

WEGZEIT – DIE GEOMETRIE DER RELATIVEN DISTANZ

eingereicht von

Dietmar Offenhuber

Diplomarbeit

Ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades eines

Diplom- Ingenieurs unter der Leitung von

Prof. DR. Bob Martens

Fakultät für Architektur und Raumplanung

Technische Universität Wien

Verfasser:

Dietmar Offenhuber

Leonfeldnerstr. 27/8

4040 Linz

Matr.Nr.: E9135162

E256

Institut für

Raumgestaltung

und Entwerfen

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz

Wien, im Mai 2002

Inhaltsverzeichnis

1	<u>EINLEITUNG</u>	6
1.1	Abstract	6
1.2	Einleitung	6
2	<u>ZUM BEGRIFF DES RAUMES</u>	8
2.1	Raum als Wahrnehmung	8
2.2	Raum als Vorstellung	9
2.3	Absolutraum, Relativraum	10
2.4	Räumliche Bezugssysteme	13
2.5	Architekturentwurf im relativen Bezugssystem	14
3	<u>ZUM RELATIVEN RAUMBEGRIFF</u>	16
3.1	Der relative Ort	16
3.1.1	Graphentheorie	17
3.2	Relative Distanz	19
3.3	Relativraum	21
3.4	Effekte im Relativraum	24
3.4.1	Implodierte Lage	26
4	<u>DIE STADT ALS RELATIVRAUM</u>	29
4.1	Relativraum Wegzeit - die Stadt als Bewegungsökonomie	29
4.1.1	Wegzeit als Distanz	31
4.2	Relativraum Vorstellungsbild – die Stadt in mental maps	32
4.2.1	Mental Maps: Stadtanalysen bei Kevin Lynch	34
4.3	Relativraum Kommunikation - Raum als Zeichensystem	38
5	<u>KONTEXT LOS ANGELES</u>	42
5.1	LA und der Automobilverkehr	42
5.2	Die imaginierte Stadt	45
5.3	Geschichte	48
5.4	Orientierungsverhalten in der Stadt – Beobachtungen	52
5.4.1	Orientierung an den Verkehrswegen	52
5.4.2	Orientierung an der Bebauung	53
6	<u>THEMATISCHE RAUMKONZEPTE IN ANDEREN DISZIPLINEN</u>	55

6.1 Kartographie / Geographie	55
6.1.1 Choroplethen	56
6.1.2 Isolinien	57
6.1.3 Darstellung von Zeitdistanzen mittels Isochronen	57
6.1.4 Darstellung der Geschwindigkeitsverteilung mittels Isotachen	61
6.1.5 Thematische Karten als Verzerrungs-kartogramme	62
6.1.6 Die Transformation von Isochronenkarten in den Relativraum	64
6.1.7 Die Taxicab Geometrie	66
6.2 Informationsvisualisierung	68
6.2.1 Hyperbolischer Raum	68
6.2.2 Non-Linear Magnification	70
6.2.3 3D – Distortion Viewing	70
6.3 Kunst	72
6.3.1 Situationisten	72
6.3.2 Richard Long	74
6.3.3 Masaki Fujihata	75
7 VORGESCHLAGENE MODELLE	77
<hr/>	
7.1.1 Allgemeine Ziele und Kriterien	77
7.1.2 Kräfteanalogie – Physikalisches System	78
7.1.3 Zur gewählten Form der Darstellung	79
7.1.4 Verwendete Software	80
7.2 Videomapping	81
7.2.1 Datenquellen und Methoden	82
7.2.2 Sequentielle Aneinanderreihung der zentralen Bildsegmente	83
7.2.3 Sequentielle Aneinanderreihung vertikaler Anpassung	83
7.2.4 Entzerrung der Einzelbildmontage	83
7.3 Zweidimensionales Wegenetz	84
7.3.1 Datenquellen	86
7.3.2 Berechnungsmodell	86
7.3.3 Implementierung	87
7.4 Dreidimensionales Wegenetz	91
7.4.1 Datenquellen	91
7.4.2 Besonderheiten der Implementierung	93
7.4.3 Diskussion	96
7.5 Hügelmodell	96
7.5.1 Datenquellen und Berechnungsmodell	97
7.5.2 Besonderheiten der Implementierung	99
7.5.3 Beispiel Downtown LA	100
7.5.4 Beispiel Sherman Oaks	101
7.5.5 Diskussion	102
7.6 Flächenzellen Modell	102
7.6.1 Berechnungsmodell	102
7.6.2 Beispiel zum Flächenzellenmodell: Informationsdichte	103
7.6.3 Diskussion	107
7.7 v/t Modell	107

7.7.1	Datenquellen	108
7.7.2	Berechnungsmodell	108
7.7.3	Besonderheiten der Implementierung	109
7.7.4	Diskussion	111
7.8	Narrativer Raum	111
7.8.1	Datenquellen	111
7.8.2	Implementierung	112
8	FAZIT	115
9	ANHANG	118
9.1	Videospuren der untersuchten Gebiete, Auswahl	119
	Freewayintersection Glendale	119
	Gebiet Sunset / Western	120
9.2	Transkription der aufgenommenen Gespräche	122
9.3	Aufnahmen der Ampelphasen	125
10	LITERATURVERZEICHNIS	132
11	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	136
12	DANKSAGUNGEN	140

1 Einleitung

1.1 *Abstract*

Die Arbeit untersucht, wie nicht-isotropischer 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 Relativraums 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 radikal unterscheidet.

