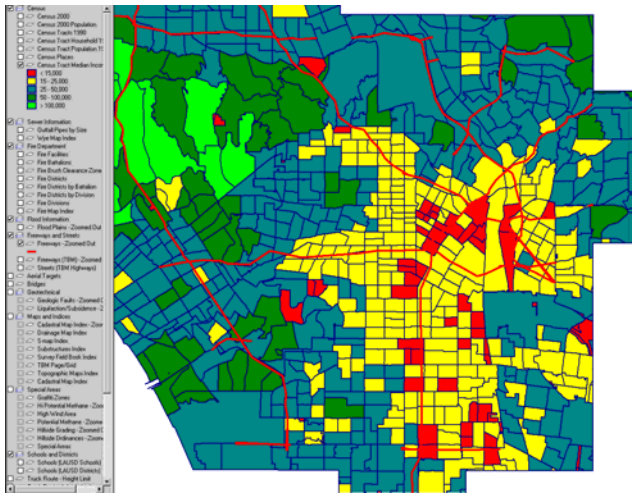


Abb. 15 Choroplethenkarte des Durchschnittseinkommens in Los Angeles je Census Tract. Online-Quelle: http://navigatela.lacity.org Zugriff:14.4.2002]

5.1.2 Isolinien

Isolinien sind ein geeignetes Darstellungsmittel für Werte, die kontinuierlich im Raum verteilt sind. Auch hier wird der Wertebereich des darzustellenden Parameters in diskrete Intervalle klassifiziert. Im Gegensatz zu den Choroplethen sind hier die Teilregionen nicht vordefiniert. Die Darstellung erfolgt durch zusammenhängende Linien, die Punkte gleicher Parameterwerte verbinden. Höhenschichtlinien auf

topographischen Karten sind dementsprechend Isolinien, die Gebiete gleicher Höhenlage umschließen. Mit Isolinien können kontinuierliche Phänomene und Eigenschaften wie Temperatur, etc. ausgedrückt werden.

5.1.3 Isochrone

Auch Wegzeit – Distanzen können als Isolinien dargestellt werden. Man bezeichnet die Isolinien in diesem Fall als Isochrone, also Linien gleicher zeitlicher Erreichbarkeit. Die Isochrone sind allerdings immer nur auf einen gemeinsamen Ursprung bezogen, die Darstellung ist zentriert. Dadurch ist ihre Verwendbarkeit in traditionellen Karten stark eingeschränkt.
Ein weiteres Problem dieser Darstellung ist die starke zeitliche Varianz von Wegzeitdistanzen. Hier liegt das Potential für zukünftige interaktive Karten, die über Netzwerkanalyse die schnelle Berechnung von Isochronen für jeden beliebigen Standpunkt aus erlauben.
Auf einer glatten horizontalen Fläche würden die Isochrone als konzentrische Kreise mit gleichem Abstand erscheinen. Existieren Hindernisse bzw. Widerstände auf dieser Fläche, verlieren auch die Isochrone ihre regelmäßige Form. Bestimmte Punkte sind schwerer zu erreichen, die Isochronen liegen an diesen Stellen enger und näher zusammen. Andere Gebiete und Richtungen erlauben hohe Geschwindigkeit, die Isochrone haben an dieser Stelle einen entsprechend größeren Radius.
Isochrone sind mitunter für den Betrachter schwer verständlich und lesbar. Je nach betrachtetem Verkehrsmittel entstehen in der Darstellung Inseln bzw. Löcher. Weiter entfernte Gebiete können zeitlich näher sein als räumlich nahe Gebiete. Gibt es mehrere Möglichkeiten der Routenwahl, geht aus der Darstellung auch nicht eindeutig hervor, auf welchen Weg sich die dargestellte Zeitdistanz bezieht.

Eine schematische Darstellung unterschiedlicher Erscheinungsformen von Isochronen:

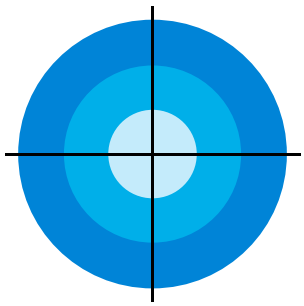


Abb. 16 Isochrone auf gleichmäßiger horizontaler Fläche

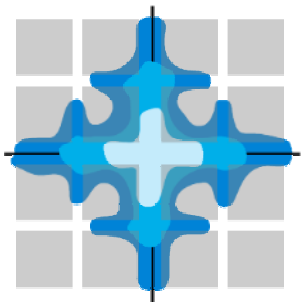


Abb. 17 Isochrone in rasterförmig bebautem Gebiet

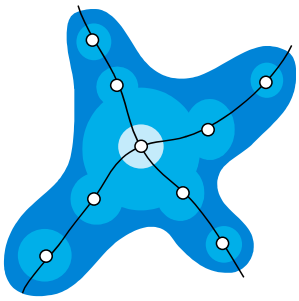


Abb. 18 Isochrone in einem Gebiet mit U-bahn Linien

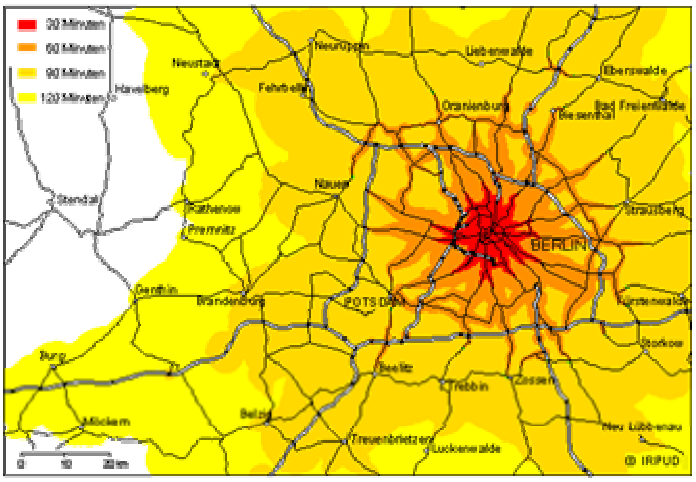


Abb. 19 Reisezeitisochronen im Straßennetz (Nahbereich) © 1999 Carsten Schürmann, IRPUD

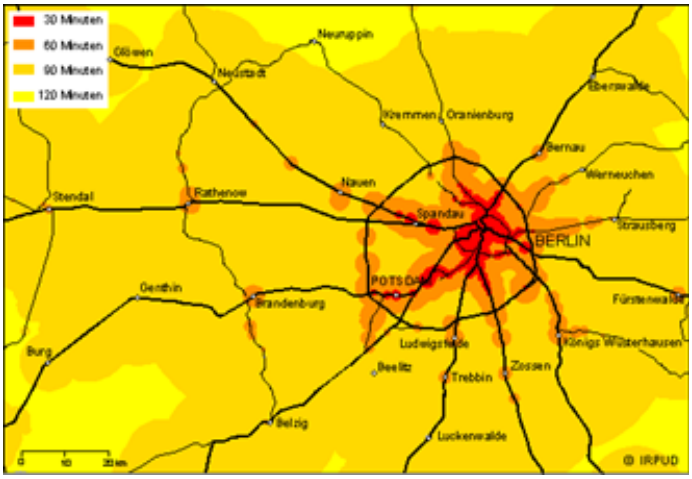


Abb. 20 Reisezeitisochronen im Eisenbahnnetz (Nahbereich), © 1999 Carsten Schürmann, IRPUD

5.1.4 Isotache

Ein Problem mit Isochronenkarten, die Zentrierung auf einen gemeinsamen Ursprung, lässt sich durch die Verwendung von Isotachen umgehen. Isotache sind Isolinien, die Orte gleicher Geschwindigkeit umschließen. Die örtliche Geschwindigkeit lässt sich für jeden Punkt ermitteln, die Darstellung ist somit nicht mehr zentriert.

Besitzt man von einem Gebiet eine Reihe von Isochronenkarten mit unterschiedlichen Ursprungspunkten, lässt sich daraus die räumliche Geschwindigkeitsverteilung als Annäherung berechnen. Aus einer Isotachenkarte wiederum können Isochronenkarten mit beliebigem Ursprung abgeleitet werden.

Gebräuchlich sind Isotachenkarten z.B. in der Meteorologie, wo sie zur Darstellung von Windgeschwindigkeiten verwendet werden. Isotachen jedoch auch bei der Untersuchung von Transport und Bewegung in der Stadt hilfreich.

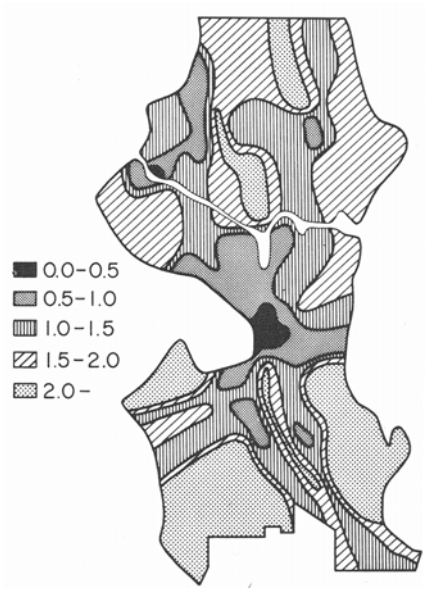


Abb. 21 Seattle Isotachenkarte - Traffic Engineering Division, City of Seattle, and William Bunge. aus [ABLER et al.,1973]

5.1.5 Verzerrungskartogramme

Kartogramme oder *kartographische Anamorphosen* sind geographische Karten, die für die Darstellung nicht-geographischer Informationen absichtlich verzerrt wurden vgl.[Kocmoud, 1997:S4].
Mit Kartogrammen können ebenso wie mit Choroplethen- oder Isoliniendarstellungen thematische Parameter ausgedrückt werden. Im Unterschied zu diesen drücken Kartogramme jedoch den Wert eines Parameters direkt als räumliche Ausdehnung bzw. Distanz aus.
Der Parameter wird nicht mehr als lokale veränderliche Größe im Absolutraum verstanden, sondern zum Maßstab des Raumes selbst gemacht.

Der Einfluss der räumlichen Entfernung wird bei Verzerrungskartogrammen nivelliert. Jeder Punkt in der Darstellung besitzt den gleichen Dichtewert, gleiche Flächen repräsentieren den gleichen Parameterwert.

Diese Methode hat einige Vorteile. Sie erlaubt das anschauliche, intuitive Verstehen der Größenverteilung des betrachteten Parameters, vorausgesetzt die realräumliche Form des untersuchten Gebietes ist bekannt. Oft sind Choropletenkarten nicht unmittelbar verständlich, der Betrachter ist auf die Legende angewiesen, aus der die Klassifikation der Werteberei-che hervorgeht.
Man unterscheidet zwischen zusammenhängenden und nicht-zusammenhängenden Kartogrammen.
Bei nicht-zusammenhängenden Kartogrammen werden die betrachteten Teilraumeinheiten voneinander gelöst und entsprechend dem darzustellenden Parameter einzeln in ihrer Größe verändert. Sie haben eher abstrakt-diagrammatischen Charakter und sind auch „von Hand“ leicht herzustellen. In Kreiskartogrammen nach Dorling werden die Raumelemente als Kreissymbole variabler Größe dargestellt.

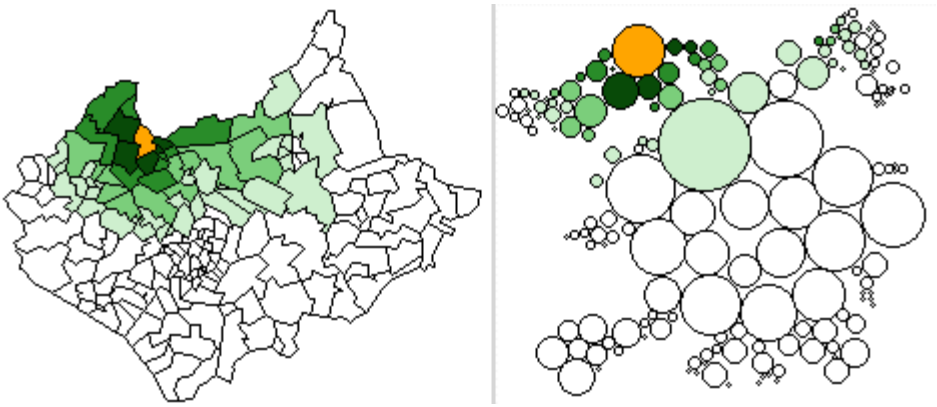


Abb. 22 Choroplethenkarte und nichtzusammenhängendes Kartogramm. Online-Quelle: http://www.mimas.ac.uk/argus/ICA/J.Dykes/3.3.html Zugriff:10.12.2001]

In zusammenhängenden Kartogrammen bleibt hingegen die Kontinuität des Raumes erhalten. Die Darstellung erscheint wie auf einem unendlich dehnbaren Gummituch gezeichnet. Die lokale Dichte des betrachteten Parameters wirkt darauf als eine dehnende Kraft.

Verschiedene Algorithmen zur Erzeugung zusammenhängender kartographischer Darstellung, nach [Kocmoud, 1997:S22].

- Beim **Rubber Map** (Tobler, 1973) Algorithmus, und dem darauf aufbauenden **Rubber Sheet Distortion** Algorithmus (Dougenik, Chrisman and Niemeyer, 1985) wird zunächst der thematische Parameter als Punktverteilung betrachtet. Die Karte wird in einem iterativen Prozess so lange verzerrt, bis alle Punkte denselben Abstand zueinander besitzen.
- Die **Cellular Automaton Methode** von Dorling baut auf dem bekannten *Game of Life* Algorithmus auf.
- Beim **DEMP – (Density Equalizing Map Projections)** Algorithmus werden die einzelnen Teilregionen auf ihren Schwerpunkt bezogen radial skaliert, wobei angrenzende Regionen verformt werden. Der Algorithmus wird für jede Teilregion iterativ angewendet.
- Beim von Kocmoud vorgeschlagenem **Constraint – based approach** sorgen ver-

schiedene Formeinschränkungen (Constraints) dafür, dass die dem Betrachter vertraute Form der dargestellten Raumeinheit (z.B. Bundesstaat oder Zählbistrikt) erhalten bleibt, und die Karte dadurch verständlich bleibt.

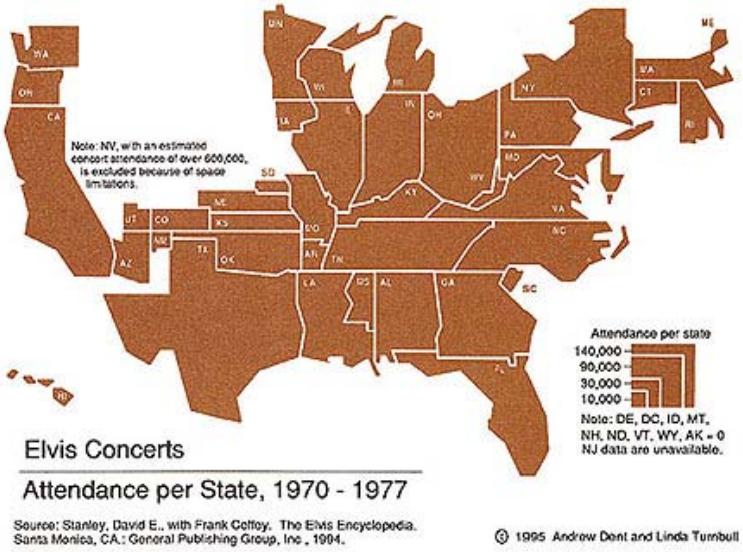


Abb. 23 Online-Quelle:
http://www.owu.edu/~jbkrygie/krygier_html/geog_353/geog_353_lo/geog_353_lo03.html Zugriff:14.2.2002

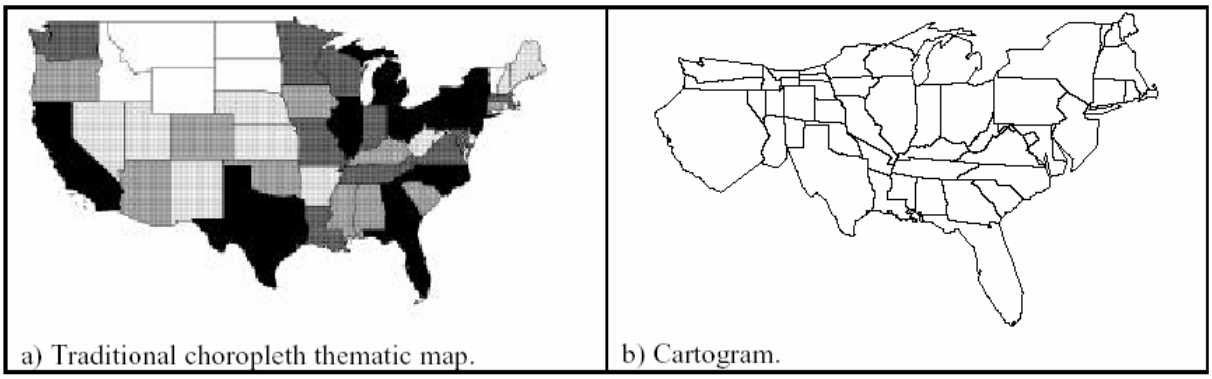


Abb. 24 Bevölkerungszahl: Choroplethenkarte vs. Kartogramm [Kocmoud,1997]

5.1.6 Die Transformation von Isochronenkarten

Verwendet man Zeiteinheiten als Maßstab einer Darstellung von Isochronenkarten, erscheinen die Isochronen als konzentrische Kreise gleichen Abstandes. Die Transformation in den Relativraum führt die komplexen Formen der Isochronen in konzentrische Kreise über und verformt dadurch den Raum entsprechend.
Um eine relativräumliche Darstellung zu erhalten, könnte man also den Versuch eingehen, die Isolinien in die konzentrische Kreisform überzuführen und dabei den Raum entsprechend mitzuverformen.
Dies ist jedoch nicht immer möglich. Da Isochronen auch Löcher oder Inseln bilden können, würde dies im Relativraum zu Mehrdeutigkeiten führen– der Raum erscheint gefaltet. Die Gestalt geographischer Bereiche geht verloren, sie erscheint „umgestülpt“.

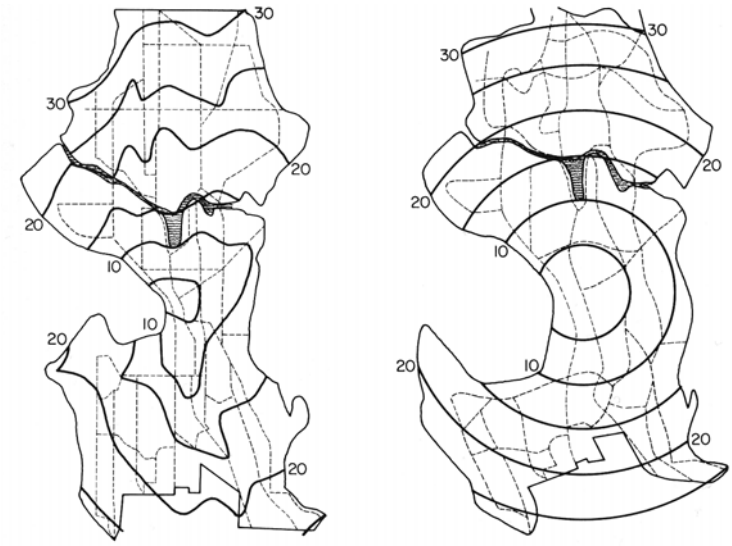


Abb. 25 Seattle Isochrone ausgehend vom Central Business District im topographischen Raum und im zeitbezogenen Relativraum - traffic engineering division, city of seattle, and william bunge. aus [ABLER et al., 1973:S79]

5.1.7 Taxicab Geometrie

Neben unterschiedlichen Herstellungsmethoden für Verzerrungskartogramme soll hier noch eine besondere Form einer nicht-euklidischen Geometrie erwähnt werden, die bei der Darstellung von Zeitdistanzen eine wichtige Rolle spielt.

Bei der Kartierung bzw. der Berechnung von Zeitdistanzen bzw. tatsächlichen Weglängen in bebautem Gebiet ist eine besondere Geometriefamilie besonders hilfreich – die Taxicab Geometrie (auch Manhattan Geometrie genannt).

In der Taxicab Geometrie sind nur Richtungen zulässig, die parallel zu den orthogonal aufeinander ausgerichteten Raumachsen verlaufen. Jede Richtung, jeder Weg wird in einem orthogonalen Raster mit definierter Maschenweite ausgedrückt.
In ihrer stetigen Form geht diese Maschenweite gegen 0. Die Distanzen entsprechen dem tatsächlichen Weg, den ein Fahrzeug in einem völlig regelmäßigen Straßenraster gleicher Maschenweite zurücklegen muss, um zu einem beliebigen Punkt in der Stadt zu gelangen.