Im Zuge der Arbeit wurden sechs prototypische Modelle zur Darstellung thematischer Räume entwickelt, die jeweils unterschiedliche Eigenschaften des zugrunde liegenden Relativraums 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 gewählten Bezugspunkt verändern.

1.2 *Einleitung*

Wir betrachten Raum an sich 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 relativer Raumkonzepte.

Die Relevanz relativer Räume 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 unterschiedliche Modelle zur Darstellung relativer Räume entwickelt, die jeweils unterschiedliche Eigenschaften des Relativraums in den Vordergrund stellen. Der Vorteil der Herangehensweise liegt vor allem in der Unmittelbarkeit der Darstellung. Üblicherweise wird zeitliche Veränderung explizit mittels Animation dargestellt. Der in dieser Arbeit verwendete Ansatz versucht hingegen, zeitliche Veränderung direkt als räumliche Relation auszudrücken.

Mein ursprüngliches Interesse beim Vorbereiten der Diplomarbeit galt dem Einfluss kognitiver Karten auf die räumliche Struktur der Stadt. Vor Ort fiel mir 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 strukturiert zu sein. So lag es nahe, das Erscheinungsbild der Stadt zu untersuchen, wenn als Darstellungsmaßstab Zeiteinheiten statt Raumeinheiten verwendet werden.

2 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 Welt 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 Konstruktion.

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

2.1 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]

2.2 Raum als Vorstellung

Der abstrakte Raum der Vorstellung ist eine Möglichkeit, den beschränkten Raum der Wahrnehmung zu überwinden.

Der Raum der Wahrnehmung 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 bringen zu können. 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.

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 -> nicht euklidische Geometrien

2.3 Absolutraum, Relativraum

Als konsequent zu Ende gedachte „Reinform“ des abstrakten Raumes der Vorstellung könnte man den von I. 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 unendlich, ewig und unveränderbar. Seine Struktur ist homogen, alle Punkte sind äquivalent, keiner ist bevorzugt. Davon unterscheidet sich der Relativraum, der auf ein bewegliches Objekt bezogen ist und in dem sich nie entscheiden lässt, ob sich ein Objekt in Ruhe oder in gleichförmiger Bewegung befindet.

“2. 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]

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]

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

Im schon zitierten Artikel „the Relativity of Space“ fasst Henri Poincaré die Argumente gegen Newtons Raum-begriff wie folgend 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 der Ort im Raum kann nur relativ angegeben werden, auch Ausdehnungen und Distanzen selbst sind immer relativ. Würde das Universum über Nacht um das Hundertfache wachsen, wobei es geometrisch sich selbst ähnlich bliebe, gäbe es keine Möglichkeit diese Transformation zu bemerken. Alle möglichen Messgeräte und unser Wahrnehmungsapparat würden in der gleichen Form mitwachsen, und so dasselbe Ergebnis wie vor der Transformation liefern.

Darüber hinaus ist Raum aber auch amorph, Proportionen sind nicht absolut. Stellt man sich eine komplexe, unregelmäßige Verzerrung des Universums vor, bei der Kugeln zu Ellipsoiden, Rechtecke zu Parallelogrammen werden, wäre diese Abbildung ist nicht mehr selbstähnlich. Doch auch diese Verzerrung würde im selben Maße auch auf unser Sensorium zutreffen, und so gäbe es auch in diesem Fall keine Möglichkeit die Verzerrung zu bemerken.

vgl. [Poincaré, 1895]

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 chorisches Raum, also das Bezugssystem der Erdoberfläche.

Dies geschieht in dem Bewusstsein, dass hier ein ungenauer Begriff verwendet wird, der trotzdem für

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz

seinen konkreten Gebrauch z.B. in den Ingenieurwissenschaften hinreichend genau ist, verstanden und verwendet wird.

2.4 Räumliche Bezugssysteme

Jede Art von Umgang mit Raum ist also immer eine Frage des Bezugssystems. In allem 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 in jemandes anderen Position zu versetzen und Wege zu beschreiben.

Exozentrische Bezugssysteme 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 Sonnenstand 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 Sternkonstellationen und Positionen von Inseln bezieht und zwischen 28 und 30 Richtungen besitzt.