Die Taxicab Geometrie ist eine nicht-euklidische Geometrie, da sie mehr als eine einzige kürzeste Strecke zwischen zwei Punkten möglich macht. Auf diese Art sind auch Zwei-Ecke, geschlossene Figuren mit nur zwei Eckpunkten möglich – auch das ist in der euklidischen Geometrie ausdrücklich ausgeschlossen.
Ein Kreis würde in der Taxicab Geometrie wie folgt aussehen:

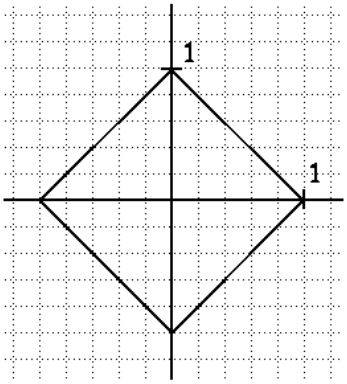


Abb. 26 ein Kreis in der Taxicab Geometrie

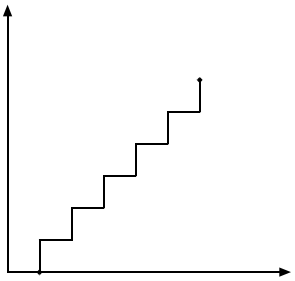


Abb. 27 eine Diagonale in Taxicab Geometrie

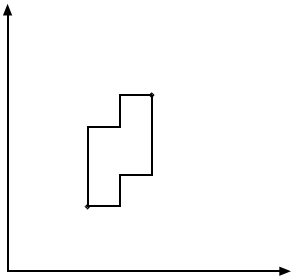


Abb. 28 ein mögliches Zweieck in der Taxicab Geometrie

In Isochronenkarten von Städten mit orthogonalem Straßenraster sind die Formen der Taxicab Geometrie, oft wieder zu finden.

vgl. [Gardner, 1997]

5.2 Informationsvisualisierung

Nicht-lineare Raummodelle wurden in den vergangenen Jahren vermehrt auch auf dem Gebiet der Informationsvisualisierung aufgegriffen und weiterentwickelt.
Bei der visuellen Aufbereitung und Strukturierung komplexer, mehrdimensionaler Datensätze wird die Information selbst zum raumbildenden Parameter.
Ähnlichkeit hinsichtlich des betrachteten Parameters wird als räumliche Nähe der betreffenden Elemente ausgedrückt.
Nicht-lineare Darstellungsmodelle hingegen konzentrieren sich darauf, komplexe und unübersichtliche Datensätze als Ganzes darzustellen und gleichzeitig bestimmte Gebiete hervorheben zu können.

5.2.1 Hyperbolischer Raum

Es handelt es sich hier um eine Geometrie, die sich besonders gut zur Darstellung äußerst komplexer und ausgedehnter Netzwerke eignet.

Der hyperbolische Raum macht sich eine Eigenschaft der hyperbolischen Geometrie, einer nicht-euklidischen Geometrie zunutze.
Zweidimensionale hyperbolische Geometrie kann man sich als auf die Fläche einer hyperbolischen Sattelfläche eingeschrieben vorstellen. Die Sattelfläche wird durch die Beziehung $x^2 – y^2 = r^2$ beschrieben, sie wird auch als Pseudokugel bezeichnet.
Ihre Fläche ist unendlich, ein Dreieck besitzt eine Winkelsumme größer als 180°, seine Schenkel sind als die kürzesten Verbindungen zwischen den Eckpunkten konkav gekrümmt. Durch einen Punkt können unendlich viele Parallelen zu einer beliebigen Gerade gelegt werden.

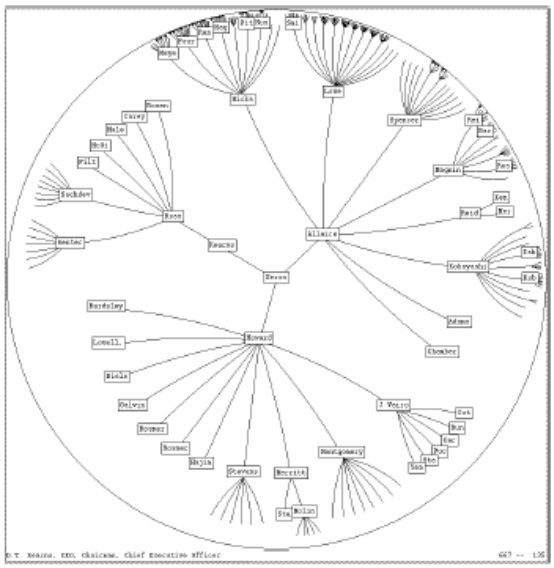


Abb. 29 Darstellung einer Baumstruktur in der Hyperbolischen Ebene. aus [Lamping et al.:1995]

Dieser zweidimensionale hyperbolische Raum kann mit der *Poincaré Projektion* in die euklidische Ebene projiziert werden. Die hyperbolische Fläche erscheint dabei als Scheibe. Der begrenzende Kreis entspricht der unendlichen Ausdehnung der hyperbolischen Fläche. Gerade Strecken konstanter Länge im hyperbolischen Raum erscheinen auf der Poincaré-Scheibe als Kreisbögen, die um so kürzer sind, je weiter sie sich vom Zentrum der Scheibe entfernen. Ein sich mit konstanter Geschwindigkeit vom Zentrum der Sattelfläche wegbewegender Punkt erscheint in der Projektion umso langsamer, je näher er dem Begrenzungskreis kommt. Diesen kann er allerdings nie erreichen, da er einer unendlichen Entfernung zum Zentrum der Projektion entspricht.

In diesem Modell erscheint der Raum also auf besondere Art verzerrt: unbegrenzt große Datenmengen können dabei in ihrer gesamten Ausdehnung auf einmal dargestellt werden.
Im Zentrum der Projektion ist die Größe der Darstellung trotzdem ausreichend groß, um die Details der Datenstruktur zu untersuchen.
Durch Verschieben der Datenstruktur im hyperbolischen Raum kann der fokussierte Bereich verändert werden.
In der Benutzung erweist sich dieses komplexe

Raummodells visuell als erstaunlich leicht zugänglich – es entsteht ein Eindruck, der an den Blick durch eine Fisheye Linse erinnert.
vgl. [Lamping et al.:1994]

5.2.2 Non-Linear Magnification

Auch hier ist das Grundprinzip die gleichzeitige Darstellung eines stark vergrößernden Fokuspunktes und des Kontextes der gesamten betrachteten Datenstruktur (*Focus vs. Context*). Unter den Begriffen *non-linear Magnification* bzw. *Distortion Viewing* sind verschiedene verzerrende Darstellungstechniken zusammengefasst, die einzelne Details eines Objekts oder einer Struktur stark vergrößert darstellen, ohne den untersuchten Bereich aus dem Kontext zu reißen oder Teile des Gesamten zu verdecken. Als eine Erweiterung zum Modell des hyperbolischen Raumes ist hier auch die Verwendung von mehreren Fokuspunkten und Linien möglich.
vgl. [Keahey, 1999], [Kilian, 2000]

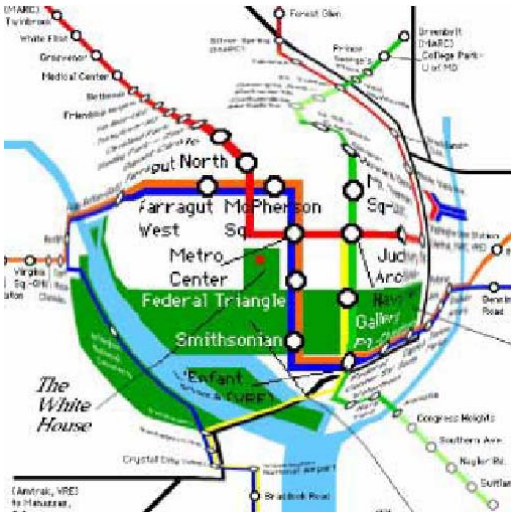


Abb. 30 Beispiel für Non-Linear Magnification bei [Keahey, 1999]

5.2.3 3D – Distortion Viewing

Obwohl die meisten dieser Techniken auf den zweidimensionalen Raum beschränkt sind, kann die Erweiterung in die dritte Dimension auf verschiedene Arten hilfreich sein:
Erstens kann sie helfen, den hervorgehobenen Bereich durch räumliche Verzerrung lesbar zu machen. Die lokale Vergrößerung wird als Verzerrung des Plans in Richtung Kamera interpretiert, die Vergrößerung als perspektivische Nähe. Um die räumliche Verzerrung wahrnehmbar zu machen, werden sog. *shading* Techniken eingesetzt, die einen Licht- / Schattenverlauf auf der verzerrten Oberfläche darstellen.

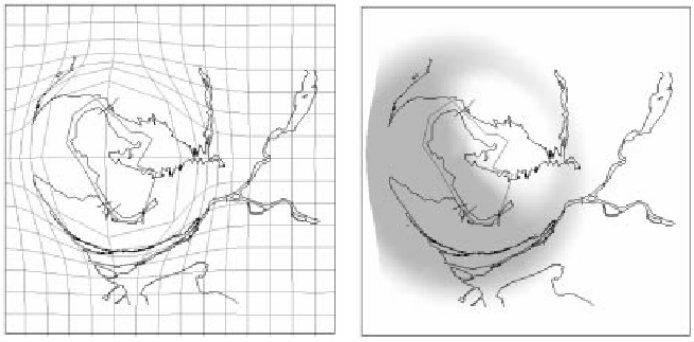


Abb. 31 Non-Linear Magnification – Andeutung der Verzerrung durch eingeblendetes Raster und shading der Oberfläche. aus: Carpendale et. al 3-Dimensional Pliable Surfaces: For the Effective Presentation of Visual Information

Carpendale et. al versuchten aber auch, die Methoden des zweidimensionalen Distortion Viewing auf dreidimensionalen Raum zu übertragen und zu verallgemeinern. Besondere Beachtung wurde dabei neben der Vermeidung räumlicher Überschneidungen dem *visual access* der fokussierten Elemente gewidmet – um zu vermeiden, dass ein betrachtetes Raumelement von anderen Elementen verdeckt wird
vgl. [Carpendale et al.:1995].

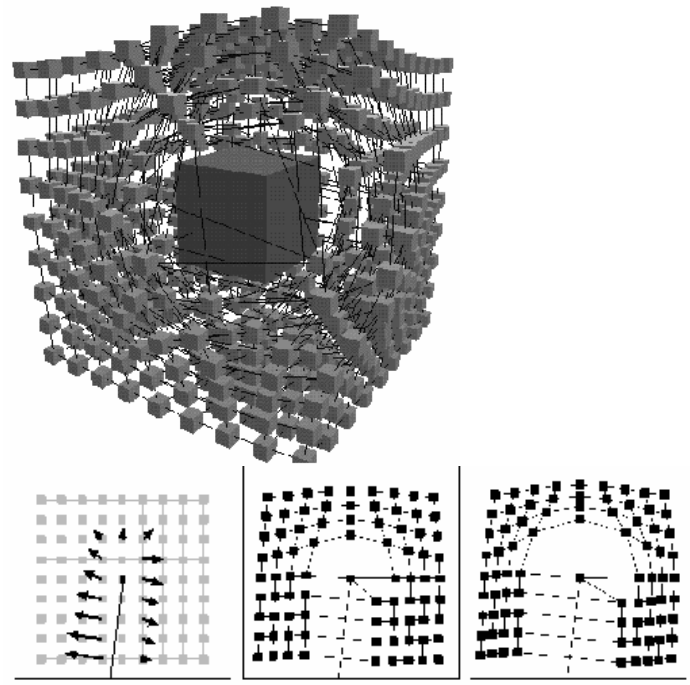


Abb. 32 visual acess im dreidimensionalen distortion viewing aus : Carpendale et. al Distortion Viewing Techniques for 3-Dimensional Data aus [Carpendale et al., 1996]

5.3 Kunst

Raumwahrnehmung und Raumaneignung sind zentrale Themen gegenwärtiger Kunst.
Der subjektive Standpunkt ist die ureigenste Domäne der Kunst. Den drei folgenden Beispielen ist eine systematische Auseinandersetzung mit subjektiven Räumen und ihrer Geometrie gemeinsam.

5.3.1 Situationisten

Der Begriff der Psychogeographie wurde von den Situationisten gewählt, um die Vorstellungs- und Wahrnehmungsräume unserer alltäglichen Umgebung zu beschreiben. Nicht die Umgebung selbst, sondern die Effekte der Umgebung auf das Verhalten und Empfinden des Menschen sollen untersucht und dargestellt werden.

Derivé ist eine Methode zum subjektiven, psychogeographischen Kartieren der urbanen Umgebung. Eine Gruppe von 1-4 Personen setzt über eine bestimmte Zeit (meist mehrere Tage) alle gewohnten sozialen Bindungen und Tätigkeiten aus und widmet sich der Erforschung der unmittelbaren Umgebung.
Ziel ist es, die urbane Umgebung nicht durch den Filter des täglichen Arbeits- und Freizeitrhythmus zu sehen, sondern sich durch vorhandene Zeichen und Orte lenken und leiten zu lassen, ohne ein klares Ziel vor Augen zu haben.
Man legte Wert darauf, dass es sich hierbei nicht um ein zufälliges „Sich treiben Lassen" handelt, sondern um einen bewussten Prozess des Kartierens:

“The sudden change of ambiance in a street within the space of a few metres; the evident division of a city into zones of distinct psychic atmospheres; the path of least resistance which is automatically followed in aimless strolls (and which has no relation to the physical contour of the ground); the appealing or repelling character of certain places”
[Debord, 1955]

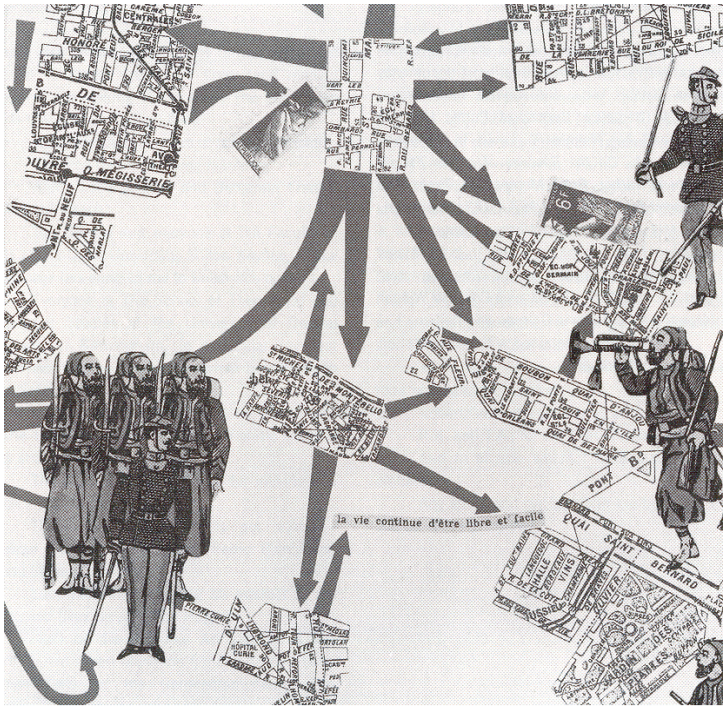


Abb. 33 Life continues to be free and easy, 1959– Guy Debord aus [Sadler,1998:Cover]

5.3.2 Richard Long

Der britische bildende Künstler Richard Long beschäftigte sich in seinen "*walking projects*" ebenfalls mit dem persönlichen, subjektiven Erforschen einer an sich bekannten Gegend. Mehrtägige Fußmärsche sind die Grundlage dieser kartographischen Tätigkeit. Im Gegensatz zu den Situationisten, die das gewohnte Bild des geographischen Raumes auflösen und nach subjektiven Kriterien neu zusammensetzen, wählt Richard Long den umgekehrten Weg.

Die imaginäre, abstrakte Geometrie der Landkarte wird zum Leitmotiv, dem es in der realen Umgebung nachzuspüren gilt. Er zeichnet Kreise und gerade Linien willkürlich in die Landkarte und macht den so umgrenzten Raum zum Gegenstand seiner Wanderungen.

Von der Aktion "a seven day circle of ground – seven days walking within an imaginary circle 5 ½ miles wide, dartmoor, england 1984" bleibt ein kreisrundes Diagramm mit Ortsbezeichnungen das einzige Zeugnis.
Der Weg des Gehenden ist nicht eingezeichnet. Die Ortsbezeichnungen sind größtenteils persönliche Namensgebungen des Künstlers, manche geben Zeitpunkte an: Im Diagramm sind sieben Orte mit „*Midday*" bezeichnet. Das Zentrum des imaginären Kreises bildet die Bezeichnung „*tent*".

Ob es sich bei der „Karte" wirklich um die Darstellung eines entsprechenden kreisrunden Gebietes handelt, lässt sich nicht ausmachen.
Bei genauerer Betrachtung finden sich keine Anhaltspunkte, mit denen man das von Long erforschte Gebiet geographisch fixieren könnte. Es handelt sich vielmehr um eine relativräumliche Darstellung, eine kognitive Karte, aus der man den zeitlichen Ablauf seiner Wanderung viel eher ablesen kann als den tatsächlich zurückgelegten Weg. Der abstrakte Kreis könnte als ironischer Kommentar zur scheinbaren Objektivität von Landkarten verstanden werden, die subjektive Erfahrungen und willkürliche Entscheidungen geometrisch zu ordnen sucht.
vgl. [Corner, 1996:S234]

]

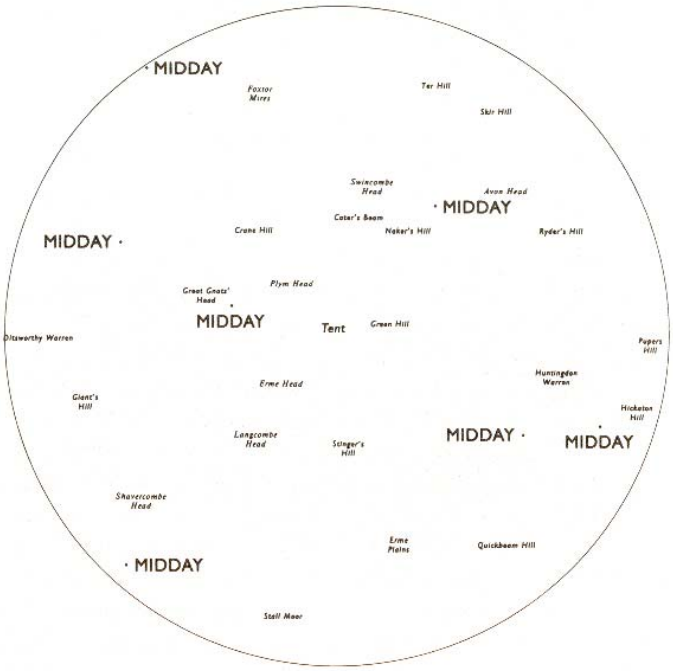


Abb. 34 A seven day circle of ground... – Richard Long (Ausschnitt) aus [Corner, 1996:S234]

5.3.3 Masaki Fujihata

Der japanische Künstler und Wissenschaftler behandelt in seinen Arbeiten verschiedene Aspekte von Wahrnehmung, Geschwindigkeit und Raum.

1991 unternahm Fujihata gemeinsam mit einer Gruppe von Studenten eine Besteigung des Mt. Fujijama. Jedes Mitglied der Gruppe war mit einem GPS - Empfänger ausgerüstet, der die geographischen Koordinaten sowie die Gehgeschwindigkeit ständig mitprotokollierte. War durch diese Technik die Position der Personen in der Ebene exakt bestimmbar, gab es hingegen keine Daten bezüglich deren Höhenposition. Fujihata rekonstruierte den Höhenverlauf der aufgezeichneten Wege aus der Gehgeschwindigkeit der Personen – je langsamer die Geschwindigkeit, als desto steiler wurde das Gelände an der jeweiligen Position angenommen. Aus den einzelnen Wegen entstanden mehrere dreidimensionale Profilkurven des Berges, aus denen ein Modell rekonstruiert werden konnte, wie in der untenstehenden Abbildung zu sehen

ist. Die „Explosion“ der Geometrie in der linken Darstellung kam durch längeren Aufenthalt der Gruppe auf dem Berggipfel zustande, der von der Geschwindigkeitsfunktion als entsprechende Steilheit des Geländes interpretiert wurde.

Abb. 35 Quelle: http://www.c3.hu/~masaki/proposal/ Zugriff :6.9.2001

In seinen Videoinstallationen wie *Impressing Velocity* beschäftigt sich Fujihata ebenfalls mit den Themen Geschwindigkeit und Wahrnehmung. Eine Videokamera, montiert auf einer Modelleisenbahn, überträgt das Bild der rasenden Fahrt. Durch Bildanalyse wird die Geschwindigkeit der einzelnen Bildelemente im Videobild gemessen. Diese Information wurde weiter zur Deformation der Bildebene selbst verwendet. Fujihata erklärt, er wolle damit die Anpassung der visuellen Wahrnehmung an die Geschwindigkeit entgegenarbeiten und so die Geschwindigkeit erst erlebbar machen.

6 Vorgeschlagene Modelle

Im folgenden Teil der Arbeit wird das oben beschriebene Prinzip des Relativraums auf den Stadtraum angewandt. Bei der Visualisierung thematischer Parameter stehen grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung.

- Die statische Darstellung auf Papier in Form von Diagrammen, Karten oder Plänen. Die thematischen Parameter werden mittels kartographischer Signaturen oder als Kartogramme dargestellt. Zeitlich variable Parameter können auf dem Papier allerdings schwer dargestellt werden.
- Dieses Problem kann durch die Verwendung von Computeranimation gelöst werden. Zeitlich-räumliche Parameter können auf explizite Weise anschaulich dargestellt werden. Die dynamische Natur von Relativräumen kann damit jedoch auch nur eingeschränkt vermittelt werden.
- Interaktive Darstellungsformen wie z.B. *Virtual Environments* erlauben es bei entsprechender Modellbildung und Programmierung, den Einfluss von beliebigen Parameteränderungen auf die Form des Relativraumes unmittelbar zu veranschaulichen.

Die Vorzüge der Verwendung von *Virtual Environments* (VEs) liegen auf der Hand. Sie ermöglicht dynamische Darstellungsmodelle, die auf das Verhalten des Betrachters reagieren. Der Benutzer erhält die Möglichkeit, Parameter zu verändern und kann anhand der resultierenden Formänderung die Mechanismen des Darstellungsmodells erforschen.

Die existierenden, unter 5.1.5 beschriebenen Kartogrammalgorithmen sind generell rechenintensiv und daher für eine Verwendung in interaktiven VEs nicht geeignet. Die Schwierigkeit gegenüber diesen beschriebenen Berechnungsmethoden für Kartogramme besteht darin, ein konsistentes und

widerspruchsfreies Modell zu finden, das einfach genug ist, um von gebräuchlichen Computersystemen in Echtzeit berechnet und dargestellt werden zu können.

6.1 Allgemeine Ziele und Kriterien

Beim Design von dynamischen VE's ist eine genaue Planung des Modellverhaltens, der Interaktionsmöglichkeiten und des Interfaces notwendig. Die Art der Repräsentation wird nicht von statisch modellierter Geometrie bestimmt, sondern durch ein mathematisches Regelwerk.

Wichtiges Kriterium der Visualisierungsmodelle ist die Wiedererkennbarkeit der *Gestalt* des Dargestellten. Das bedeutet die Beibehaltung der Topologie, den Erhalt von gewissen Formmerkmalen sowie der räumlichen Ausrichtung. Weiters soll verhindert werden, dass es zu Selbstüberschneidungen der Geometrie kommt. Im Realraum benachbarte Gebiete sollen auch im Relativraum aneinander anschließen ohne sich zu überschneiden. Gerade Wegstrecken sollen im Relativraum keine Schlaufen bilden oder gefaltet erscheinen. Dies wird durch Beschränkung der Freiheitsgrade der Formveränderung und das gezielte Formulieren von Einschränkungen und Hindernissen erreicht, die den Verlust der erkennbaren Gestalt verhindern, ohne die Richtigkeit des Ergebnisses zu stark zu verfälschen. Diese Formeinschränkungen werden im Folgenden gemäß ihrer in der Echtzeitcomputergraphik gebräuchlichen Bezeichnung als *Constraints* bezeichnet.

Weitere Kriterien bei der Umsetzung:

- **Veranschaulichung des Modellverhaltens durch Interaktion-** Der Einfluss subjektiver Parameter ist nur dann für den Betrachter zu erkennen, wenn dieser mit dem System in Interaktion treten und so seine formbestimmenden Prinzipien und ihre Einflussfaktoren erfassen kann.

- **Navigationsaspekte: Innensicht / Außensicht-** Exozentrische und Egozentrische Bezugssysteme ergänzen sich und führen zu leichterem Zugang zum jeweiligen Modell. In der Außensicht kann das gesamte System überblickt werden. Zusätzlich werden mehrere subjektive Kameras angeboten, die eine Innensicht des Systems bereitstellen.

- **Vereinfachen der Navigation**- Ein bekanntes Problem in *virtual reality* ist die mitunter komplizierte Art der Bewegung, die Orientierung und Aktionen im Environment erschwert. Standardnavigationsmodelle wie *walk – fly – examine* wurden hier aus diesem Grunde vermieden. Stattdessen wurde ein Modell einer vereinfachten, eingeschränkten Navigation entwickelt. Ziel ist es, die Beweglichkeit des Benutzers etwas einzuschränken, um ein „Verirren“ zu verhindern, gleichzeitig aber möglichst anschaulich eine Idee von der Beschaffenheit des Raumes zu vermitteln. In vielen Fällen kann sich der Benutzer nur entlang definierter Wege frei bewegen, durch Anklicken anderer Wege kann die subjektive Kamera dorthin gesteuert werden.

6.1.1 Formbestimmende Kräfte

Die Gestalt der Geometrie wird durch das freie Spiel formbestimmender Kräfte bestimmt. Diese wirken zwischen definierten Knotenpunkten und bestimmen so die Form der Darstellung. Ihre Größe ist abhängig von den darzustellenden relativen Distanzen.

In einer frühen Version wurden zur Verformung Federkräfte verwendet. Jeder Distanz wurde eine Federkraft zugeordnet, wobei die Ruhelänge der Federgleichung als Zieldistanz verwendet wurde.

Dabei wurde in

$$F_k = k(l-z0)$$

für die Ruhelänge z_0 die entsprechende Zieldistanz eingesetzt.

Dieser Ansatz hatte den Nachteil, dass durch das Zusammenspiel der Federkräfte im System Vibrationen entstehen, die sich aufschaukeln und die Richtigkeit der Darstellung zerstören können.
Aus diesem Grund wurde in weiterer Folge eine andere Art der Distanzermittlung verwendet. Zwei Objekte verändern ihren Abstand zueinander, bis ein gewünschter Zielabstand erreicht ist. Die Änderung des Abstandes erfolgt nicht auf einmal sondern in

kleinen zeitlichen Schritten, abhängig von einem Dämpfungsfaktor. So ist eine allmähliche Formänderung möglich, ohne den Pendel-Effekt des Feder-Masse Systems. Unterschiedliche Dämpfungsfaktoren erlauben es auch, die formverändernden Einflüsse der verschiedenen Constraints unterschiedlich zu gewichten.

6.1.2 Zur gewählten Form der Darstellung

Auf die VR-typische Repräsentation des Stadtraumes durch „Nachmodellieren“ der Gebäude mit vereinfachter Geometrie wurde verzichtet, stattdessen stellt das an Ort und Stelle aufgenommene Videomaterial den Bezug zur materiellen Wirklichkeit her. Diese Bildstreifen repräsentieren nicht die objekthafte Wirklichkeit, sondern deren visuelle Wahrnehmung.

Abb. 36 Screenshot eines der entwickelten Environments

6.1.3 Verwendete Software

Die *Virtual Environments* wurden unter der Entwicklungsumgebung *Virtools dev* von der Firma Virtools programmiert.

Es handelt sich dabei um ein Authoring/ Prototyping System für interaktive 3D Anwendungen.
Virtools dev verwendet ein eigenes System der graphischen Programmierung. Die dabei verwendeten Skripts funktionieren ähnlich symbolischen Ablaufdiagrammen nach dem *Boxes and Wires* Paradigma. Die graphische Programmierung ist objekt- orientiert, jedem Element können ein oder mehrere Skripts zugeordnet werden, die parallel abgearbeitet werden und miteinander Informationen austauschen können.

Zur Erläuterung der Funktionsweise ist hier ein einfaches *Virtools Script* abgebildet. Es handelt sich um ein Constraint, das die Y-Koordinaten der Knotenobjekte auf null setzt. Die Knotenelemente sind in einer Gruppe zusammengefasst.

Virtools Skripts sind im wesentlichen aus folgenden Bestandteilen zusammengesetzt:

- *Building Blocks* sind kleinere Programm-Module, die spezialisierte Aufgaben übernehmen und über Signalwege miteinander verbunden werden. In der Darstellung sind die Building Blocks „Group Iterator“ und „Set Position“ zu sehen. Building Blocks besitzen links die Eingänge, rechts die Ausgänge für die Abarbeitung des Skripts. Oben sind Dateneingabe-, unden Datenausgabekanäle angeordnet.
- *Parameter Operators* führen einfache Rechenoperationen aus, im Gegensatz zu den Building Blocks sind sie aber nicht in den Signalfluss der Skriptabarbeitung integriert, sondern werden von den Building Blocks, mit denen sie verbunden sind, bei Bedarf aktiviert.
- Teile von Skripts können in sog. *Behaviours* mit eigenen Signal- und Daten Ein-/Ausgängen zu-

sammengefasst werden, die fortan wie Building Blocks im Skript verwendet werden können.

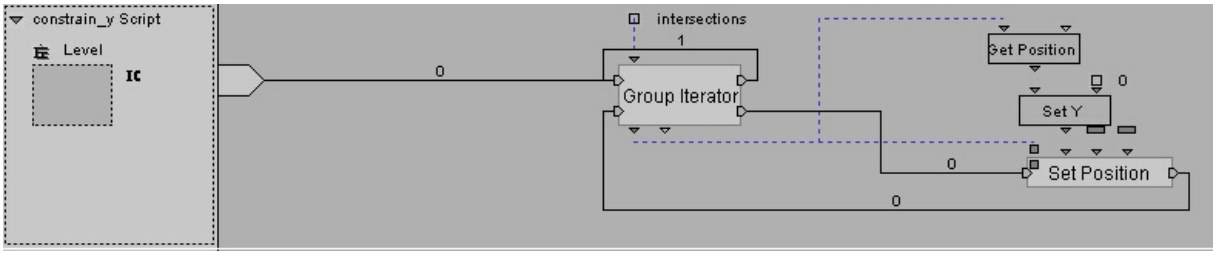


Abb. 37 ein Beispiel für ein *Virtools Script*

Nähere Informationen zu der verwendeten Softwareumgebung sind unter http://www.virtools.com zu finden.

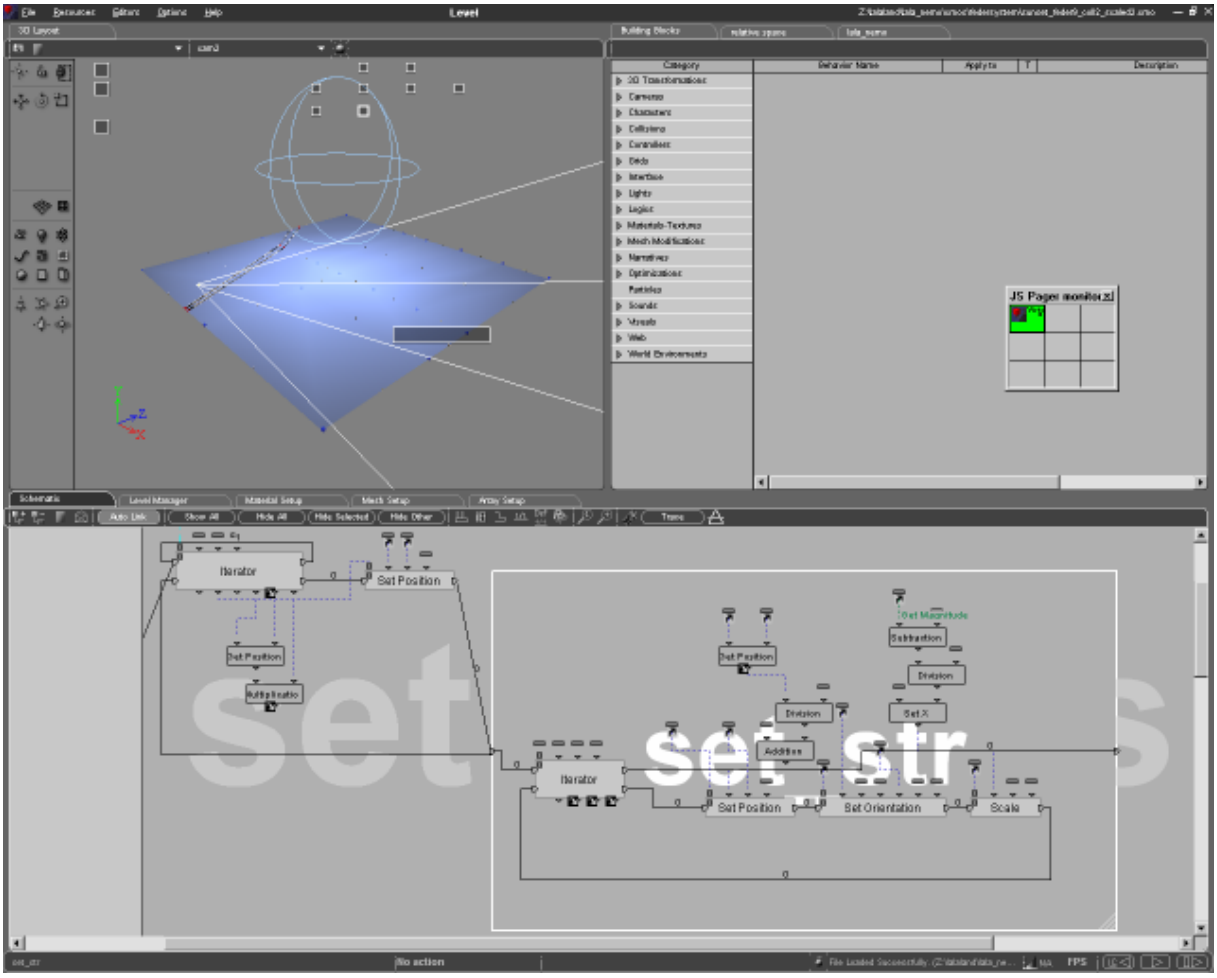


Abb. 38 - Screenshot der *Virtools Dev* Umgebung

6.2 Videospuren

Abb. 39 Videospur vom Autofenster aus am Pasadena Fwy

Die Untersuchung relativer, insbesondere zeitlicher Distanzen in städtischer Umgebung macht die Betrachtung weiträumiger Gebiete notwendig. Ein Problem besteht bei der Verfügbarkeit passender Datenquellen. Um selbst eine genaue und vollständige Bestandsaufnahme durchführen zu können, ist das zu untersuchende Gebiet für gewöhnlich zu weitläufig, öffentlich zugängliche Daten wie Zensusdaten oder Verkehrsanalysen in ihrem Maßstab zu ungenau. Genaue Stadtkarten, die Gebäudeumrisse sowie Informationen über Nutzung etc. enthalten, sind für Los Angeles nicht verfügbar.

Aus diesen Gründen wurde als Methode die systematische Videoaufzeichnung der Straßenzüge verwendet. Sie liefert neben der Abbildung des untersuchten Gebietes auch Information über Wegzeitdistanzen.

Die Grundeigenschaft der filmischen Darstellung ist es, räumliche Ereignisse in konstanten Zeitabschnitten abzubilden. Die Zeit wird dabei in diskrete Einheiten, sog. Kader (oder engl. *Frames*) zerlegt. Der belichtete Filmstreifen ist also gut als Maßband dafür geeignet, Raum in Zeiteinheiten zu messen. Um diese Eigenschaft des Filmstreifens auch auf Videomaterial zu übertragen, werden Teile der Videoeinzelbilder nach verschiedenen Methoden zu zusammenhängenden Bildstreifen kombiniert.

6.2.1 Datenquellen und Methoden

Verwendet wurden Videoaufnahmen aus verschiedenen Stadtteilen von Los Angeles, die in der Zeit zwischen September 2000 und Dezember 2000 aufgenommen wurden.

Die Videokamera wurde in den seitlichen Autofenstern mithilfe eines speziellen Stativs montiert. Bei der Aufnahme wurde eine Weitwinkeloptik verwendet.
Um möglichst detaillierte Einzelbilder zu bekommen wurde mit *progressive Fields* gefilmt, d.h. in der Vollbildauflösung von 720x576 D1-PAL mit 25 fps.

6.2.2 Sequentielle Aneinanderreihung der zentralen Bildsegemente

Von der digitalisierten Videosequenz wurde jedes Einzelframe auf einen schmalen, zentralen Bildstreifen von 20 Pixel Breite beschnitten. Die so behandelten Einzelbilder wurden anschließend mit dem Compositingsoftware *After Effects* zu einem zusammenhängenden Bildstreifen nebeneinander arrangiert.

Mit der Bewegung der Kamera ändert sich auch die Perspektive in jedem Einzelbild, in der Montage passen die Einzelframes also nicht nahtlos zusammen. Um ein ideales Ergebnis zu erzielen, sollten die Bildstreifen möglichst schmal sein, um so den Einfluss der Zentralperspektive zu minimieren. Die Fluchtpunkte der einzelnen Frames werden in der Montage zu einer Fluchtlinie. Da jedoch die zeitliche Auflösung des Videoformates auf 25 Vollbilder / Sek. beschränkt ist, ist hingegen eine gewisse Mindestbreite der Streifen notwendig, um eine durchgängiges Abbildung der aufgenommenen Objekte (Gebäude etc.) zu bekommen.
Ein weiteres Problem bei der Aufnahme stellten vertikalen Vibrationen dar, die die Lesbarkeit der Montage erschwerten. Dem wurde mit folgender alternativen Methode der Bildmontage Abhilfe geschaffen.

6.2.3 Sequentielle Aneinanderreihung vertikaler Anpassung

Statt der einfachen Aneinanderreihung wurde das *Image-Mosaicing* Programm *Panorama Factory* eingesetzt, das üblicherweise zum Herstellen von Panoramabildern aus einer Reihe von Einzelbildern verwendet wird
(siehe http://www.panoramafactory.com). Dabei ist ein gewisser Überlappungsbereich zwischen den Einzelframes notwendig, der hier auf einen bestimmten Wert fixiert wurde. Durch Bildanalyse und verzerren / verschieben der einzelnen Frames werden die Bilder möglichst gut aufeinander abgestimmt. Dadurch konnten die perspektivischen Verzerrungen am Rand jedes einzelnen Videoframes und der Einfluss der vertikalen Erschütterungen weitgehend ausgeglichen werden.

6.2.4 Entzerrung der Einzelbildmontage

Wurde auf die Vorgabe einer fix definierten Überlappung der einzelnen Videoframes verzichtet, entstand ein natürlicheres Bild, aus dem allerdings durch die entstehende Verzerrung die zeitliche Distanz nicht mehr ablesbar ist. Diese Montagen wurden daraufhin Mithilfe eines digitalen Stadtplanes auf die räumlichen Distanzen hin entzerrt und als Texturen in den *Virtual Environments* verwendet.

Durch den Einfluss der Perspektive ist in den Bildmontagen ein interessanter Effekt zu beobachten – Objekte im Vordergrund erscheinen horizontal gestaucht, während weit entfernte Objekte horizontal gedehnt erscheinen. Die entfernten Objekte bewegen sich im Bildausschnitt viel langsamer vorbei als Objekte in unmittelbarer Nähe. In den folgenden Darstellungsmodellen werden diese Bildmontagen proportional zur darzustellenden Geschwindigkeit horizontal verzerrt. Dabei erscheint je nach Skalierung immer ein anderer Tiefenbereich auf der Textur in richtiger Proportion.

„Aber es gibt auch ein Phänomen von NÄHE, das hier ins Auge gefaßt werden muß. Die Geschwindigkeit, mit der die Objekte über den Bildschirm des Guckfensters wandern, hängt auch vom Grad ihrer Nähe ab: je weiter das Flugzeug sich vom Erdboden entfernt, umso langsamer zieht die überflogene Landschaft vorbei; die Welt wird statisch.“

[Virilio, 1978]

Abb. 40 Sequentielle Aneinanderreihung – der Abstand zwischen den vertikalen dunklen Markierungen entspricht einer Sekunde.

Abb. 41 Vertikale Anpassung der Bildstreifen – die Abbildung wird regelmäßiger, verliert aber an Genauigkeit.

6.3 Zweidimensionales Wegenetz

Die so entwickelte Videonotation ermöglicht es, einzelne Wegzeitdistanzen im Zeitmaßstab darzustellen. Nun gilt es, eine passende Darstellungsweise für ein zusammenhängendes Gebiet zu finden.
Wegzeitdistanzen sind lineare Parameter, die Darstellung des untersuchten Gebietes als Netzwerk liegt nahe. Straßenkreuzungen werden darin durch Knoten repräsentiert, die Wege zwischen ihnen sollen nun keine fixen räumlichen Distanzen, sondern variable Wegzeitdistanzen darstellen.

Aus dem Stadtgebiet wurden zur näheren Untersuchung quadratische Felder von ½ Meile Seitenlänge nach folgenden Kriterien ausgewählt:

- Die vollständige Geschwindigkeits- Hierarchie der Verkehrsflächen sollte im Gebiet präsent sein: Autobahnen, Autobahnauffahrten, Hauptstrassen, *secondary Highways*, Siedlungsstrassen, *Alleys*, Parkplatzflächen, Fußgängerbereiche etc …
- Das Gebiet sollte weiters eine möglichst heterogene, gemischte Bebauung und Nutzungsstruktur besitzen.
- Das Wegenetz des Gebietes soll sich gut als lineares Netzwerk darstellen lassen, d.h. aus möglichst geraden Wegstrecken bestehen.

Das folgende Beispiel bezieht sich auf einen Teil in East Hollywood, das von den Strassen Sunset Blvd., Western Av., Franklin Av. und Bronson Av. eingegrenzt wird. Durch das Gebiet verläuft der Hollywood Freeway (101), der auf dem Sunset Blvd. eine Abfahrtsrampe und auf dem querverlaufenden Hollywood Blvd. Auf- und Abfahrtsrampen besitzt.
Nördlich des Hollywood Blvds. findet sich überwiegend Wohnnutzung. Die Gegend um den Hollywood Blvd. ist durch kleinteilige kommerzielle Nutzung bestimmt, während am Sunset Blvd. vor allen, großteilige kommerzielle Nutzung in Form von Shopping Centers und Baumärkten vorherrscht.

Abb. 42 – Luftaufname des untersuchten Gebietes

Abb. 43 – Strassennamen und Parzellierung

6.3.1 Datenquellen

Die Darstellung greift primär auf vor Ort aufgenommenes Datenmaterial zurück. Dieses umfasst Videosequenzen von beiden Straßenseiten der meisten befahrbaren Wege, die Messung der Ampelphasen zu einer bestimmten Tageszeit mittels Stoppuhr und Aufnehmen der ausgewiesenen Geschwindigkeitsbeschränkungen. Aus den Videosequenzen konnte die tatsächliche Fahrzeit für jeden Abschnitt ermittelt werden.
Planmaterial wurde online vom GIS-Server der Stadtverwaltung Los Angeles bezogen (http://navigatela.lacity.org).
Als weitere visuelle Referenz wurde ein Luftbild ders betreffenden Gebietes vom *Microsoft Terraserver* verwendet (http://terraserver.microsoft.com/default.asp).