Lynch nennt auch Arten von exozentrischen Bezugssystemen, 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 Bahnhofes, 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]

2.5 Architekturf Entwurf im relativen Bezugssystem

Architekten 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.

Viele 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 Kamera linse. Die Notwendigkeit, dreidimensionale Objekte zu planen, die von mehreren Seiten einsehbar sind, fällt somit weg. Stattdessen werden Illusionistische Gestaltungsmittel wie beschleunigte Perspektive, perspektivische Anamorphosen, *Trompe l Oeil* 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.

- Der Architekt Jon Jerde, 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.
- Der Schriftsteller Norman Klein 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 den Ereignissen, die darin plaziert sind.
- Der Architekt Phillip Thiel arbeitet mit sog. *experience scripts*: ein umfassendes Raumnotationssystem, das Verhalten, Wahrnehmung, bis hin zur emotionalen Beteiligung erfassen will und mit der Anatomie und Materialität von Raum in Verbindung bringt. Diese von ihm als „*enviroitecture*“ bezeichnete Methode macht den Architekten zum Regisseur, der mit Partituren das Erleben der Benutzer plant.

3 Zum relativen Raumbegriff

Trotz der im vorigen Kapitel erwähnten Planungsansätze, die das sensorische Erleben des Benutzers ins Zentrum rücken, 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 zu fehlen scheint 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 Relativraums, wie es in der Humangeographie verwendet wird, näher erläutert.

3.1 Der relative Ort

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

Beispiel:

Linz liegt an der Donau, ist 180 km von Wien entfernt und 100 km von Salzburg.

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.

3.1.1 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 zentralste 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.

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz

Wie leicht zu erkennen ist, kann sich die Zentralität eines Knotens verändern, sobald irgendwo im Netzwerk eine Kante hinzu- oder weggenommen wird.

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]

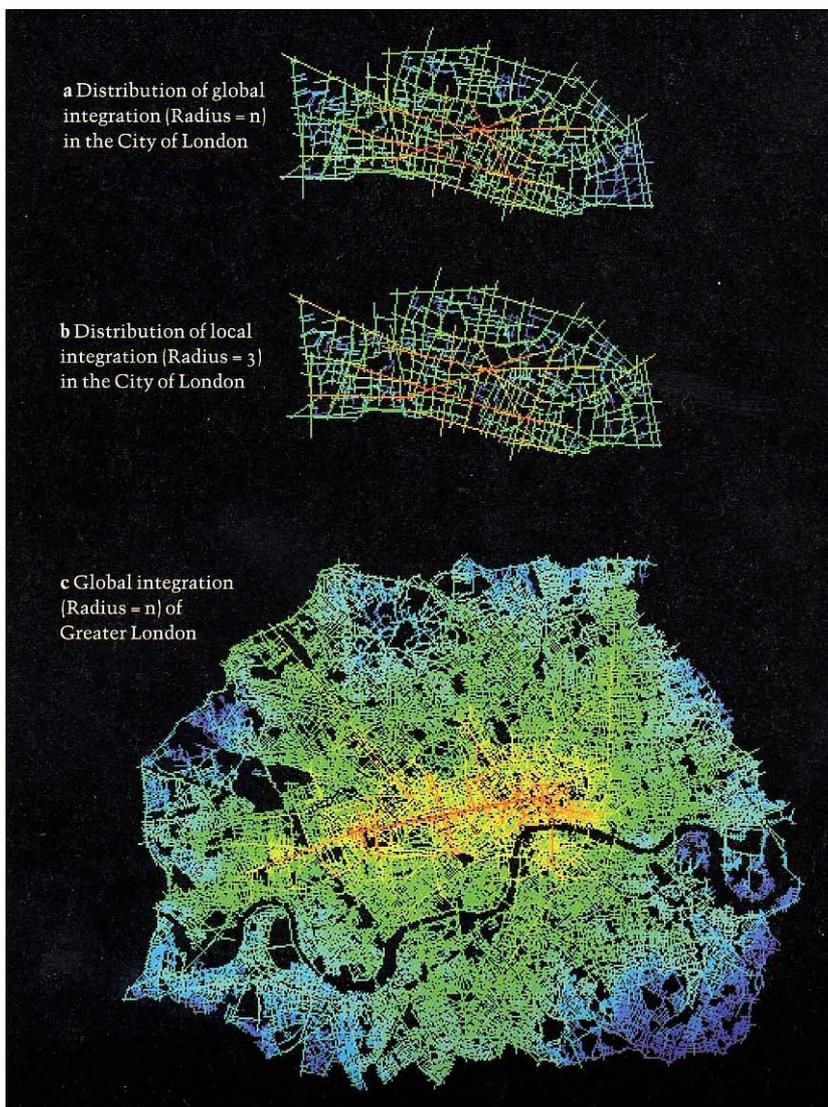


Abb. 1 Darstellung der Konnektivität im Strassensystem von London – aus [Hillier, 1996:S215]