Abb. 44 Videospur Hollywood Blvd., Nordseite

6.3.2 Berechnungsmodell

Das untersuchte Gebiet wird durch ein räumliches Wegenetz mit Knoten und Kanten definierter Länge repräsentiert. Die Topologie des Netzwerkes bleibt invariant. Die Distanzen zwischen den Knoten sind jedoch variabel.
So kann das Netzwerk unterschiedliche räumliche Formen annehmen, ohne dass sich die Nachbarschaftsbeziehungen zwischen den Knoten verändern.

Die Formänderung geschieht jedoch nicht sprunghaft, sondern vollzieht sich allmählich. Das hat mehrere Vorteile:

- Das Prozesshafte der Veränderung lässt sich an der Darstellung nachvollziehen.
- Es erwies sich im Zuge der Arbeit, dass die Gestalt des dargestellten Wegenetzes bei einer allmählichen Formveränderung eher erhalten bleibt als bei einer sprunghaften.
- Durch die zeitliche Verzögerung ergibt sich eine Gestaltungsmöglichkeit zur Abstimmung der formbestimmenden Kräfte untereinander.

Jeder Kante im Netzwerk kann zunächst eine Zieldistanz zugewiesen werden. Durch iteratives Annähern bzw. Auseinanderrücken der Knoten wird deren aktuelle Distanz der zugewiesenen Zieldistanz angenähert.

Diese Positionsänderung der Knotenpunkte wird solange fortgeführt, bis die aktuellen Kantenlängen im Netzwerk den jeweiligen Zieldistanzen entsprechen. Ein zeitlicher Dämpfungsfaktor bestimmt die Geschwindigkeit, mit der die Formveränderung vonstatten geht. Starke Deformationen, wie sie durch abrupte Distanzänderungen auftreten können, werden so abgefangen.

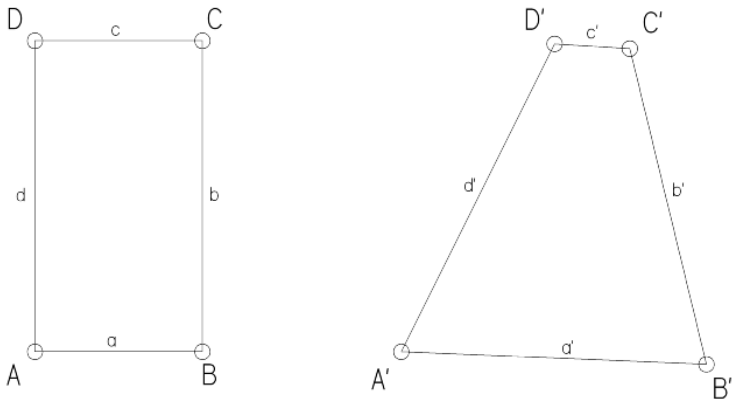


Abb. 45 links: Netzwerk mit absoluten Distanzen a bis d rechts: Netzwerk mit relativen Distanzen a' bis d': durch deren Größe wird die Lage der Punkte A' – D' bestimmt.

Berechnung der Wegzeitdistanz

Zwei Arten von zeitlichen Distanzen werden im vorliegenden Beispiel verwendet:

- Die während der Aufnahme tatsächlich benötigte Wegzeit.
- Die im Rahmen der geltenden Geschwindigkeitslimits und Ampelschaltung kürzestmögliche Wegzeitdistanz in beide Richtungen.

Ausgehend von der Überlegung, dass Bewegung auf einem Streckenabschnitt nur während einer Grünphase der nächsten Ampel stattfinden kann, kann man aus Streckenlänge, dem Geschwindigkeitslimit und der Ampelphase der in jeweiliger Richtung nächsten Ampel einen Wert für eine mittlere Wegzeit berechnen.
Das Verhältnis von Rot- zu Grünphase incl. Gelbphase beeinflusst die mögliche mittlere Geschwindigkeit. Ist z.B. das Verhältnis der Ampelphasen 0.5, halbiert sich die mittlere Geschwindigkeit, da nur noch die Hälfte der Zeit für die Bewegung zur Verfügung steht.

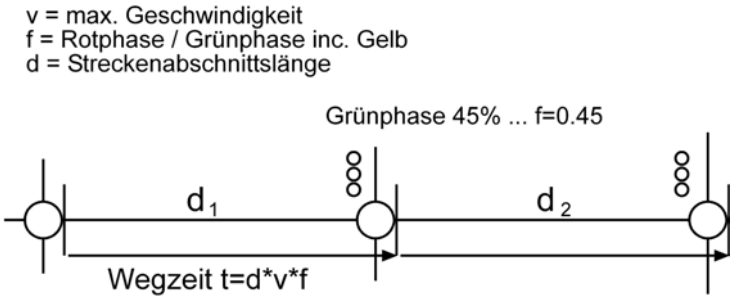


Abb. 46 Berechnung der Wegzeitdistanz

6.3.3 Implementierung

Abb. 47 Ausgangspunkt - Knoten- und Kantenobjekte

Vorbereitung der Geometrie- Die Topologie des Wegenetzes wird durch zwei Gruppen von Objekten bestimmt, welche die Anzahl und Lage der Knoten und Kanten definieren - für jedes Objekt aus der Gruppe der Kantenobjekte werden die beiden zugeordneten passenden Knotenobjekte gesucht. Die Kantenobjekte werden mit den gefundenen Knotenobjekten und deren Distanz in eine Tabelle eingetragen.

Positionsberechnung der Knotenobjekte- Die Tabelle der Kantenobjekte wird nun Schritt für Schritt durchlaufen, und die Objektreferenzen der zugehörigen Knotenobjekte sowie die gewünschte Zieldistanz ausgelesen. Die beiden Knotenobjekte werden mit einer bestimmten zeitlichen Verzögerung in die gewünschte Zieldistanz zueinander gebracht.

Einfügen von nicht aktiven Knoten- Wegstrecken, über die keine Daten verfügbar sind, die aber dennoch zur Erkennbarkeit des Gebietes notwendig sind,

können als nicht aktive Knoten an den Strecken eingefügt werden. Sie teilen eine Kante im konstanten Verhältnis und folgen so der Deformation des Wegenetzes. Zwischen diesen Hilfsknoten können die Wegstrecken aufgespannt werden, wobei sie ebenfalls nur passiv die Distanz zwischen den Hilfsknoten annehmen. Die Hilfsknoten sind farblich gekennzeichnet, im vorliegenden Beispiel wurden sie zur Darstellung des 101 Freeways verwendet.

Verformung- Jedes Kantenobjekt wird so transformiert (positioniert, rotiert und skaliert), dass es auf dem Mittelpunkt der gedachten Verbindungslinie zwischen den Knotenobjekten positioniert ist und in Richtung derselben gedreht ist. Ausgehend von der momentanen Distanz der Knotenobjekte wird das Kantenobjekt so skaliert, dass es an die Knotenobjekte anschließt.

Implementierung der Navigation- Bei der Darstellung der zeitlichen Distanzen wurde die Bewegungsrichtung vernachlässigt. Die unterschiedlichen Wegzeitdistanzen für beide Richtungen wurden in zwei verschiedene Datensätze aufgeteilt. Das Modell kann nun entweder für die Bewegungsrichtung Ost bzw. Nord oder für die Bewegungsrichtung West bzw. Süd abgebildet werden. Unberücksichtigt blieben auch mangels verfügbarer Daten alle Einflüsse des tatsächlichen Verkehrsaufkommens.

Implementierung der Constraints- Zum Erhalt der Lesbarkeit der Repräsentation wurde eine Reihe von Formbeschränkungen (Constraints) implementiert, die auf die Größen der dargestellten relativen Distanzen möglichst keinen Einfluss ausüben.

- **Shape Constraint**- Diese Einschränkung ist sehr wirksam, um Selbstüberschneidung und zu starke Faltung der Geometrie zu verhindern. Sie übt eine streckende Kraft auf zusammengesetzte Wege aus, und bewirkt so, dass diese eine gerade Linie anstreben. Da eine neue Kraft ins System eingebracht wird, kann es zu leichten Ungenauigkeiten in der Darstellung der Zieldistanzen führen. Um dem vorzubeugen wird sie dynamisch auf die Zieldistanz angepasst.

- **Kollisionsvermeidung-** in die „Hohlräume“ zwischen den einzelnen Strecken können unsichtbare Kollisionsobjekte eingefügt werden, die eine Selbstüberschneidung des Netzwerkes verhindern.

Abb. 48 unverformtes Ausgangsnetz

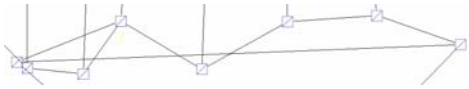


Abb. 49 ohne Kollisionsvermeidung

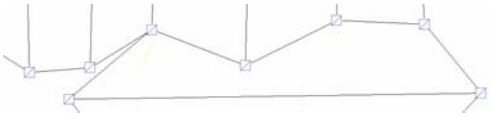


Abb. 50 mit Kollisionsvermeidung

Eine weitere Möglichkeit stellt das gezielte Sperren von einzelnen Achsenrichtungen dar.

- **Y-lock**: Die Y- Koordinate aller Knotenpunkte wird auf null fixiert, das Netzwerk ist in der XZ Ebene angeordnet. (Anmerkung: im verwendeten amerikanischen links- händigen System zeigt die y-Achse nach oben)

- **X-lock**: für diejenigen Knoten, die eine X-Koordinate von null besitzen, bleibt diese auf null fixiert.

- **Z-lock**: Für Knoten mit Z- Koordinate von null wird diese auf null fixiert.

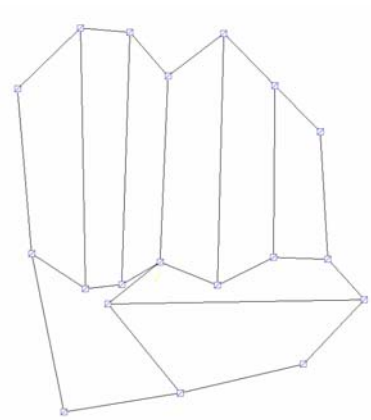


Abb. 51 Netzstruktur ohne Constraints

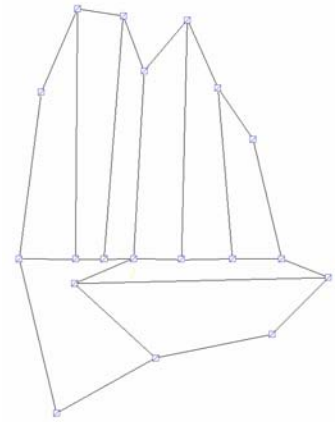


Abb. 52 Netzstruktur mit Z-Constraint

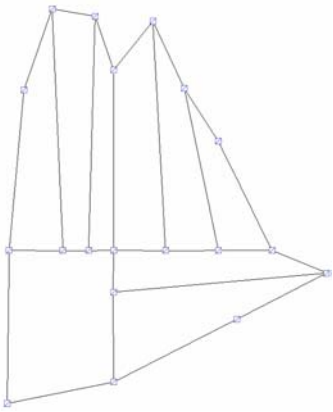


Abb. 53 Netzstruktur mit ZX-Constraint

Screenshots der Applikation

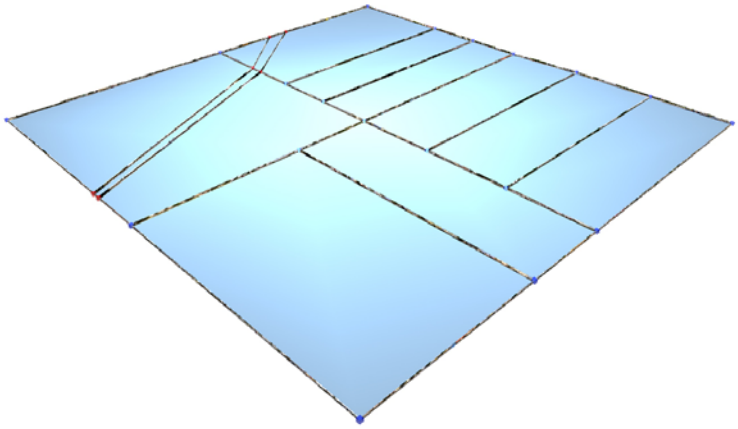


Abb. 54 Unverzerrtes Strassennetz

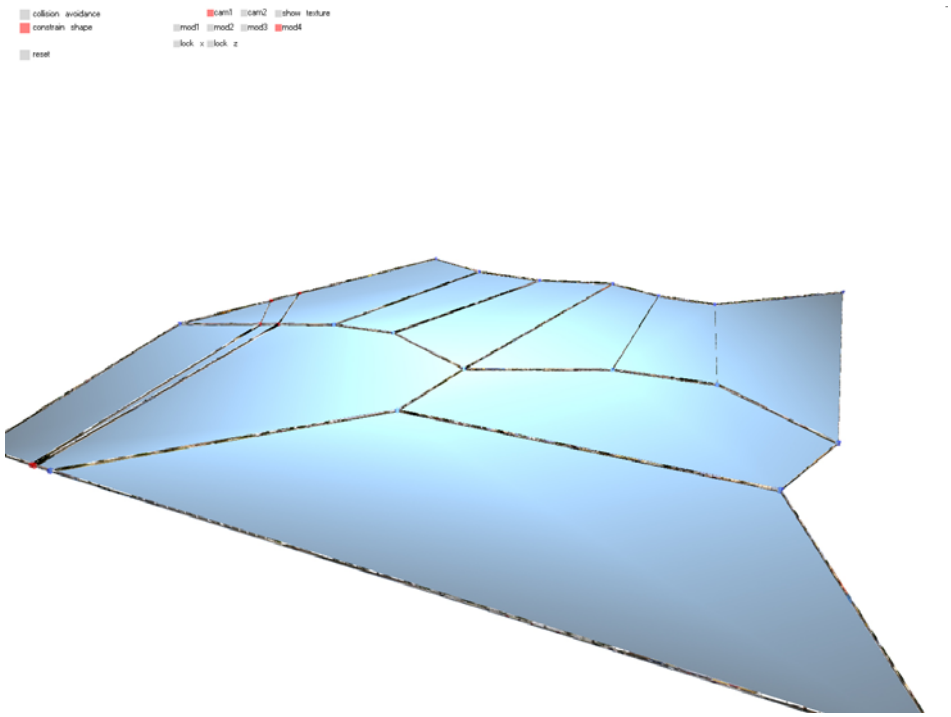


Abb. 55 Straßennetz nach gemessener Wegzeitlänge

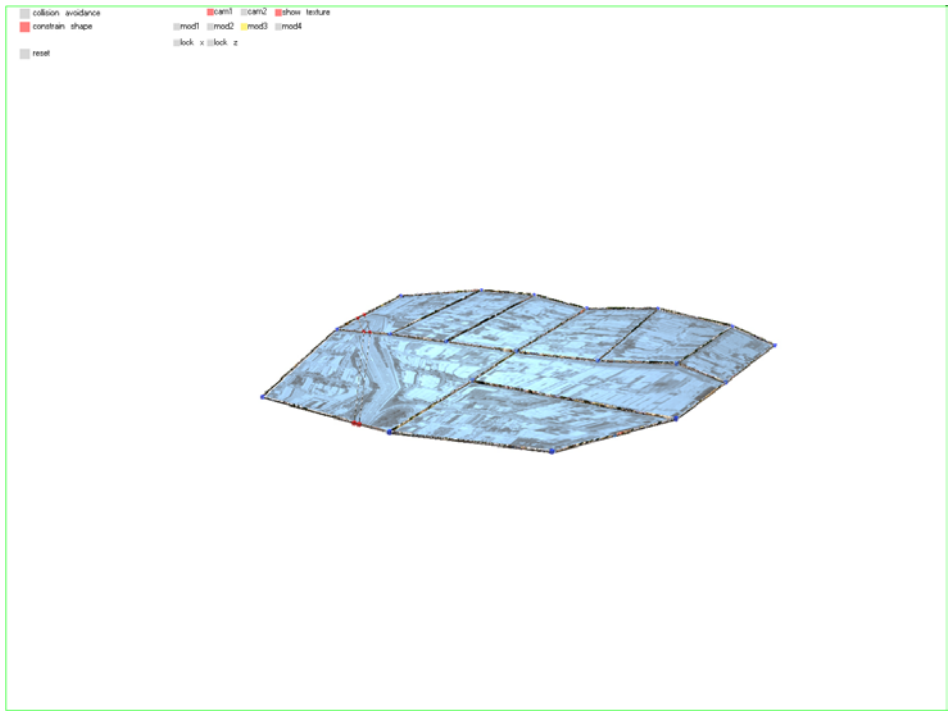


Abb. 56 Straßennetz mit minimalen Wegzeitlängen, entsprechend geltenden Geschwindigkeitsbeschränkungen und Ampelphasen

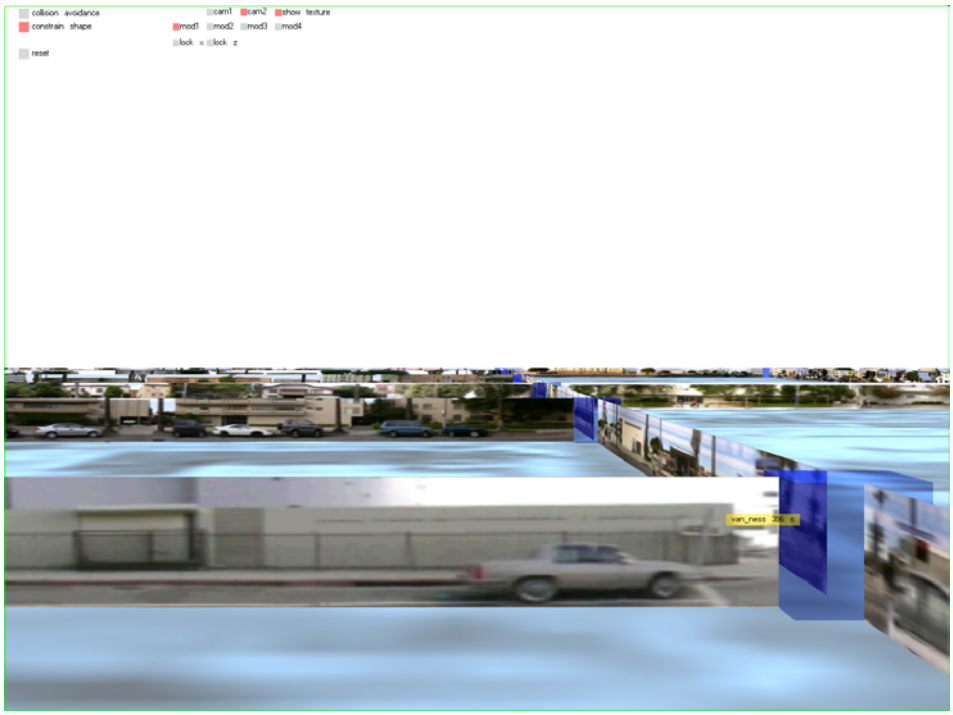


Abb. 57 Subjektive Kamera

Abb. 58Subjektive Kamera im Relativraum

6.4 Dreidimensionales Wegenetz

Der nächste Schritt besteht in der dreidimensionalen Formulierung des linearen Wegenetzes.
Je nach Verteilung der Zieldistanzen können Zustände auftreten, die sich im zweidimensionalen System nicht darstellen lassen. Solche Situationen werden im zweidimensionalen System durch das freie Spiel der formbestimmenden Kräfte gelöst, die sich auf einen stabilen mittleren Zustand einpendeln. In so einem Fall sind allerdings auch die Zieldistanzen nicht korrekt.

Durch den hinzugekommenen Freiheitsgrad der dritten Dimension werden solche widersprüchlichen Situationen lösbar, es wächst allerdings auch die Bandbreite der möglichen Formen, die das Netzwerk annehmen kann, ins Unbegrenzte. Daher ist es notwendig, weitere Überlegungen in die adäquate Formulierung der Constraints zu investieren.

Das dreidimensionale Modell wurde am Beispiel des Autobahnknotens in Glendale zwischen den Freeways 2 und 134 implementiert. Der Autobahnknoten stellt ein komplexes räumliches Gebilde dar, auf dem Wegzeit-distanzen im Laufe eines Tages großen Varianzen unterworfen sind.

6.4.1 Datenquellen

Von jeder Richtungsfahrbahn, Auffahrtsrampe und Überleitung wurden Videospuren angefertigt, wobei die Kamera von der Fahrerposition aus gesehen nach links gerichtet war.
Aus den Videospuren konnte auch die konkrete Fahrzeit für jede Wegstrecke aus dem Timecode der Videobänder ermittelt werden.
Die Form der Fahrbahnen wurde aus dem digitalen Stadtatlas von Thomas Bros. entnommen (Thomas Guide Digital Edition 2001 – siehe auch http://www.thomasmap.com/digital_cd-roms.htm).
Als zusätzliche Referenz beim Modellieren der Grundgeometrie wurde ein Luftbild des betrachteten Gebietes verwendet, das aus dem Online-Archiv des Microsoft Terraservers stammt.