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz

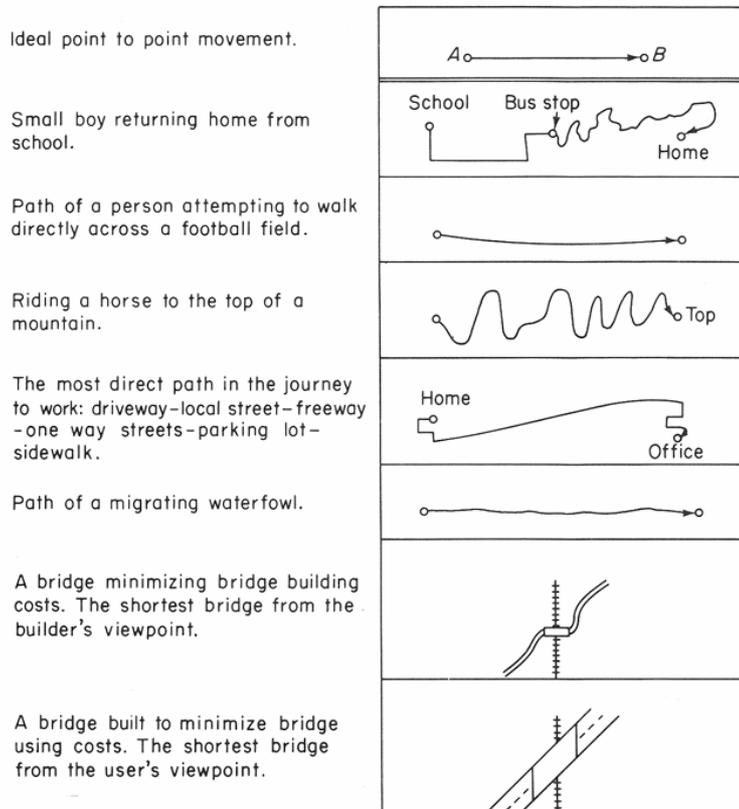
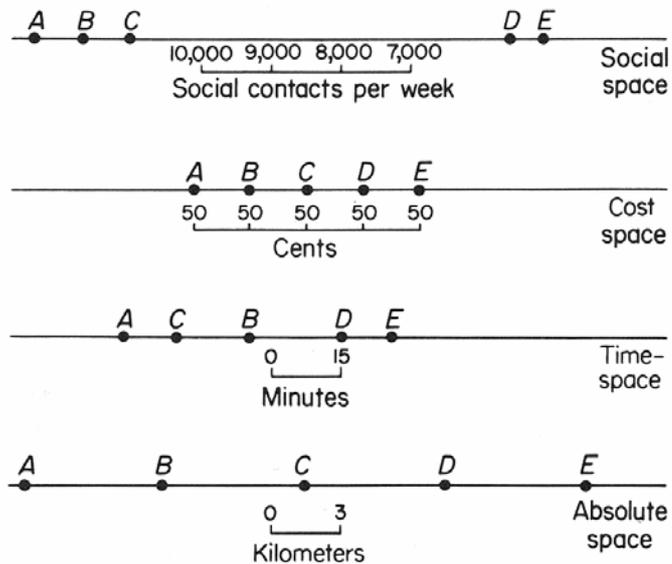


Abb. 3 verschiedene Beispiele von kürzesten Distanzen (least effort paths) [ABLER et al., 1973:S218]

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 m, km 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.

3.3 Relativraum

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

Die Darstellung von Relativräumen erscheint gegenüber den gewohnten Repräsentationen mit absoluten Distanzen verzerrt. Relativräume sind jedoch hervor-

gend 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 erhalten – wie die relative Lage von Orten. Andere Eigenschaften gehen jedoch verloren.

Schwierigkeiten bei der Darstellung von Relativräumen

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.

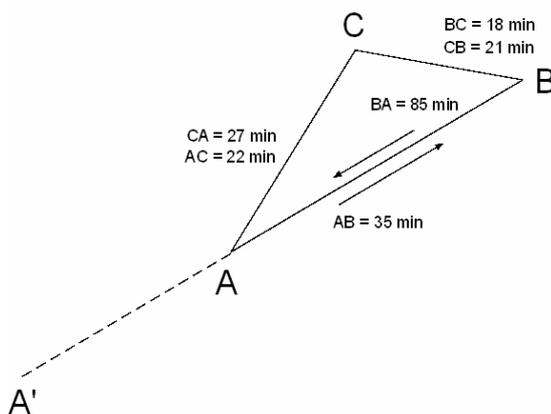


Abb. 5 zeitliche Distanzen lassen sich oft nicht geometrisch ausdrücken. Ein Beispiel für ein "unmögliches" Dreieck

Doch die Schwierigkeiten bei der Darstellung von relativen Distanzen reichen noch weiter:

Betrachtet man drei Punkte im Raum mit bekannten Wegzeitdistanzen zueinander, kann selbst bei Betrachtung von nur einer Richtung nicht möglich sein. Ist wie im obigen Diagramm die Strecke BA größer als AC und CB zusammengenommen, gilt die Dreiecksunglei-

chung 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]

Zeitliche Asymmetrie lässt sich wie folgend repräsentieren:

	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.

nicht zentrierte Relativräume

Andere Parameter sind nicht auf ein gemeinsames Zentrum bezogen, sondern auf ihren jeweiligen räumlichen Kontext.

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.

3.4 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 et al. sprechen von *Space-adjusting Techniques*

Beispiele für raumschrumpfende Kräfte

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

Beispiele für raumdehnende Kräfte

- dazu zählen alle Arten von Hindernissen, die den raumschrumpfenden Kräften Widerstand bieten.
- Der 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: 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

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz

- 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 Umstand, der es den Menschen einfacher oder schwerer macht, Distanzen zu überwinden.

Manche der genannten Faktoren sind individuell für jeden Bewohner unterschiedlich maßgebend, manche treten lokal und zeitlich nicht konstant oder zufällig auf. Viele von ihnen sind jedoch so regelmäßig und allgemeingültig, dass sie die Gestalt der Umgebung wesentlich beeinflussen und strukturieren.

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz

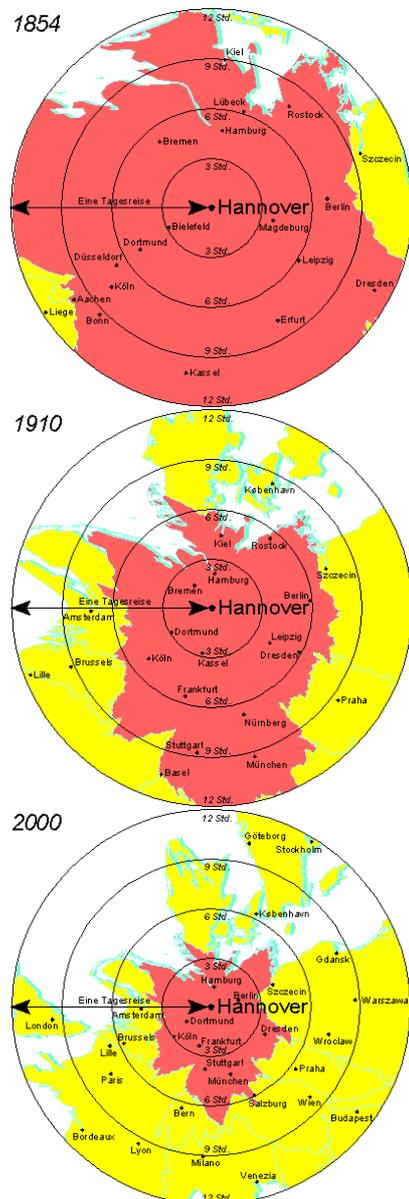


Abb. 6 2000 Klaus Spiekermann, Michael Wegener „Rad Radius Reisezeit“, Installation auf der EXPO 2000 Hannover. Online-Quelle: <http://irpud.raumplanung.uni-dortmund.de/irpud/pro/expo/expo.htm>, Zugriff 1.9.2001

3.4.1 Implodierte Lage

Das Zusammenwirken von raumdehnenden und raumstauchenden Kräften führt zu Effekten die P. Haggett als *räumliche Implosion* bezeichnet hat.

Verkehrswege und Informationsinfrastruktur zwischen großen Städten sind generell besser ausgebaut als die zwischen kleineren Orten. In einer traditionellen Darstellung z.B. eines Städteneztes 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. vgl. [Reichart, 1999: S106f]

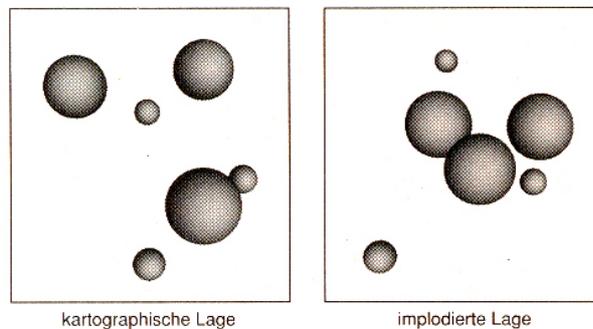


Abbildung V-8: Die Implosion eines Städteneztes
(nach HAGGETT 1983, 426)

Abb. 7 Geographische und implodierte Lage

Aktivräume, Passivräume

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

Die Behauptung 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]