Abb. 59 Luftaufnahme des Autobahnkreuzes. Online-Quelle: http://terraserver.microsoft.com Zugriff:10.12.2001

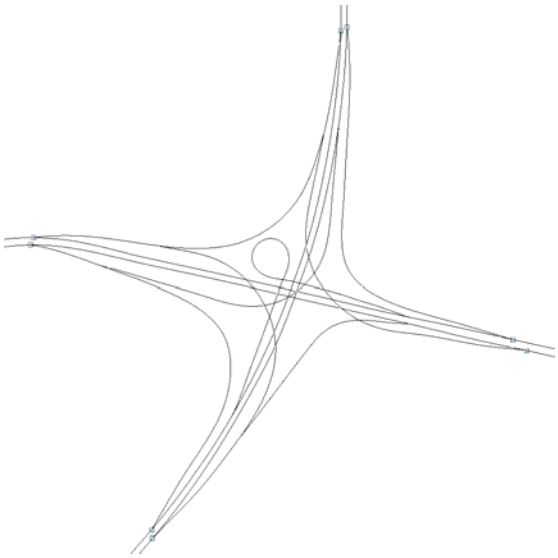


Abb. 60 Grundgeometrie der untersuchten Struktur

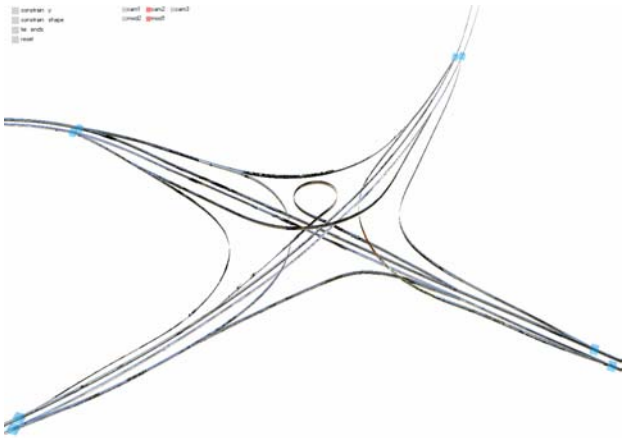


Abb. 61 Screenshot des *Virtual Environments*

6.4.2 Implementierung

Die komplexere Situation im dreidimensionalen Modell erforderte die Formulierung neuer Constraints:

- **Tie ends-** Mit diesem Constraint wird versucht, die Richtungsfahrbahnen möglichst parallel und in unmittelbarer Nähe zueinander zu halten, um die Erkennbarkeit der Darstellung zu gewärleisten. Dies gelingt, indem die beiden Knotenpunkte in konstanter Distanz gehalten werden.

- **Goalshape-** Die ursprüngliche Lage aller Knoten wird gespeichert. Auf die Knoten wird in weiterer Folge eine Kraft ausgeübt, die sie im Rahmen der verfügbaren Freiheitsgrade dazu veranlasst, möglichst in ihre ursprüngliche Lage zurückzustreben.

- **Y-Constraint-** Diese Einschränkung fixiert die Knotenpunkte auf ihrer ursprünglichen vertikalen Höhe. Das System wird quasi-zweidimensional.

.
Die einzelnen Constraints sind in ihrem Einfluss auf die Form so aufeinander abgestimmt, dass sie auch kombiniert werden können.

Abb. 62 Goalshape Constraint

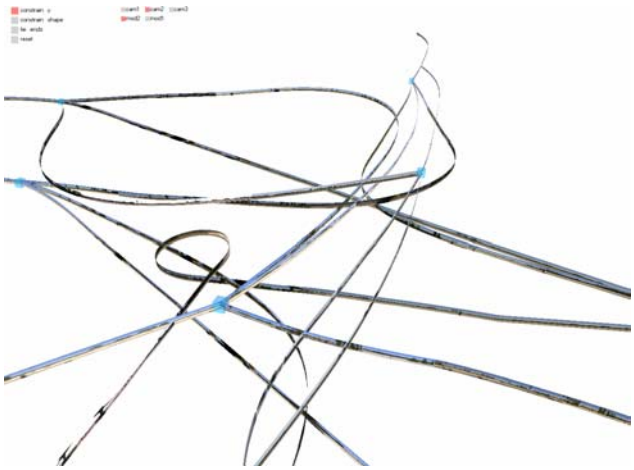


Abb. 63 Y-Constraint

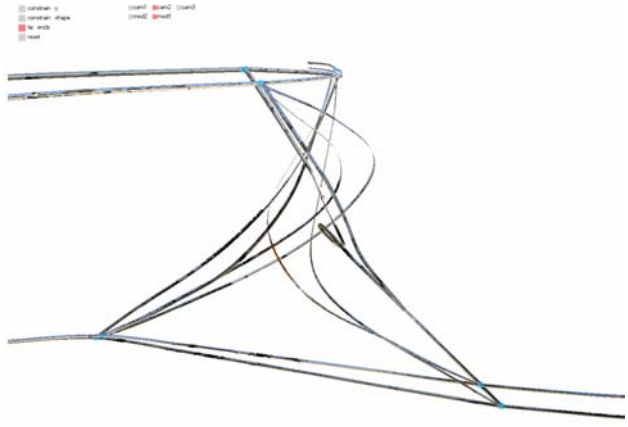


Abb. 64 Tie Ends Constraint

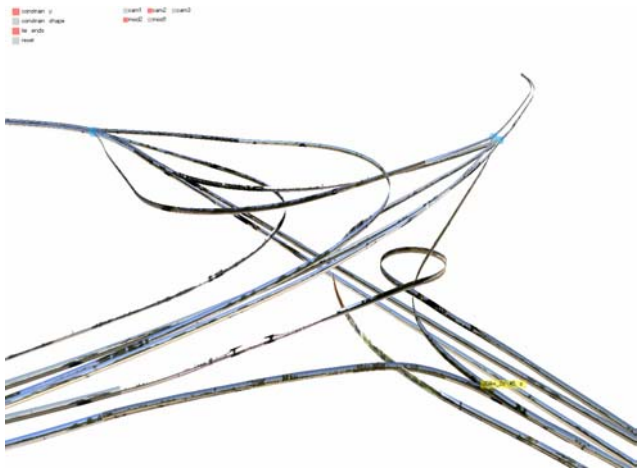


Abb. 65 Tie Ends + Y-Constraint

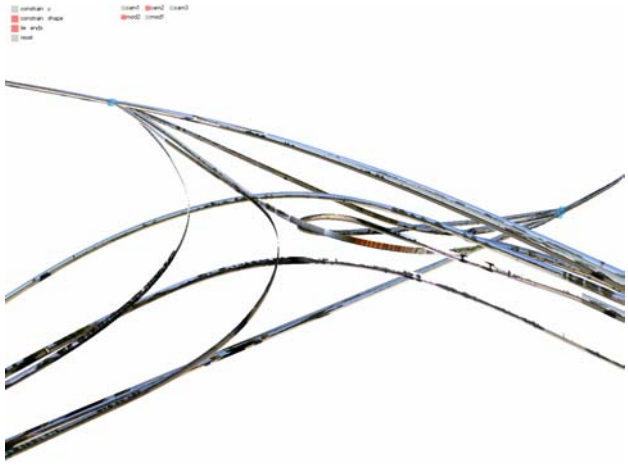


Abb. 66 Tie Ends + Constrain Shape

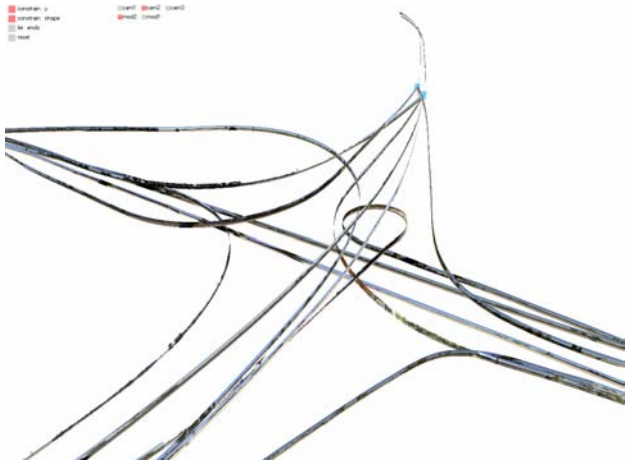


Abb. 67 Constrain Shape + Y-Constraint

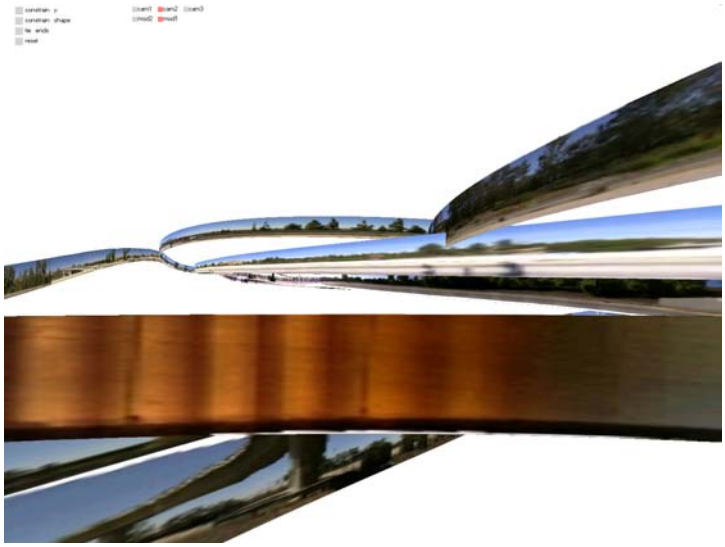


Abb. 68 Subjektive Kamera parallel zu den Videospuren

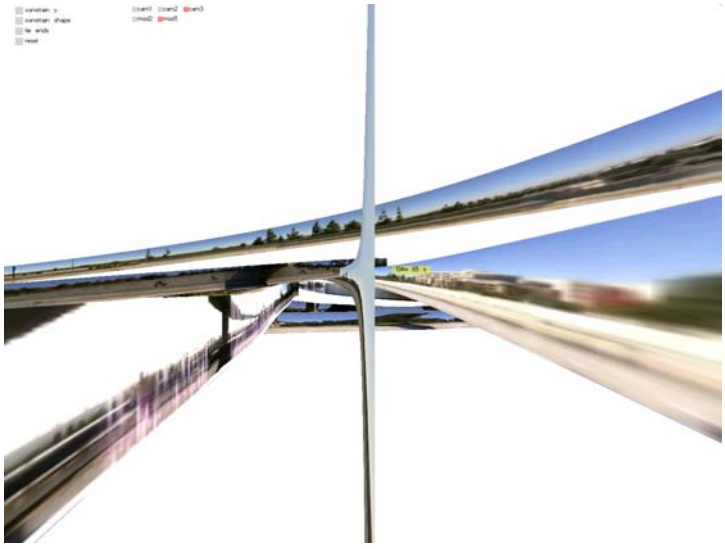


Abb. 69 Subjektive Kamera normal zu den Videospuren

Das lineare Netzmodell eignet sich gut für die Repräsentation städtischer Verkehrs- und Wegenetze. Die zweidimensionale Implementierung reicht in den meisten Fällen aus, Probleme können bei komplexen, kurvigen Wegführungen und dichten Wegnetzen auftreten. In diesem Fall ist die dreidimensionale Betrachtung hilfreich. Durch den hinzugekommenen Freiheitsgrad ergeben sich wesentlich mehr Ausdruckmöglichkeiten als bei ebener Behandlung. Um die

Verständlichkeit der Darstellung zu erhalten, ist aber die Implementierung von Constraints notwendig.

6.5 Hügelmodell

Das Phänomen der Asymmetrie zeitlicher Distanzen wurde schon unter 2.3 beschrieben. Diese Eigenschaft wurde in den bisherigen Modellen noch nicht berücksichtigt. Es konnten Zeitdistanzen in nur jeweils eine Bewegungsrichtung dargestellt werden.
Eine neue Darstellungsmetapher für die Wegzeitdifferenz muss gefunden werden. Eine nahe liegende Möglichkeit wäre, Asymmetrie als Geländesteigung darzustellen. Ist die mögliche Bewegungsgeschwindigkeit in entgegenkommender Richtung höher, ließe sich dies in der Visualisierung mit dem Erklimmen eines Berges umschreiben.
Auf diese Art kann das Verhältnis der Wegzeiten von Hin- und Rückweg gleichzeitig ausgedrückt werden. Der städtische Raum wird wiederum als Netzwerk betrachtet, in dem jeder Strecke zwei Wegzeitdistanzen zugeordnet sind. Für jede Kante lässt sich somit die Wegzeitdifferenz bestimmen.
Bei zweidimensionaler Betrachtung des untersuchten Gebietes der Geometrie bleiben in der Grundrissprojektion die absoluten Distanzen erhalten, die Wegzeitdifferenz wird vertikal aufgetragen.
Versucht man dieses Prinzip für das gesamte Wegenetz anzuwenden, erkennt man, dass dies an vielen Stellen nicht möglich ist. Aus der Vielzahl der möglichen Wege, mit denen zwei Knoten miteinander verbunden werden können, ergeben sich Mehrdeutigkeiten – einem Knoten sind mehrere Höhenwerte zugewiesen. Möglich sind auch Wegschleifen, die je nach Umlaufrichtung unterschiedliche Wegzeiten aufweisen.

6.5.1 Implementierung

Die Wahl der zu berechnenden Strecke geschieht interaktiv. Der Benutzer wählt Start- und Zielknoten in der Darstellung des Wegenetzes aus. Das System schlägt die kürzeste Route zwischen Start- und Zielknoten vor und stellt die sich aus dem Datenmaterial des ATSAC Systems ergebenden Wegzeitdifferenzen dar.

6.5.2 Beispiel Downtown LA - Verkehrsüberwachungssystem

Das erste Beispiel verwendet zur Darstellung von Wegzeitunterscheiden Datenmaterial vom *Automated Traffic Surveillance and Control* (**ATSAC**) System. Dabei handelt es sich um das zentrale Verkehrsleitsystem, das mit Hilfe von an 150 Kreuzungen im Großraum Los Angeles angebrachten Verkehrsüberwachungskameras die Verkehrsauslastung ermittelt und die Ampelschaltung (Intervall, Phasenaufteilung und zeitliches Offset) dementsprechend beeinflusst.
Im Internet wird Information in Echtzeit zur aktuellen Verkehrslage angeboten (siehe http://trafficinfo.lacity.org/html/atsac_1.html). Für wichtige Straßenabschnitte im Stadtgebiet werden für beide Richtungen aktuelle Durchschnittsgeschwindigkeiten angegeben.

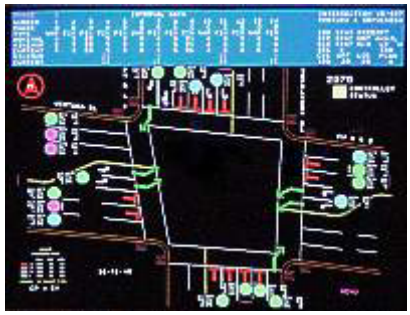


Abb. 70 ATSAC System

0-10 mph 10-20 mph 20+ mph

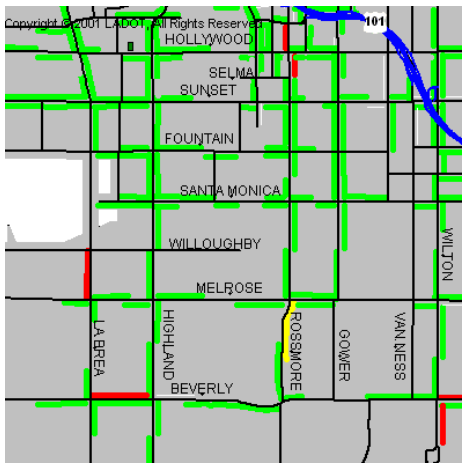


Abb. 71 WWW - Ausgabe des ATSAC Systems

Diese Geschwindigkeitsangabe ist allerdings nicht sehr genau, es wird nur zwischen drei Geschwindigkeitsbereichen unterschieden – 0-10 mph, 10-20mph und 20+ mph, wobei auch nicht alle Kreuzungen erfasst sind. Für die Illustration des Modells wurde ein Gebiet in Downtown-LA ausgewählt.

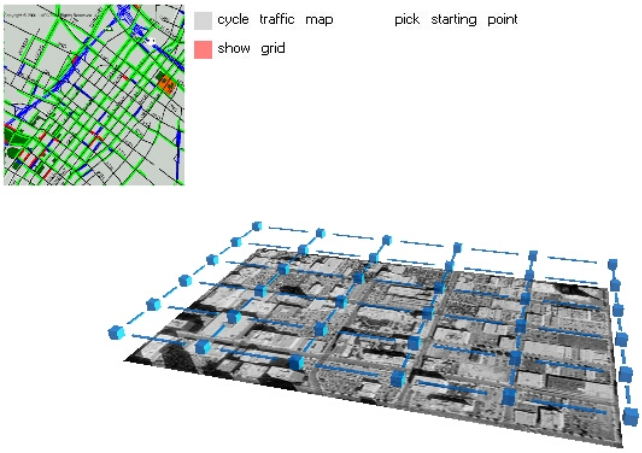


Abb. 72 unverformtes Strassennetz

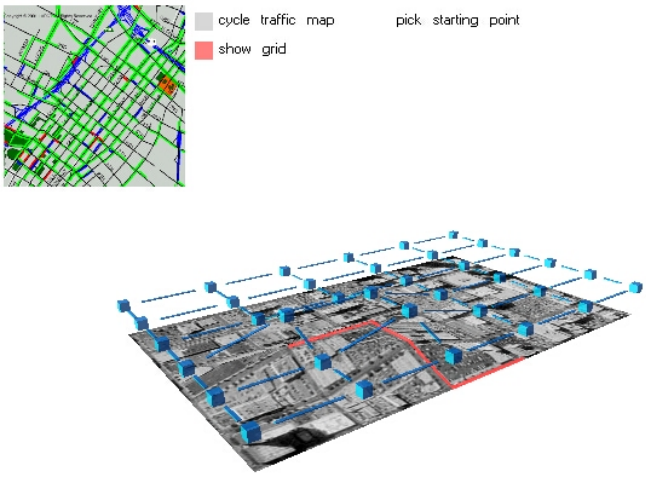


Abb. 73 eine Route wurde gewählt...

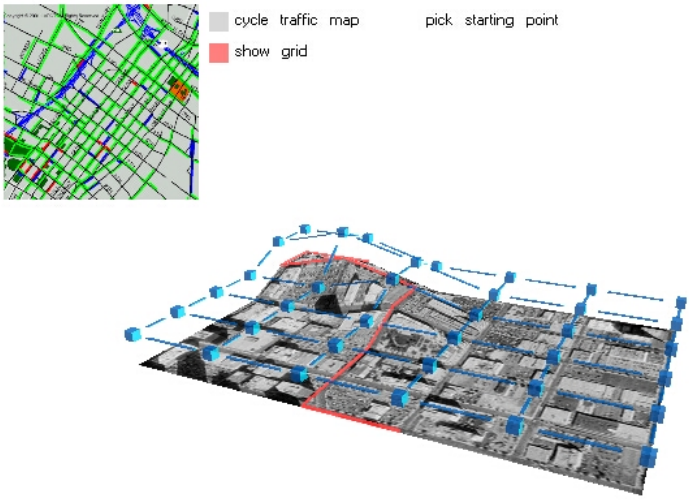


Abb. 74 und die Wegzeitdifferenz entlang dieser Route dargestellt

6.5.3 Beispiel Sherman Oaks - Wegzeitdifferenz durch Ampelschaltung

Für dieses Beispiel wurden Vorortmessungen der Ampelphasen und der Geschwindigkeitslimits verwendet. Die Plangeometrie stammt aus dem Online-GIS Modul der Stadtverwaltung (siehe http://navigatela.lacity.org), das Luftbild des untersuchten Gebietes vom Microsoft Terraserver.

Betrachten wir das in den vorangegangenen Abschnitten verwendete Modell zur Berechnung der Wegzeit unter besonderer Berücksichtigung der Fahrtrichtung: die zu erwartende zeitliche Distanz wird in erster Linie von der in Fahrtrichung nächsten Ampel beeinflusst. Für die Wegzeitlänge desselben Streckenabschnittes sind also je nach Fahrtrichtung zwei verschiedene Ampeln maßgebend.

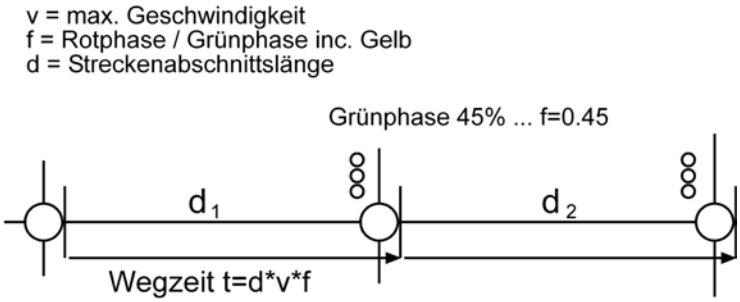


Abb. 75 Berechnung der Wegzeit

Daraus ergibt sich jedoch, dass bei unterschiedlichen Ampelphasen der beiden Kreuzungen für dieselbe Strecke in verschiedene Richtung unterschiedliche Wegzeiten auftreten, also alleine durch die Schaltung der Ampelphasen richtungsabhängige Wegzeitunterschiede existieren.

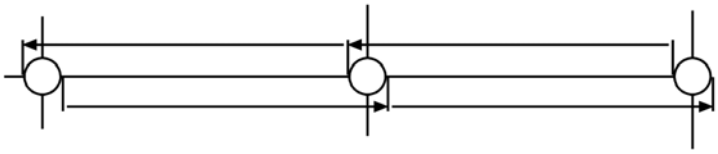


Abb. 76 Aus dem Berechnungsmodell entstehende Asymmetrie

Maßnahmen wie z.B. die „Grüne Welle“ würden diesen Effekt zu einem gewissen Teil ausgleichen, sind hier aber nicht berücksichtigt. Auch das tatsächliche Verkehrsaufkommen, das z.B. die Wartezeit beim Linksabbiegen beeinflusst, konnte in diesem Rahmen nicht ermittelt werden.

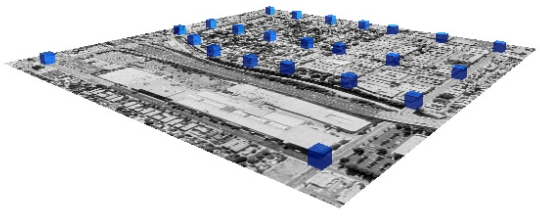


Abb. 77 Beispiel Sherman Oaks im Ausgangszustand

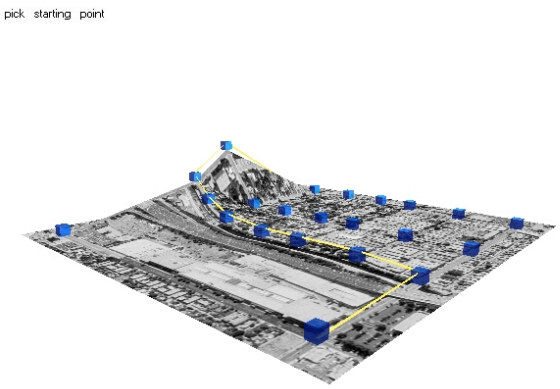


Abb. 78 im Beispiel Sherman Oaks entsteht die Wegzeitasymmetrie durch die Schaltung installierten der Verkehrsampeln

Die Stärke des Modells wird bei der Behandlung größerer Gebiete sichtbar. Beispielsweise kann so Pendlerverkehr im Tagesverlauf anschaulich vermittelt werden. Gebiete, die Verkehr „anziehen“, sind als Hügel in der Visualisierung leicht identifizierbar. Notwendige Voraussetzung ist allerdings vollständiges Datenmaterial der Verkehrsgeschwindigkeiten im Wegenetz in beide Richtungen. Die Koppelung mit Echtzeitdaten wie z.B. aus dem ATSAC System stellt eine interessante Anwendungsmöglichkeit des Modells dar.

6.6 Flächenzellen Modell

Bei den bisherigen Modellen wurde der untersuchte Stadtraum als lineares Wegenetz betrachtet. Zur Darstellung flächenbezogener Parameter wie z.B. Bevölkerungsdichte muss jedoch ein neues Modell formuliert werden.

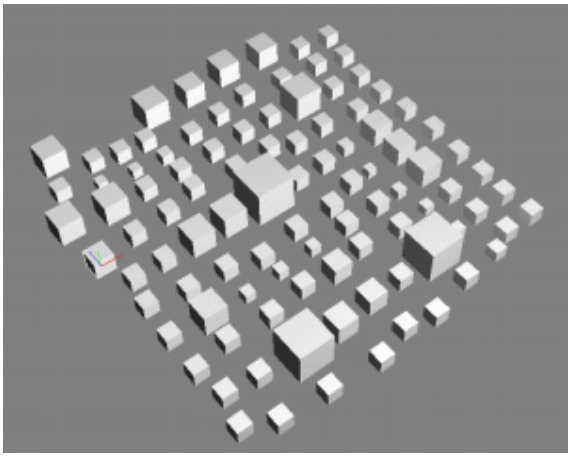


Abb. 79 Flächenzellen-Modell

6.6.1 Berechnungsmodell

Die zu beschreibende Fläche wird zunächst aufgeteilt in diskrete Teilflächen, in Folge Zellen genannt, die in ihrer Ausdehnung variabel sind und dem thematischen Parameter zugeordnet werden können.
Ein Hauptproblem stellt die Vermeidung von selbstüberschneidender Geometrie dar. Es soll verhindert werden, dass eine stark gedehnte Zelle in das Gebiet einer benachbarten Zelle eindringt.
Der verwendete Lösungsansatz besteht in der Implementierung von Abstoßungskräften, die jede einzelne Zelle in einen definierten Abstand zu ihren Nachbarzellen bringen. Die gewünschte Zieldistanz zu jeder der acht Nachbarzellen wird aus den Skalierungen der Zelle sowie denen aller Nachbarzellen ermittelt.

Distanz orthogonal	Distanz diagonal
D= f(S1 – S2) f zwischen 0.5 und 1	S= f*sqr(2)*(S1 – S2) f zwischen 0.5 und 1

Tab. 6 Ermittlung des Abstandes zu den Nachbarzellen

Ein Faktor von f=0.5 ergibt einen Abstand, bei dem sich die benachbarten Zellen berühren würden. Durch einen größeren Wert können die Zellen etwas weiter auseinandergerückt werden.

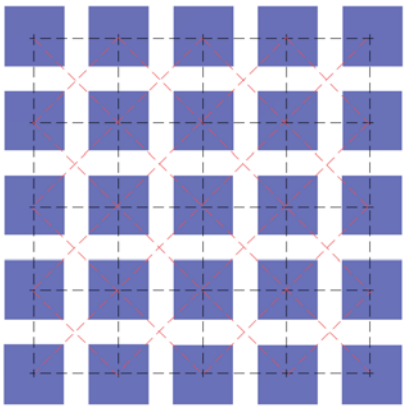


Abb. 80 unverformtes Ausgangsnetz

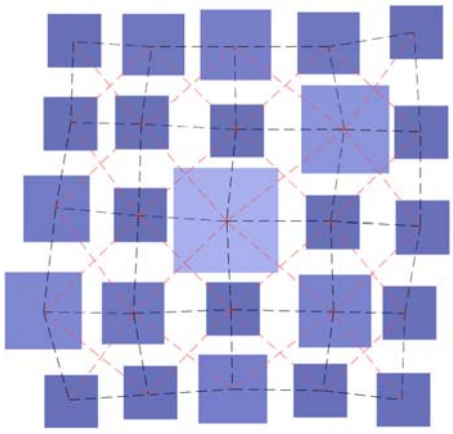
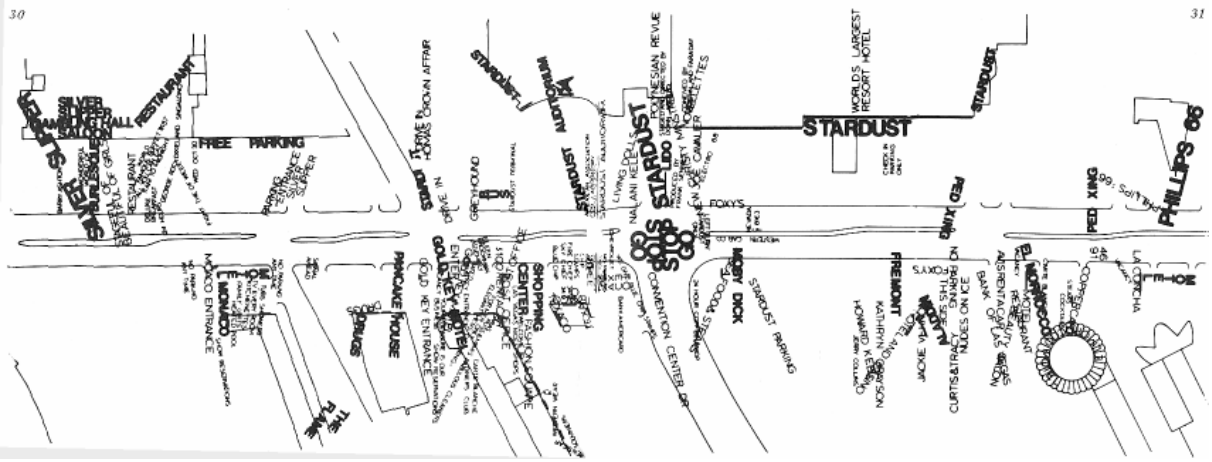


Abb. 81 verformtes Netz mit Abstoßungskräften

6.6.2 Darstellung von Informationsdichte

Das folgende Beispiel betrachtet Stadtraum durch die Brille der lokal vorhandenen Informationsdichte. Das subjektive Gefühl von räumlicher Größe und Entfernung ist oft davon beeinflusst, wie viel an Information die Umgebung zu bieten hat.
Als illustrierendes Datenmaterial wurde auf nachfolgendes Diagramm aus „*Learning from Las Vegas*“ zurückgegriffen. Venturi et al. verzeichnen darin jedes geschriebene Wort, das aus der Perspektive des Fahrers am Las Vegas Strip lesbar war. Die Information ist dabei nicht weiter strukturiert bzw. kategorisiert, sie umfasst Verkehrszeichen genauso wie Casino-Schilder und Ankündigungstafeln.

Abb. 82 Diagramm - jedes vom Strip aus lesbare Wort.



Quelle: [Venturi et al.,1972]

Für die relativräumliche Darstellung im Flächenmodell wurde zunächst dem Diagram ein regelmäßiges Raster überlagert und so jede textuelle Information einem Rasterfeld zugeordnet. Jede Zelle wurde daraufhin entsprechend der Anzahl der Wörter und Buchstaben im zugeordneten Rasterfeld des Diagramms skaliert.

In der Implementierung wurde wieder das Navigationsprinzip der Aufteilung in Außensicht und Innensicht verwendet. In der Innensicht kann der Benutzer durch Anklicken einer Zelle die Kamera zu dieser hinbewegen. Hier kann auch die jeder Fläche zugeordnete

Information interaktiv verändert, bzw. dem VE neue Information hinzugefügt werden.

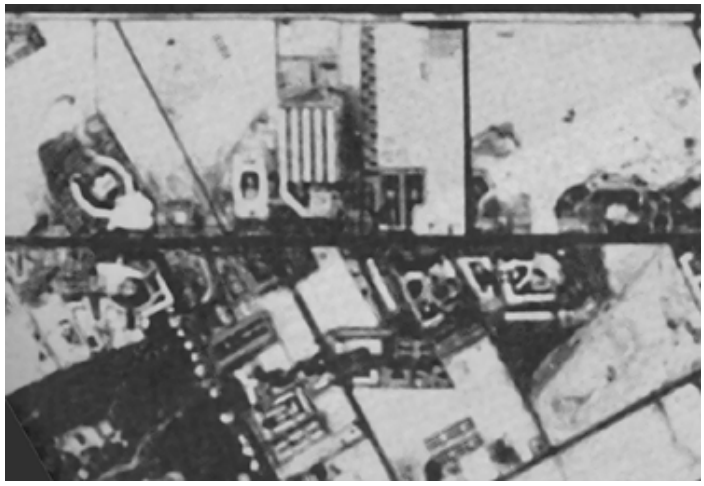


Abb. 83 Historische Luftaufnahme des untersuchten Gebietes Quelle: [Venturi et al., 1972]

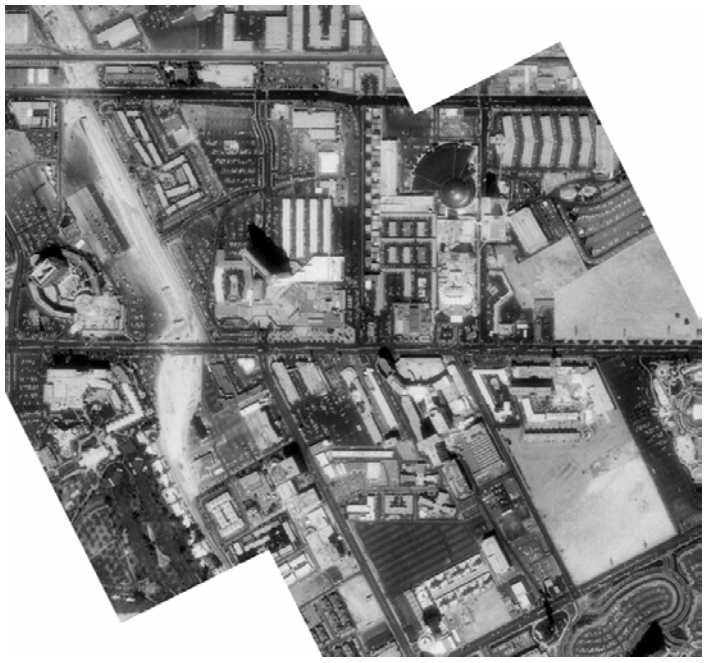


Abb. 84 Dasselbe Gebiet in seiner heutigen Gestalt (Herbst 2001) Online-Quelle: http://terraserver.microsoft.com Zugriff:15.9.2001

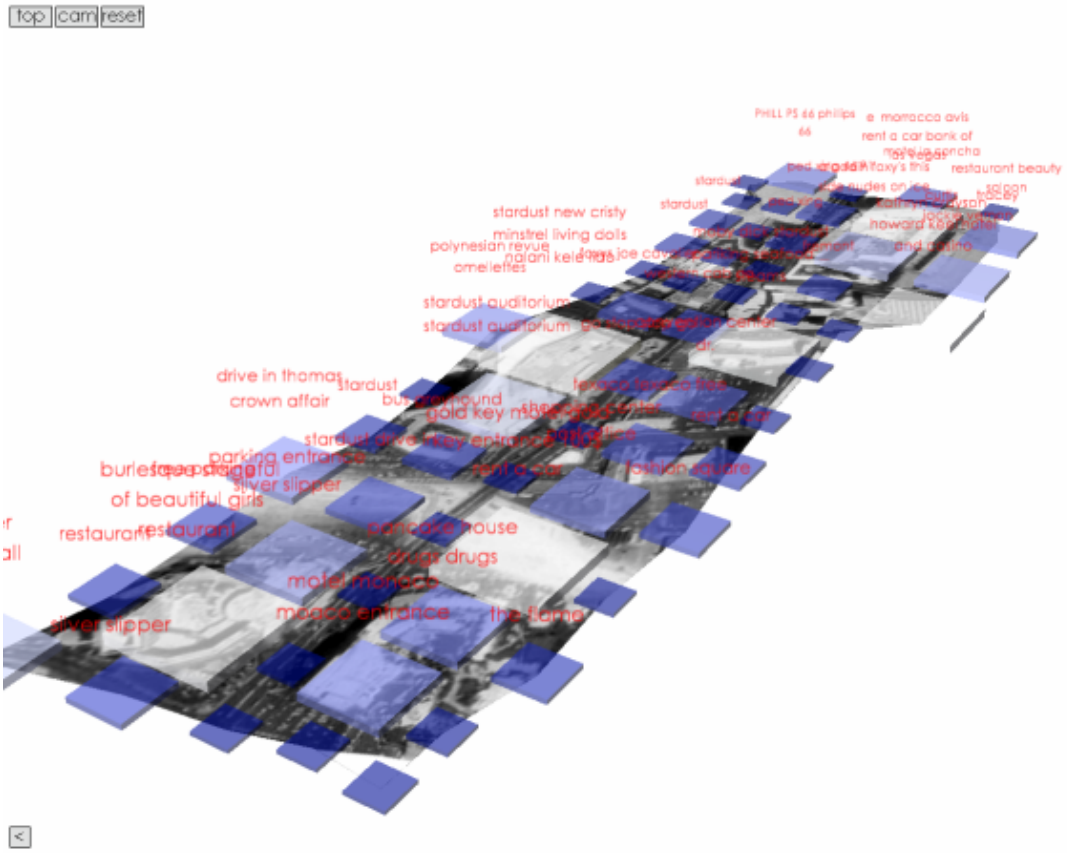


Abb. 85 relativräumliche Darstellung mit eingeblendeten Zellen – deren Farbsättigung entspricht dem Skalierungsfaktor

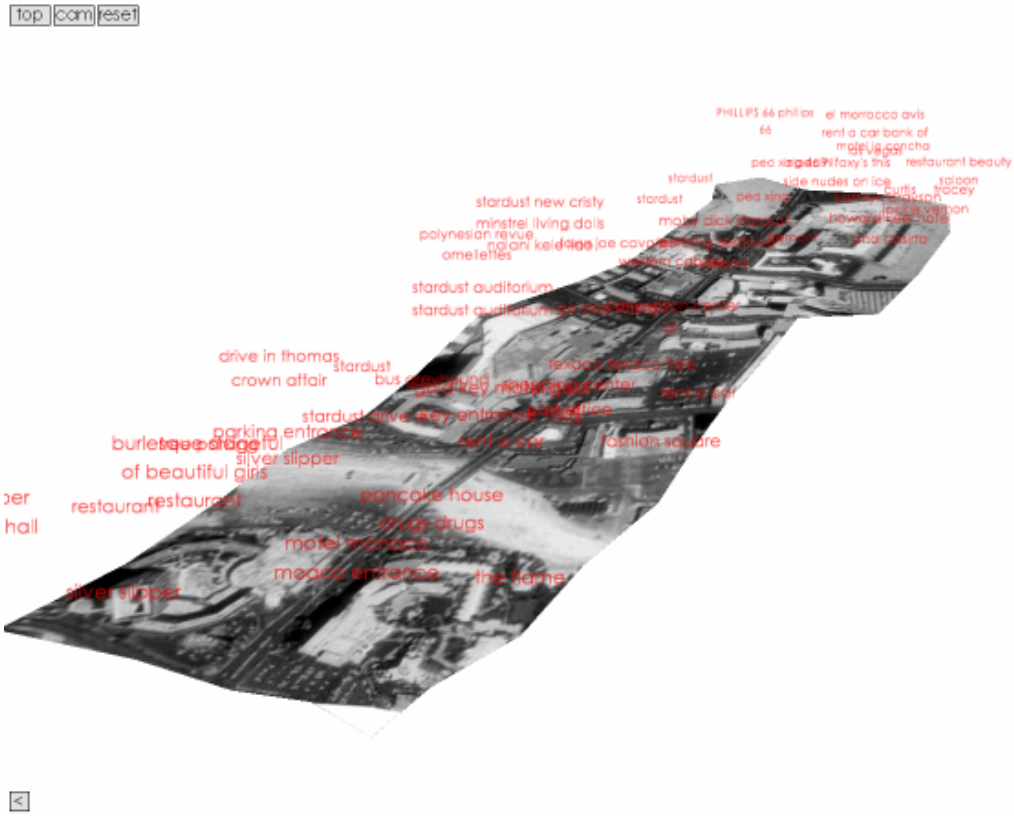


Abb. 86 dieselbe Ansicht wie Abb. 39, jedoch mit ausgeblendeten Zellen

Das vorliegende Beispiel ist auch hier wieder auf zwei Dimensionen beschränkt. Die Erweiterung auf drei Dimensionen sollte mit diesem Modell aber aufgrund der kleineren Anzahl an Freiheitsgraden, verglichen mit dem unter Kapitel 6.3 beschriebenen Modell, verhältnismäßig einfach möglich sein. Zum Zeitpunkt der Untersuchung stand dem Verfasser kein dreidimensionaler Datensatz zur Verfügung.

6.7 v/t Modell

Gegenstand dieses Visualisierungmodells ist die räumliche Verteilung von Bewegungsgeschwindigkeiten im städtischen Raum. Im Wesentlichen handelt es sich um eine räumliche Version des Zeit-Geschwindigkeitsdiagrammes: v(t)=s/t.

In der horizontalen Ebene sind Wegzeitdistanzen und Bewegungsrichtung aufgetragen, in vertikaler Richtung die zugeordnete Geschwindigkeit. Zonen gleicher Geschwindigkeit befinden sich somit auf gleicher vertikaler Höhe.

Diese Darstellungsweise macht Sinn wenn wir beobachten, dass die städtische Umgebung in klar voneinander abgegrenzte Geschwindigkeitszonen gegliedert ist. Dieser Umstand wird vom motorisierten Stadtbenützer oft als räumliche „Entkoppelung“ der einzelnen Bereiche der Stadtlandschaft erlebt. Durch Bereiche unterschiedlicher Geschwindigkeit entstehen verschiedene Wahrnehmungsebenen, die losgelöst von der übrigen Umgebung erlebt werden.

6.7.1 Datenquellen

Untersucht wurde wie unter Punkt 6.3 das Gebiet Sunset Blvd. / Western Av. Das Datenmaterial dient eher der Illustration des Prinzips als einer systematischen empirischen Untersuchung. Aus den verfügbaren Daten betreffend Nutzungsstruktur, Geschwindigkeitslimits, Flächenwidmung wurden die vorhandenen Flächen im Gebiet nach typischen Geschwindigkeiten eingeteilt:

- Straßen- und Freewayflächen wurden die jeweils geltenden Geschwindigkeitsbeschränkungen zugeordnet.
- Parkplätzen wurde eine Geschwindigkeit von 5 mph zugeordnet.
- Wohnflächen und Gehsteigen 2mph.