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz

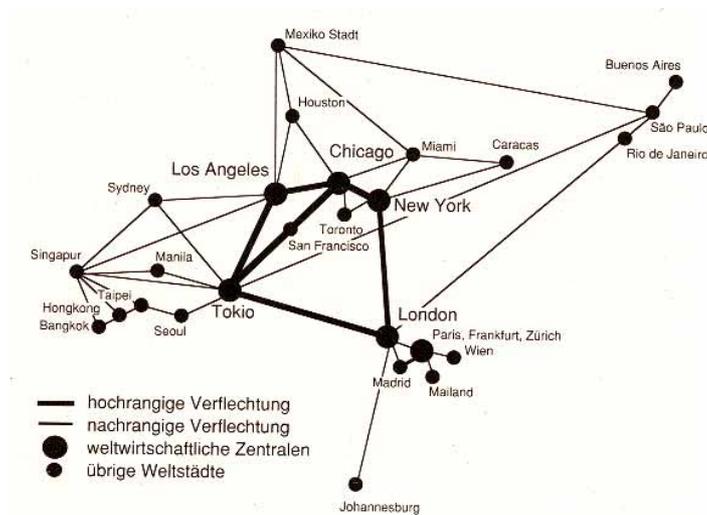


Abbildung V-11: Die Vernetzung der Weltstädte
(nach FRIEDMANN 1986, 74)

4 Die Stadt als Relativraum

Stadt als Summe einer Vielzahl räumlicher Prozesse und Vorstellungsinhalte.

Relativräume entstehen auf unterschiedlichen Ebenen. Auf der konkreten materiellen Ebene von Raum ist Bewegung wohl der wichtigste raumbestimmende Parameter - „*cities are movement economies*“ [HILLIER, 1996]. Die zweite Ebene, die auf räumlichen Bewegungsverhalten aufbaut, identifiziert Raum als Vorstellungsbild, das durch sensorische Wahrnehmung entsteht. Bei der Dritten Ebene handelt es sich ebenfalls um Räume als Vorstellungsbilder, die durch soziale, kulturelle, individuelle Strukturen bestimmt sind. Alle drei Ebenen von Relativräumen beeinflussen sich gegenseitig und können im Stadtkontext nicht voneinander getrennt betrachtet werden.

relativraum bewegung

relativraum vorstellungsbild

relativraum kommunikation, interaktion

4.1 Relativraum Wegzeit - die Stadt als Bewegungsökonomie

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

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

Bewegungsprozesse sind äußerst vielschichtig. Bewegung erfolgt mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten, Personen bewegen sich aktiv oder werden passiv als Passagiere bewegt. Ihre Reisen sind singuläre Ereignisse bzw. werden im Tagesrhythmus wiederholt.

Die Tour erfolgt in bekanntem bzw. unbekanntem Gebiet, wird als bewusster Prozess erlebt oder bloß als notwendiges Übel um räumliche Entfernung zu überwinden.

Verkehrsmittel

Die Arte der Bewegung entscheidet sich vor allem auch durch das die Wahl des Verkehrsmittels. Unter-

schiedliche Verkehrsmittel besitzen unterschiedliche Freiheitsgrade. Bewegung kann sich entweder frei im Raum entfalten oder sie 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

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 versch. 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 aber auch, dass dieser Ort meistens ausschließlich mit dieser Geschwindigkeit wahrgenommen wird. Abweichungen von dieser Geschwindigkeit 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 bzw. einer Reisezeit zw. 5 und 15 Minuten.

Maßstab und Geschwindigkeit

Die zugeordnete Geschwindigkeit ist immer auch direkt mit dem räumlichen Maßstab des betreffenden Ortes 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 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.

4.1.1 Wegzeit als Distanz

Wegzeit war über Jahrhunderte hinweg der einzig praktikable Maßstab zur Bestimmung von großen räumlichen Distanzen.

Eine Karte von 1837 beschreibt die Migrationswege der Iowa Indianer zwischen Mississippi und Missouri anhand einer Kette von Punkten. Jeder Punkt steht dabei für eine Übernachtung. Durch Zählen der Punkte

kann man ermitteln, in welchem Zeitraum der betreffende Weg zurückgelegt werden kann.

Während wir heute im größeren geographischen Zusammenhang in absoluten Distanzen denken – durch unseren alltäglichen Umgang mit Karten, Wegweisern, geographischen Wissen etc.- denken wir im kleinen geographischen Zusammenhang z.B. in der Stadt immer noch häufig in zeitlichen Distanzen. Dies hat praktische Vorteile bei der Planung unseres Tagesablaufes, außerdem kennen wir unsere tägliche Umgebung und ihre zeitlichen Distanzen.

Unternehmen wir 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, kurvigtes 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 bzw. überschätzt haben.

4.2 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. Es sind nicht so sehr die tatsächlichen räumlichen oder zeitlichen Distanzen, die unser räumliches Verhalten bestimmen, sondern vielmehr unsere Vorstellung davon. 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 od. 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 die Erfahrung und Erinnerung. Der bereits bekannte Rückweg einer Reise zu einem zuvor noch unbekanntem 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 seiner/ihrer Bildung, Alter, sozialer Stellung, Gruppenzugehörigkeit.

Spielende Kinder oder Bettler untersuchen ständig das Potential ihrer Umgebung und wie sie dieses für sich nutzen 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.

4.2.1 Mental Maps: Stadtanalysen bei Kevin Lynch

Eine frühe 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 [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 die 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 ein 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]

Grenzlínien (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 zugänglich 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 Betrachtungs-

winkel 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 sehr 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.

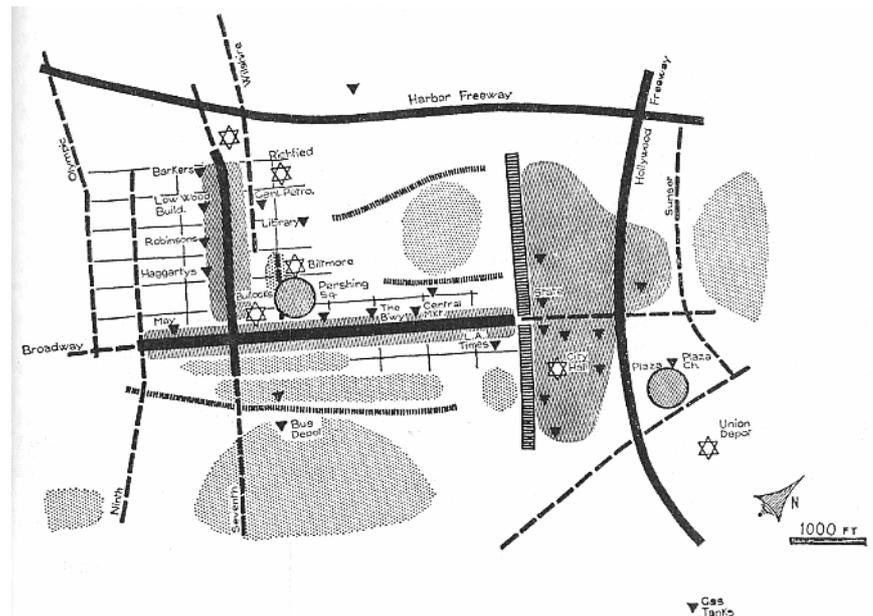


Abb. 8 Struktur von Downtown Los Angeles, dargestellt mit Lynch's Elementen. aus [Lynch, 1960:S173]

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 Beschreibungen von ein und derselben Person.

Es scheint

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 Befragten - 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]

4.3 Relativraum Kommunikation - Raum als Zeichensystem

Das dritte Beispiel für 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 die 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*“ [VBI,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.“ [VBI,1972:S9]

Die Lösung ist ein Bruch mit den Grundsätzen der Moderne:

Architektur wird zum Trägermedium expliziter Information. Die Fassade löst sich vom Gebäude ab und wird gleichzeitig zu dessen wichtigstem Teil – als 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 kann.

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 von *Strip* aus zu lesen sind.

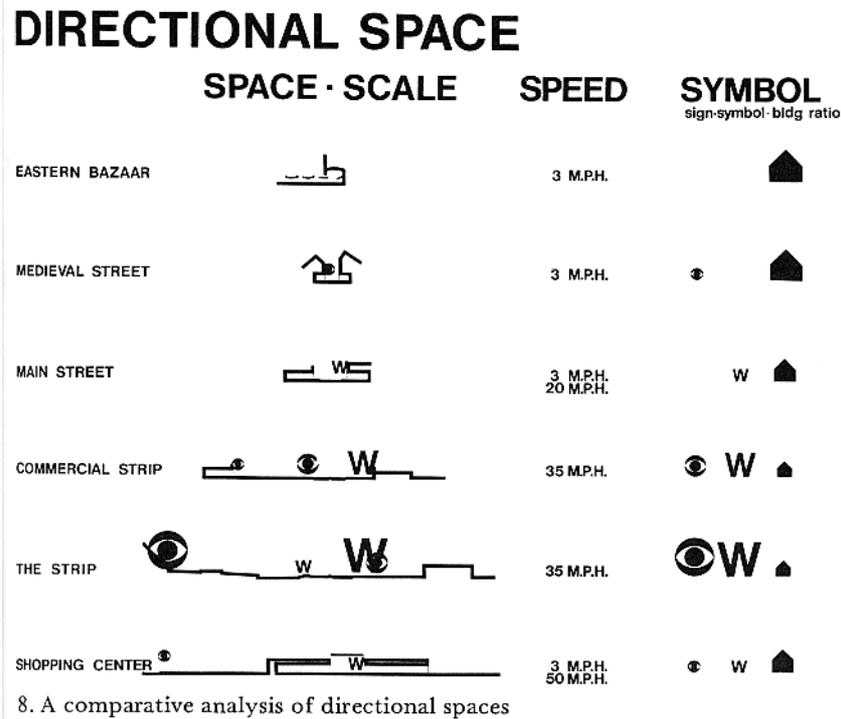


Abb. 10 [Venturi et al. ,1972:S11]