6.7.2 Berechnungsmodell

Der Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Wegzeit ist als Umformung des Weg / Zeit Diagramms reziprok (siehe Abb. 87)

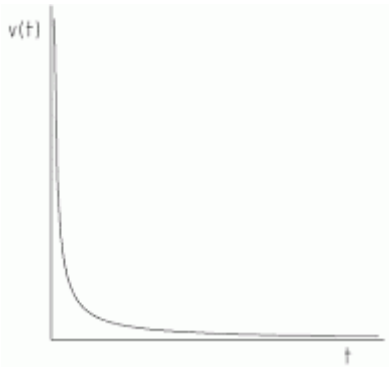


Abb. 88 Zusammenhang zw. Geschwindigkeit und Wegzeit

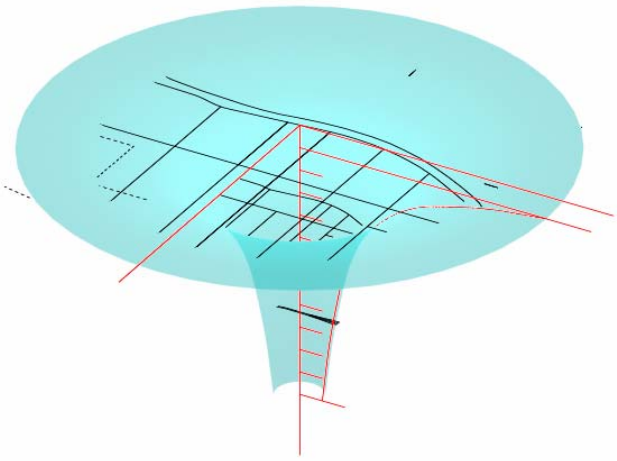


Abb. 89 Oberfläche konstanter Zeitdistanz (v(t) zeigt in diesem Fall nach unten)

Verräumlicht man das Diagramm unter Einbeziehung der Bewegungsrichtung, entsteht ein umgedrehter „Trichter“, der eine konstante räumliche Distanz bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten darstellt. Bei einer Geschwindigkeit von 0 ist dessen Öffnungsradius unendlich groß.
Die Abbildung des Realraumes ist zwar weiterhin eindeutig, im Unterschied zu allen bisherigen

Modellen, die den Raum als zusammenhängend behandelt haben, geht hier aber die Kontinuität des Raumes verloren.

6.7.3 Implementierung

Die Darstellung ist zentriert, die Wegzeitdistanzen der einzelnen Geschwindigkeitsbereiche sind immer nur in Bezug auf einen gemeinsamen Ursprung richtig. Aus diesem Grund ist in der Implementierung der Ursprung durch den Benutzer verschiebbar.
Geschwindigkeitsebenen sind vertikal veränderbar, d.h. es kann ihnen interaktiv eine andere Geschwindigkeit zugewiesen werden.

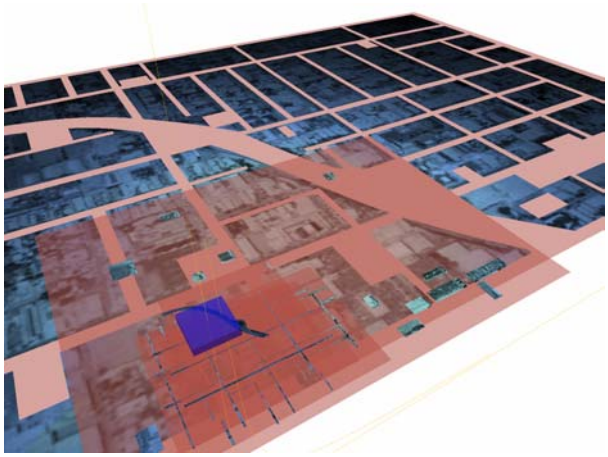


Abb. 90

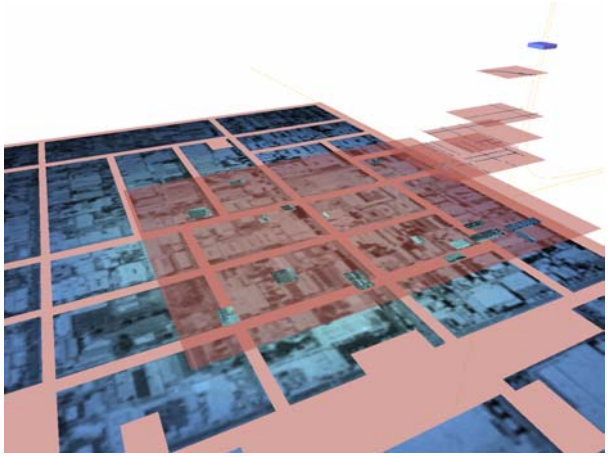


Abb. 91 interaktives Verschieben des Ursprungs

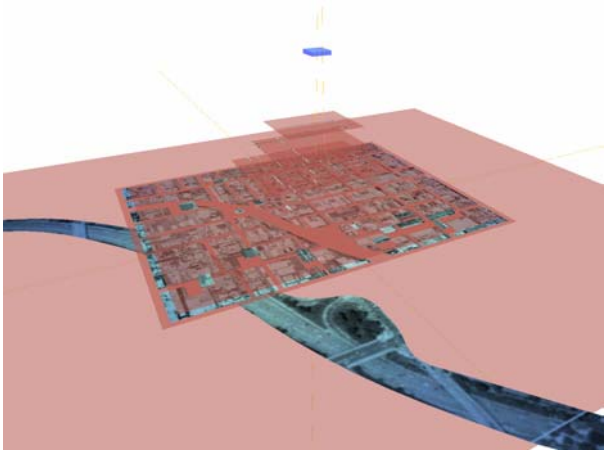


Abb. 92 Stau auf dem Freeway

Die Darstellung ist eine Momentaufnahme der Geschwindigkeitssituation. Datensätze, die Geschwindigkeitszonen im Tagesverlauf abbilden, könnten hier zusätzlich als Objektanimation eingesetzt werden. Ein Nachteil in der Implementierung ist die notwendige Vordefiniertheit der Geschwindigkeitsbereiche.
Eine stetige Darstellung statt der Trennung in einzelne Bereiche könnte ebenfalls interessant sein.

6.8 Narrativer Raum

In diesem letzten Teil der Arbeit wird die Bedeutung von Relativraumkonzepten im alltäglichen Leben noch einmal überprüft und die Konstruktion von Raum durch verbale Beschreibungen thematisiert. Der Darstellung liegt hier kein mathematisches Modell zugrunde, insofern unterscheidet sich der Ansatz grundsätzlich von allen bisherigen. Es handelt sich vielmehr um ein Experiment, bei dem es festzustellen gilt, ob Relativraum auch kommunizierbar und der als objektiv empfundene Raum daraus rekonstruierbar ist.

6.8.1 Datenquellen

Ausgangspunkt der Darstellung sind telefonisch erfragte Wegbeschreibungen. Die Gesprächspartner wurden aus dem Branchenverzeichnis von Los Angeles ausgewählt und gebeten, den Weg zu ihrem Büro, Geschäft etc. telefonisch zu beschreiben. Das Ziel einer Wegbeschreibung ist gleichzeitig der Ausgangspunkt für die nächste Wegbeschreibung. Auf diese Weise entstand nach ca. 30 Telefonaten eine zusammenhängende virtuelle Spur durch das Stadtgebiet, die sich mehrfach selbst kreuzte. Anhand dieser Überschneidungen und die wiederholte Bezugnahme auf gemeinsame Landmarks bzw. Hauptverkehrswege wurde es möglich, den Realraum aus den Wegbeschreibungen zu rekonstruieren. Wurde z.B. eine Kreuzung in mehreren Beschreibungen erwähnt, konnten die sich kreuzenden Wege an dieser Stelle miteinander verbunden werden.
Die meisten Gesprächspartner waren spontan auskunftsbereit und lieferten in der Regel ausgezeichnet strukturierte und genaue Information.
Bei den erhaltenen Wegbeschreibungen fällt generell auf, dass sie mit zunehmender Nähe zum Ziel immer detaillierter werden. Viele Anrufe wurden allerdings von automatischen Auskunftssystemen mit *voice-servern* entgegengenommen. Diese waren mit verschiedensten Wegbeschreibungen ausgestattet, die vom Anrufer interaktiv über Tastenzuordnungen abgerufen werden konnten.

6.8.2 Implementierung

Die Wegbeschreibungen per Telefon wurden auf *Mini-Disc* aufgenommenen und transkribiert. Mit den so erhaltenen Informationen wurde der Versuch unternommen, eine zusammenhängende Karte des beschriebenen Stadtgebietes zu rekonstruieren. Dabei wurde nicht auf Wissen um die Lage der beschriebenen Orte im Realraum zurückgegriffen, jegliche räumliche Information wurde aus den Gesprächen entnommen. Der Text der Transkription wurde dabei wie Wege auf einer Landkarte angeordnet. Himmelsrichtungen wie *east/west* und Richtungsbeschreibungen wie *left/right* bestimmen den Lauf der Texte.
Anhand des folgenden Textfragments läßt sich die Vorgangsweise veranschaulichen:

“you take the beverly boulevard, ok, going to east.
go straight beverly, you pass vermont, go straight beverly, then left at north hoover and at hoover is the temple hospital”
siehe auch im Anhang: die vollständige Transkription der aufgenommenen Gespräche

Die entstandene Karte enthält alle Wegbeschreibungen, macht es dadurch aber schwierig, die einzelnen Gespräche nachzuvollziehen. Aus diesem Grund wurde sie als dynamisches Environment in der Softwareumgebung *Macromedia Flash* implementiert: durch „Berühren“ der Texte mit der Maus werden zusammenhängende Beschreibungen farbig hervorgehoben. Dies ermöglicht die Verfolgung eines einzelnen Gesprächsverlaufs.
Den Beginn jedes Gespräches bildet eine geschlossene Textbox, welche die Begrüßung enthält. Das Ziel der Wegbeschreibung wird durch einen Roten Kreis markiert. Um an Abzweigungen den Verlauf des Textes besser verfolgen zu können, wurden an schwierigen Stellen rote Hilfspfeile verwendet.

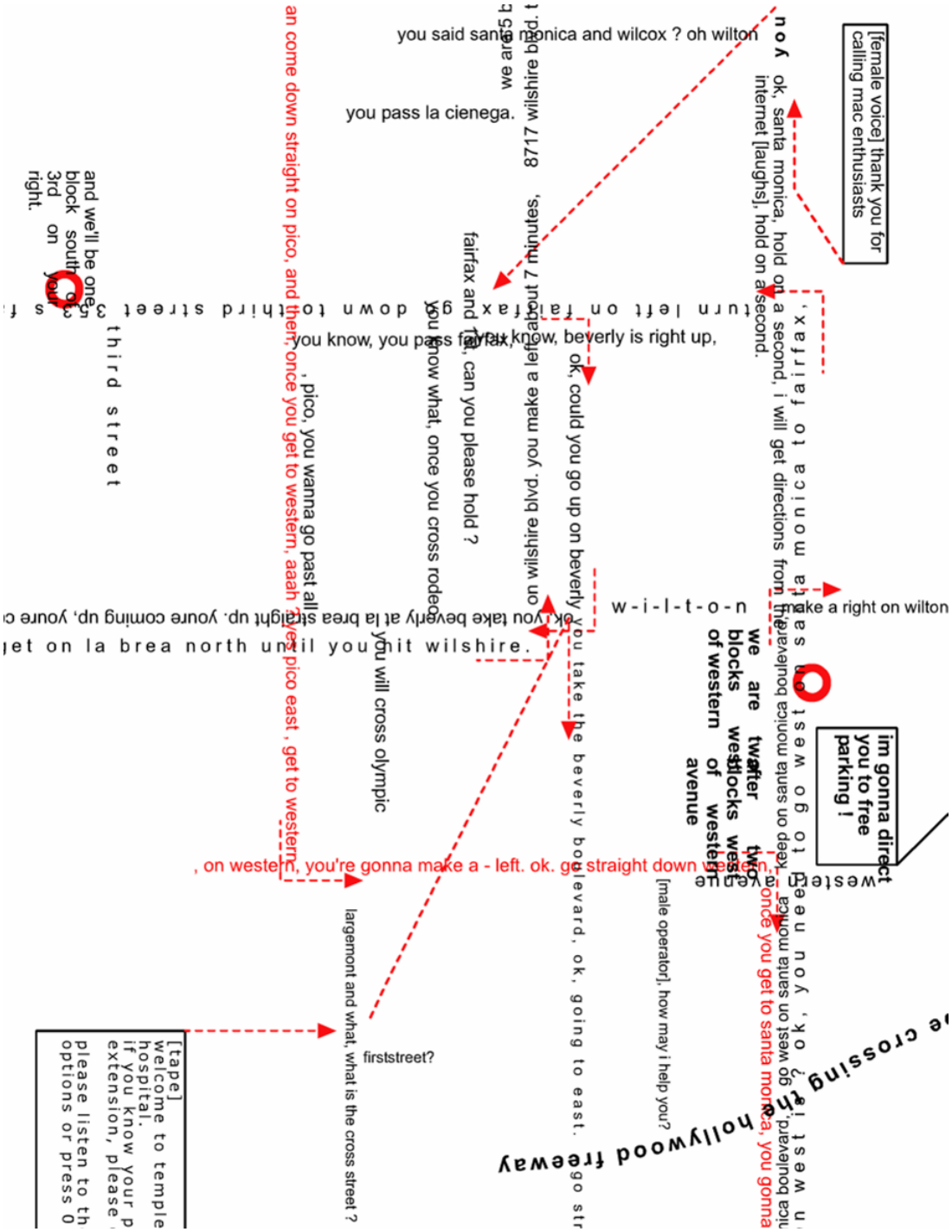


Abb. 93 Ausschnitt aus der dynamischen Karte, eine zusammenhängende Beschreibung ist rot hervorgehoben.

7 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Architektur steht zunehmend vor dem Problem, verschiedenste Parameter in die Planung zu integrieren – seien es soziale, psychologische, ökonomische, ökologische oder logistische. Jeder dieser Aspekte erfordert es, Raum mit anderen Augen zu sehen. Was bislang fehlt, ist eine Systematik, um diese unterschiedlichen Relativräume mit ihren Besonderheiten darzustellen. Die Notwendigkeit von Modellen, die es erlauben, Wahrnehmungsinhalte, Bewegungszustände oder Geschwindigkeitshierarchien anschaulich zu machen und sie ihrer dynamischen Natur entsprechend abzubilden, ist unbestritten.

Der Titel *Wegzeit –die Geometrie der relativen Distanz* verweist auf den Versuch, eine allgemeine Lösung zur Visualisierung von Räumen, die auf relativen Distanzen aufgebaut sind, zu finden. Diese Erwartung kann nicht eingelöst werden, insbesondere was die Darstellung von Zeitdistanzen betrifft. Es können nur jeweils einzelne Aspekte des betrachteten Relativraumes eindeutig dargestellt werden. Infolgedessen gehen andere Eigenschaften in der Darstellung verloren.

Die Verwendung von interaktiven *Virtual Environments* stellt eine wichtige Verbesserung existierender Darstellungsmethoden dar. In den früheren Kapiteln der Arbeit wird auf existierende Methoden zur Visualisierung von Räumen im relativen Maßstab verwiesen. Diese Modelle sind jedoch nicht auf ausreichend schnelle Berechnung, die für Verwendung in dynamischen VEs Voraussetzung ist, ausgelegt. Sie versuchen eine möglichst korrekte, gut verständliche statische Darstellung zu erzielen. Die vorgeschlagenen Modelle hingegen können in „Echtzeit“ berechnet werden, und erlauben so die Veranschaulichung dynamischer Veränderung.

Die Formulierung der Modelle ist durch die Vielzahl der notwendigen Entscheidungen mit einem Entwurfsprozess vergleichbar. An die Stelle der

traditionellen Gestaltung eines Objekts tritt hier jedoch die Modellierung von Verhalten. Ein komplexes Regelwerk ist notwendig, um alle Anforderungen an die Repräsentation zu erfüllen: die relativen Distanzen sollen möglichst korrekt wiedergegeben werden, der Raum soll gleichzeitig in seiner Gestalt für den Betrachter erkennbar bleiben. Dazu müssen Systemzustände, die zwar mathematisch korrekt sind, vom Betrachter aber als Fehler wahrgenommen werden, vermieden werden (z.B. Selbstüberschneidendung der Geometrie). Ebenso wichtig wie das Design des Modellverhaltens ist die Gestaltung des *Interfaces*. In Relativräumen, die keine statische Geometrie besitzen, ist die Gefahr besonders groß, die Orientierung zu verlieren. Ein geeignetes Navigationsmodell soll schnelle und nachvollziehbare Bewegung im Environment ermöglichen. Die Lesbarkeit stellt eine der größten Herausforderungen an Relativraummodelle dar. Um diese richtig verstehen zu können, muss dem Betrachter die Form des dargestellten Absolutraumes bekannt sein. Der Einfluss relativer Parameter ist nur an der Differenz zum Absolutraum ablesbar.

Voraussetzung für die Konstruktion und Abbildung von Relativräumen sind Datensätze, die ausreichend umfangreich und genau sind, um Relativräume aus ihnen aufbauen zu können. Die in der Arbeit verwendeten Daten können diesen Anspruch nur zum Teil einlösen. Oft haben sie vordringlich die Aufgabe, die entwickelten Modelle zu veranschaulichen. Aus den vorgeschlagenen Modellen ergeben sich aber wichtige Hinweise, worauf es bei der Erhebung geeigneter Datensätze ankommt.

Die Anwendungsmöglichkeiten relativräumlicher Modelle in der Architektur sind äußerst vielfältig.

- Die behandelten Beispiele konzentrierten sich auf zeitliche Erreichbarkeit, Weglängen, Einprägsamkeit im Stadtraum. Diese lassen sich in ähnlicher Form auch im kleineren Maßstab z.B. auf einzelne Gebäude anwenden. Beispielsweise könnte die Anordnung und Dimensionierung von Aufzügen in Hochhäusern und ihr Einfluss auf Wegzeiten und Weglängen gut mittels Relativraummodellen untersucht werden.

- In der Planung wird meist nur die visuelle Raumwahrnehmung berücksichtigt. Der Mensch nimmt Raum jedoch auch mit anderen Sinnen wahr. Der Raum des Hörens unterscheidet sich vom Raum des Sehens genauso wie von dem des Tastsinns und des „Erfassens“. Die Räume der akustischen oder taktilen Wahrnehmung können mit geeigneten Relativraummodellen untersucht und abgebildet werden.

- Planung für das subjektive Erleben z.B. im Bereich der Ausstellungsarchitektur: es ist durchaus sinnvoll, Inhalte und Informationen nicht im absoluten Raum des Plangrundrisses anzuordnen, sondern in den Relativräumen der Zeit und Aufmerksamkeit des Besuchers.

- Planung für besondere Nutzergruppen: Wie präsentiert sich die Umgebung für gehbehinderte Menschen? Welche Weglängen ergeben sich in Gebäuden durch die Anordnung von Rampen und Liften? Wie können Räume für Blinde gestaltet werden?

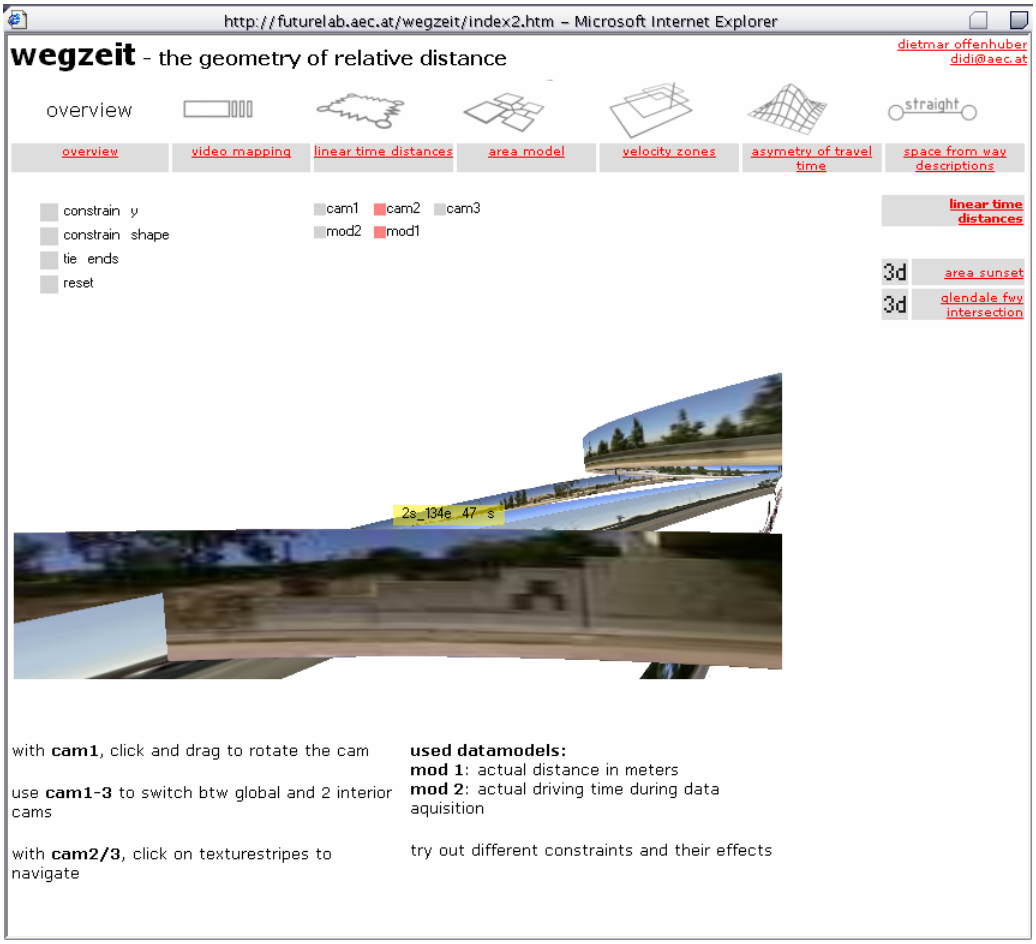
Die vielleicht interessanteste Möglichkeit ist die Untersuchung sozialer Räume.

Die vorliegende Arbeit konzentriert sich gemäß dem Titel „Wegzeit“ vor allem auf Bewegungsprozesse. Neben räumlichen und zeitlichen Hierarchien können indes noch viele weitere Strukturen, die den Raum gliedern, erforscht werden. Auf Basis von psychologischen Untersuchungen z.B. über Angsträume können Relativräume helfen, die emotionale Dimension von Architektur besser zu verstehen. Auch gruppenspezifische Eigenschaften von Architektur können mit Hilfe von Relativräumen besser berücksichtigt werden.

Versteht man Architektur im weiteren Sinne als die räumliche Organisation von Objekten, Informationen und Ereignissen, wird es notwendig werden, sich eine Vielzahl von Raumbegriffen anzueignen und in die Planung miteinzubeziehen.

8 Anhang

Screenshot der Website
http://futurelab.aec.at/wegzeit



8.1 Transkription der aufgenommenen Gespräche

track 1
welcome to bank of america
[female voice server]to find your nearest location please enter the area code and phonenumber you are calling from or enter your 5 digit zip code, then press #.
our nearest location is - the hollywood main banking center at 6300 sunset boulevard in hollywood, california. there is an ATM at this location.
to repeat this information press star, to continue press 1
to hear the next nearest banking center press 2
the largemont village banking center at 100 n largmont blv. los angeles california.
to repeat this information press 1
[...] this location is near the intersection of 1st street.
track 08
[tape]welcome to temple community hospital, if you know your parties extension, please enter it now.
please listen to the following options or press 0
[male operator], how may i help you
largemont and what, what is the cross street ?
firststreet?
you take the beverly boulevard, ok, going to east.
go straight beverly, you pass vermont, go straight beverly, then left at north hoover and at hoover is the temple hospital
yes, you pass vermont, ok ? just go hoover if you see, the first stop you see here is commonwealth and the next street is hoover.
you'r welcome ...
track 09
wrong number
track 11
[female voice]hello, franks
we are just closing now, we are closing at 5:30. where are you located ? you are downtown la we are nowhere near there.we are 5705 n figueroa in highland park, right by passadena. you get on the 110 harbour freeway going north get off at via marisol, capital v-i-a m-a-r-i-s-o-l, as you get off, you make a left turn, go one block to avenue 57. at avenue 57 make a right turn, go two blocks to north figueroa, and if you cross figueroa you make a right turn in the alley, there is a gigantic parkinglot, and you are coming to the back door. your're welcome
track 12
[female voice][unverständliche begrüßung] homedepot, how may i help you, hello, aha ? just

take the 405 south, take the jefferson, make a right, we are on the right hand side. 12975 jefferson. youre welcome, byé bye.
track 13
[female voice]hello, midnight special.
jefferson, where is that ? well, what you can do is to get on santa monica boulevard. take lincoln to santa monica boulevard. ok? and we are at santa monica and third, were actually between santa monica and arizona. arizona is the next street after santa monica to the north. just take from lincoln take the santa monica down to third street. wer'e on the promenade.
[we're open] until eleven, actually. ok, youre welcome, bye.
track 14
[female voice]we're gonna close 4:30 today .505 s vermont between 5th and 6th.
track 15
[female voice]linoleum city
were open until 5:30
ok, if you go up vermont, so north of vermont, make a left on to santa monica boulevard, go west on santa monica, you'll be crossing the hollywood freeway, we are two blocks west of western avenue, im gonna direct you to free parking, keep on santa monica boulevard, make a right on wilton, w-i-l-t-o-n, after two blocks west of western avenue,so when you're getting to western, you know you need to get over on the right hand lane, make a right on wilton, make another right in the alley way behind the sears [] center, its a very open alley and go down there, park on either side of the store, the alley, you know, we have a big entrance in the back of the store, ok ?
ywb
track 16
[female voice]thank you for calling mackenthusiats,
ok, santa monica, hold on a second, i will get directions from the internet [laughs], hold on a second. you said santa monica and wilcox ? oh wilton, you know ? you can take santa monica - all the way to westwood, and make a left. and then on pico make a left. and then the adress is 10549 west pico boulevard. we're on the north side of the street. across the firestation
so you wanna go east, no, sorry, west on santa monica.
tw,b
track 17
[female voice]cremation specialists, how may i help you ?
the office is open until five o.clock. pico and westwood, ok you can come down straight on pico,

and then, once you get to western, aaah, yes pico east. get to western, on western, you're gonna make a - left. ok. go straight down western, once you get to santa monica, you gonna make another left. ok ? the cementary is 6000 santa monica boulevard. yes. ok ? sure, bye bye.
track 18
[female voice]karabel ?
well, you know where the direction west is ? ok, you need to go west on santa monica to fairfax, turn left on fairfax, go down to third street and we'll be one block south of 3rd on your right. 353 s fairfax
track 20
answering machine roberts refinishing
track 21
[female operator] thank you for calling carlston family dentistry, this is christine, how may i help you ? and you have an appointment for today? ok and you are where ?
fairfax and 1st, can you please hold ? [music] hello, how are you doing ?
ok, could you go up on beverly, you know, beverly is right up, ok, you take beverly at la brea straight up. youre coming up, youre coming south. (la brea verläuft über einen hügel south of beverly) you know what, once you cross rodeo, you will cross olympic, pico you wanna go past all , wanna go up when you gonna get to stocker,its on la brea, ok, its on the la brea on the hill. you'll gonna notice it when you come ... 5010 look straight up at the lights before you cross over, you gonna see , youre gonna meet and look right up you will see the building. we sit right in the middle. once you cross stocker, just make a right at the building.
track 25
[male voice recording] thank you for calling the south west museum. if you know your parties extension, you may dial it at any time during this recording.
for direction and hours press one.
the south west museum is located at 234 museum drive in highland park. exit avenue 43 from the passadena 110 freeway and follow the museum sign. museum hours are 10 am to 5 pm tues-sun. adm is 5 $ for adults.3$ for senior citizens ...
track 26
[male voice recording] thank you for bel air camera. if you know your parties extension, you may press it at any time. for store hours and adress press 5 [...]
hi. we.re located at 10925 kenros av. , corner of geli and kenros of in westwood village our hours are ... [...]
track 29

[female tape voice]hello, welcome to sports cheley, for store hours please press one. for location and adress, press 2 ... we are located one block south of the 210 freeway at 920 foothill blv. 1/2 block east of the angels crest highway exit. our ski-pro shop is at 950 foothill blvd and our rental shop is at 975 foothill blvd.
track 30
[male voice]world of video, good afternoon ? where are you right now ? south la brea in woodland hills ? ah, baldwin hills. you know you should get on la brea north until you hit wilshire. on wilshire blvd. you make a left. about 7 minutes, you know, you pass fairfax, you pass la cienega. we are 5 blocks west of la cienega and two blocks east of robertson. 8717 wilshire blvd. thank you for calling.
track 31
hello, thank you for calling rite aid
please listen to the following choices.
if you are calling from a doctors office, press 8 now.
if you are calling to refill a prescription and you know your prescription number, press 1
if you would like to speak with someone in the pharmacy, press 3
if you have a general question or need information about the store press 4
please hold while i transfer your call
welcome to the rite aid information line.
you have the ability to find our nearest location, including our new gnc vitamin locations, speak with customer services, or speak with the local pharmacist. please make your selection anytime from the following menue.
for store locations press one
press one for your closest 24 h location
we have located 3 locations in your area
to have directions to these locations faxed to you press 8
to speak with the location at 7900 west sunset blvd. in los angeles at sunset and fairfax by the directors guild, los angeles california, press 1
to speak with the location at 334 south vermont avenue in los angeles at third and vermont by ralph's market, los angeles , california, press 2
to speak with the location at 300 n cannon drive at beverly hills on the corner of cannon and dayton two blocks east of rodeo drive, beverly hills, california, press 3
track 33
thank you for calling the huntington library, art collection and botanical gardens located at 1151 oxford rd, san marino, california 91108 for visitor information please stay on the line.

track 34
the huntington library is located in the city of san marino, just south of passadena. major cross streets are allan avenue and california blvd. to the north, and huntington drive and sierra madre blvd. to the south from califorina blvd. turn south on allan avenue and proceed two blocks to the entrance gate. from huntington drive turn north on sierra madre blvd.and continue to california blvd.. turn left on california and left again at allan avenue. nearby freeways with convenient access to the huntington are the 110 passadena fwy, the 210 foothill fwy and the san berhardino fwy. directions from these freeways follow. from other freeways consult a map connecting routes. from the downtown los angeles area take the 110 fwy north to passadena and continue it until the freeway ends at the arroyo parkway. continue north on royal for several blocks then turn right at california blvd. follow california for approx. 2 miles, going past the caltec campus then turn right at allan avenue, then proceed straight to the entrance gate. from the 210 freeway travelling eastbound into passadena exit at the hill avenue offramp. continue straight alongside the freeway for several blocks then turn right at allan avenue and follow it for approx. 2 miles to the huntington gate.
if you are coming westbound on the 210 there is an allan avenue offramp at the freeway. exit at allan av. turning to your left and proceed south for two miles to the huntington gates. from the san bernardino fwy exit at san gabriel blvd. and proceed north for approx. 3 miles. at california blvd. turn left and continue another mile. turn left again at allan avenue and continue two blocks to the huntington gates. to reach the huntington by bus from los angeles take the 79 op the 379 and stop at huntington drive and san marino av. from passa-dena, take the 188 and exit at colorado blvd. at allen avenue or the 264 exiting at sierra madre blvd. and huntington dr it is a approx. half mile walk to the huntington gates from any of these bus stops. if you need additional information ...

8.2 Videospuren der untersuchten Gebiete, Auswahl

Freewayintersection Glendale

2n

2n-134e

2n-134w

2s

2s-134e

2s-134w

134e

134e-2n

134e-2s

134w

134w-2n

134w-2s

Gebiet Sunset / Western

Bronson West

Carlton North

Franklin North

Fwy 101 North

Fwy101 South

Garfield West

Grammercy East

Hollywood North

Milton East

Sunset South

Taft East

Van Ness West

Western East

Parkinglot Sunset

8.3 Aufnahmen der Ampelphasen

gebiet	sunset / general									
	uhrzeit	strasse 1	grünphase	%	strasse 2	grünphase	%	gesamtzyklus	checksum	
einheit			sec			sec		sec		
								1 gelbphase = 3.5 s		
	16:30	wilcox			willoughby			90		
	16:30	wilcox	30	0.3333	fountain	53.00	0.5889	90	83	
	16:30	wilcox	70	0.6667	de longpre	28.00	0.2667	105	98	
	16:30	wilcox	20	0.2222	sunset	63.00	0.7000	90	83	
	17:00	sunset	53	0.5889	cahuenga	30.00	0.3333	90	83	
	17:00	sunset	67	0.7444	el centro	16.00	0.1778	90	83	
	17:00	sunset	60	0.6667	goroon st	23.00	0.2556	90	83	
	12:00	sunset	35	0.5833	bronson	25.00	0.4167	60	60	
	12:00	sunset	55	0.6111	wilton	30.00	0.3333	90	85	
	12:00	sunset	60	0.6667	st. andrews	25.00	0.2778	90	85	
	11:50	sunset	45	0.5000	western	50.00	0.5556	90	95	
	13:00	franklin	38	0.6333	garfield	15.00	0.2500	60	53	
	13:00	franklin	38	0.6333	wilton	15.00	0.2500	60	53	
	13:00	franklin	33	0.5500	bronson	20.00	0.3333	60	53	
	13:00	franklin	33	0.5500	western	20.00	0.3333	60	53	
	17:00	melrose	37	0.4111	la brea	46.00	0.5111	90	83	
	17:00	pico	38	0.4222	la brea	41.00	0.4556	90	79	
	22:31	sunset	41	0.6833	orante	12.00	0.2000	60	53	
	22:34	sunset	31	0.5167	highland	22.00	0.3667	60	53	
	22:45	sunset	31	0.5167	wilcox	22.00	0.3667	60	53	
	22:46	sunset	31	0.5167	cahuenga	22.00	0.3667	60	53	
	22:52	sunset	28	0.4667	gower	25.00	0.4167	60	53	
	22:57	sunset	43	0.7167	gordon	10.00	0.1667	60	53	
	22:58	sunset	30	0.5000	bronson	23.00	0.3833	60	53	
	23:03	sunset	30	0.5000	wilton	23.00	0.3833	60	53	
	23:05	sunset	43	0.7167	st. andrews	10.00	0.1667	60	53	
			sec inc gelb			sec inc gelb				
	14:21	sunset	50	0.5556	western	40.00	0.4444	90	90	
	14:26	sunset	62	0.6889	st. andrews	28.00	0.3111	90	90	
	14:30	sunset	60	0.6667	wilton	30.00	0.3333	90	90	
	14:33	hollywood	45	0.6000	western	30.00	0.4000	90	75	
23.10.00	14:20	western	46	0.7667	beverly	14.00	0.2333		60	
23.10.00	15:20	western	10	0.0833	elmwood	110.00	0.9167		120	
23.10.00	14:17	western	30	0.5000	beverly	30.00	0.5000		60	
23.10.00	14:14	western	25	0.2083	maplewood	95.00	0.7917		120	
23.10.00	14:08	western	50	0.8333	lemon grove	10.00	0.1667		60	
23.10.00	14:06	western	33	0.5500	melrose	27.00	0.4500		60	
23.10.00	14:06	western	35	0.5833	romaine	25.00	0.4167		60	
23.10.00	13:57	western	50	0.8333	lexington	10.00	0.1667		60	
23.10.00	13:56	western	35	0.4667	st. monica	40.00	0.5333		75	
23.10.00	13:54	western	27	0.4500	fountain	33.00	0.5500		60	
23.10.00	13:44	western	50	0.5556	sunset	40.00	0.4444		90	
27.10.00	11:35	sunset	60	0.6667	wilton	30.00	0.3333		90	

27.10.00	11:33	western	50	0.5556	sunset	40.00	0.4444	90
27.10.00	11:17	sunset	45	0.7500	serrano	15.00	0.2500	60
27.10.00	11:12	sunset	45	0.6000	hobart	30.00	0.4000	75
27.10.00	11:09	sunset	45	0.7500	kingsley	15.00	0.2500	60
27.10.00	11:06	sunset	32	0.5333	normandie	28.00	0.4667	60
27.10.00	11:02	sunset	30	0.5000	alexandria	30.00	0.5000	60
27.10.00	11:00	sunset	33.5	0.5583	normandie	26.50	0.4417	60
27.10.00	10:57	sunset	35	0.7778	kingsey	10.00	0.2222	45
27.10.00	10:48	sunset	32.5	0.5417	hobart	27.50	0.4583	60

30.10.2000	14:51	poinsetta	26.86	sunset	1:04.14	1:31.00
30.10.2000	14:58	sunset	27	la brea	1:02.88	1:29.88
30.10.2000	14:58	highland	28.62	sunset	1:01.71	1:30.33

gebiet	sherman oaks							
17.11.2000	12:27	riverdrive	34.07	0.5683	hazeltine	25.88	0.4317	59.95
17.11.2000	12:31	hazeltine	36.22	0.7601	milbank	11.43	0.2399	47.65
17.11.2000	12:31	fashion square	21.18	0.3510	hazeltine	39.16	0.6490	60.34
17.11.2000	12:38	moorpark	77.97	0.7817	hazeltine	21.77	0.2183	99.74
17.11.2000	12:59	woodman	40.37	0.5766	moorpark	29.64	0.4234	70.01
17.11.2000	13:02	milbank	15.24	0.1917	woodman	54.25	0.6825	79.49
17.11.2000	12:59	stern	11.46	0.0960	moorpark	107.88	0.9040	119.34
17.11.2000	13:04	fwy e	44.55	0.6390	woodman	25.17	0.3610	69.72
17.11.2000	13:07	woodman	19.29	0.2772	fwy w	50.31	0.7228	69.6
30.10.2000	14:46	woodman	26.15	0.3643	riverdrive	45.63	0.6357	18:43

9 Literaturverzeichnis

[Abler et al., 1973] Abler, Ronald, Adams, John S., Gould, Peter, 1971 *Spatial Organisation. The Geographer's View of the World.* New-Jersey: Prentice-Hall

[Banham, 1971] Banham, Reyner, 1971 Los Angeles - the Architeture of four Ecologies, Penguin

[Carpendale et al., 1995] Carpendale M. Sheelagh T., David J. Cowperthwaite, F. David Fracchia, 1995 *3-Dimensional Pliable Surfaces: For the Effective Presentation of Visual Information*, ACM Symposium on User Interface Software and Technology,

[Carpendale et al., 1996] Carpendale, Sheelagh, M.; T.; Cowperthwaite, D.J.; Fracchia, F.D., 1996 *Distortion viewing techniques for 3-dimensional data,* Proceedings of the 1996 IEEE Symposium on Information Visualization

[Corner, 1996] James Corner, 1996 *the Agency of Mapping,* in D. E. Cosgrove, ed., *Mappings* London: Reaktion Books

[Dear, 1996] Dear, Michael In the city, time becomes visible: Intentionality and Urbanism in Los Angeles, 1781-1991 in: Scott, Allen J. and Edward W. Soja, eds, 1996 The City: Los Angeles and Urban Theory at the End of the Twentieth Century. Berkeley: University of California Press

[Debord, 1955] Debord, Guy, 1955 Introduction to a Critique of Urban Geography
in *Les Lèvres Nues #6, 1955* Online-Quelle : http://library.nothingness.org/articles/SI/en/display_printable/2
Zugriff: 20.4.2002

[Diestel, 2000] Diestel, Reinhard, 2000 *Graphentheorie* Heidelberg: Springer Verlag

[Franck, 1997] Franck, Georg 1997, Folgt der Raumordnung die Zeitordnung? Zur technischen Relativierung von Raum und Zeit Paper zur CORP 1997, IEMAR, Wien. Online-Quelle: http://www.corp.at/corp97/html/franck.htm

[Gardner, 1997] Gardner, Martin, 1997 *Geometrie mit Taxis, Die Köpfe der Hydra* Basel: Birkhäuser Verlag

[Haggett, 2001] Haggett, Peter, 2001 *Geography, A Global Synthesis* Englewood Cliffs, NJ:Prentice Hall

[Hillier, 1996] Hillier, Bill, 1996 *Space is the Machine*, Cambridge: Cambridge University Press

[Jakob, 1999] Jakob, Christian 1999 *mapping in the mind: the earth from ancient alexandria* in D. E. Cosgrove, ed., *Mappings* London: Reaction Books

[Keahey, 1999] T. Alan Keahey *Area-Normalized Thematic Views.* Proceedings of International Cartography Assembly , August 1999

[Kilian, 2000] Kilian, Alex, 2000, *Defining Digital Space Through a Visual Language* Thesis for Master of Science in Architecture Studies, Massachusetts Institute of Technology

[Klein, 1997] Klein, Norman M., 1997 The History of Forgetting : Los Angeles and the Erasure of Memory Haymarket Series Verso

[Kocmoud, 1997] Kocmoud, Christopher James, 1997 *Constructing Continuous Cartograms:A Constraint-Based Approach* Master's Thesis, Texas A&M Visualization Laboratory, Texas A&M University, College Station

[Lamping et al.:1994] Lamping , John, Rao, Ramana 1994: *Laying Out and Visualizing Large Trees Using a Hyperbolic Space* ACM Symposium on User Interface Software and Technology. November
1994. ACM Press. Pages 13-14.

[Lynch, 1960] Lynch, Kevin, 1965 *Das Bild der Stadt*, Frankfurt a.M.: Bauwelt Fundamente; Bd.16, Ullstein

[Manovich, 1995] Manovich, Lev, 1995 Virtual Worlds, in: Telepolis special http://www.heise.de/tp/english/special/sam/6030/1.html Zugriff: 18.8.2001

[McLuhan, 1964] McLuhan, Marshall, 1994 [1964]*Understanding Media : The Extensions of Man*, Cambridge: The Massachussets Institute of Technology Press

[Monmonier, 1991] Monmonier, Mark, 1991 *how to lie with maps* Chicago: University of Chicago Press

[Münch, 1999] Münch, Dieter, 1999 Von der Repräsentation des absoluten Raumes zur Semiotik des Raumerlebens In: Dieter MÜNCH, Hrg., Erleben und Repräsentation von Raum, Kodikas - Code. Special Issue, Bd. 22 ¾, S. 169 - 188.

[Newton, 1689] Isaac Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, Bk. 3, 1689 in der Übersetzung ins Englische von Andrew Motte (1729) überarbeitet von Florian Cajori Online-Quelle:

[Ploch, 1995] Ploch, Beatrice, 1995: Eignen sich Mental Maps zur Erforschung des Stadtraumes? Möglichkeiten der Methode. In: kea 8, p.23-41

[Poincaré,1895] POINCARÉ, Henri, 1895 *the relativity of space* in Science & Method, Online-Quelle:

[Reichart, 1999] Reichart, Thomas, 1999 Bausteine der Wirtschaftsgeographie. eine Einführung, Stuttgart: UTB

[Sadler, 1998] Sadler, Simon, 1998 *The Situationist City* Cambridge, MA: The Massachussets Institute of Technology Press

[Venturi et al., 1972] Venturi, Robert, Denise Scott Brown, and Steven Izenour, 1972 *Learning from Las Vegas: The Forgotten Symbolism of Architectural Form*. Cambridge, MA: The Massachussets Institute of Technology Press

[Virilio, 1978] Virilio, Paul, 1978 *Fahren, Fahren, Fahren...* Berlin: Merve Verlag

[Wachs 1996] Wachs, Martin, 1996 The Evolution of Transportation Policy in Los Angeles in: Scott, Allen J. and Edward W. Soja, eds, The City: Los Angeles and Urban Theory at the End of the Twentieth Century. Berkeley: University of California Press

Danksagungen

Mein Dank geht an alle, die mich im Zuge dieser Arbeit unterstützt haben.