Offensichtlich ist, dass traditionelle Darstellungsweisen der Architektur für die Repräsentation dieser Raumsystems 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?“
S.76

5 Kontext Los Angeles

5.1 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.”¹

Distanzen scheinen im Bewusstsein der Bewohner vor allem als Zeitdistanzen präsent zu sein – und zwar konkret als Fahrzeiten. Mehrere Radiosender sind ausschließlich dem ständigen Berichten über die momentane Verkehrssituation gewidmet, zahlreiche Online-Services bieten dynamische Karten der Region mit Echtzeit-Verkehrsinformationen an, die die Flusssgeschwindigkeit des Automobilverkehrs auf allen wichtigen Strassen und Freeways angeben. Vor diesem Hintergrund tritt die Bedeutung der topographischen Lage eines Ortes in der Stadt hinter der seiner zeitlichen Erreichbarkeit zurück.



¹ aus dem Programmheft zum LA Freewaves Festival, Nov. 2000

Abb. 11 LA 6 color speedmap Online-Quelle:
http://traffic.tann.net/maps/lar6traffic.jsp Zugriff
20.4.2002, 19:13

Der Architekt 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, sind sie immer noch teilweise lesbar. Im übertragenen Sinn wird darunter auch ein Ort verstanden, an dem seine Geschichte immer noch an Spuren ablesbar ist.²

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 scheinbar 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. VMT/Sq. Mile (VMT =vehicle miles travelled)³
85.64% (im Jahr 2000) der arbeitenden Bevölkerung benutzen ein privates Kraftfahrzeug für ihren Arbeitsweg.

² "palimpsest" *Encyclopædia Britannica*
<<http://search.britannica.com/eb/article?eu=59560>>
[Zugriff April 20, 2002].

³ Online-Quelle: <http://www.publicpurpose.com/hwy-2000density.htm> Zugriff am 16.8.2002

Diese 4,115,248 Personen benötigen für den Arbeitsweg durchschnittlich 26.5 Minuten (1.11 Personen / Auto)⁴ und verbringen dabei schließlich jedes Jahr durchschnittlich 82 Stunden im Stau⁵- 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.⁶

Räumliche Bestimmtheit

Lev Manovich schreibt 1995 in einem Bericht von der Computergraphik Konferenz Siggraph 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]

⁴ Online-Quelle :
<http://www.losangelesalmanac.com/topics/Transport/tr19.htm>
Zugriff am 16.8.2002

⁵ Online-Quelle: http://abcnews.go.com/sections/us/DailyNews/ontheroad1_991119.html Zugriff am 16.8.2002

⁶ *“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

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 K. Lynch, die in den 60er Jahren durchgeführt wurden:

„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. durch den Bau des Freewaynetzes oder durch großflächige Stadterneuerungsprogramme 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, hinterließ sozusagen Narben auf dem Vorstellungsbild.“

[Lynch, 1972:S57]

5.2 Die imaginierte Stadt

„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]

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

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 mit dem Prinzip „*urban erasure*“: Politische Entscheidungsträger bedienen sich lokaler Mythen, um radikale Stadtentwicklungsmaßnahmen zu argumentieren und durchzusetzen.

Die Auslöschung von Gebiete besonders ausgeprägter kultureller und historischer Identität, gefolgt von deren Mythologisierung durch die lokale Filmindustrie. Das viktorianische Wohnviertel *Bunker Hill*, oder 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 des 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 Chermoya 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 sich viele unterschiedlichste ethnische und kulturelle Gruppen zusammenleben.

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/pop13.htm>**

5.3 Geschichte

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 Erdbeben 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 großen 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 neue Stadtgründungen. 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 Transitsys-

temen 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 keinen geschlossenen, entwickelten Stadtkern. So konnten hier die neu erschlossenen Gebiete auf die höhere Kapazität und Geschwindigkeit der neuen Transportmittel dimensioniert werden.

Das rasch entstehende Straßenbahnnetz war aber nicht nur notwendige Infrastruktur, die begleitend zur Stadtentwicklung entstand, sondern wurde vielmehr aktiv zur Erschließung von neuem Bauland instrumentiert. Dementsprechend gehörten Bauunternehmer und Bodenspekulanten zu den Hauptaktionären der verschiedenen Railway Companies, die immer neue Linien in bislang unbebaute Gebiete führten. Vormalig billige Grundstücke entlang den neuen *railway lines* konnte so als wertvolles, infrastrukturell günstig gelegenes Bauland verkauft werden.

Die *railway lines* 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 schreibt 1973

„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 Trolleysystem 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 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 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, unterstützt durch den *Automobile Club*, bis heute nicht abgeschlossen ist. Als erster Freeway wurde der *Arroyo Freeway* zwischen Downtown und Pasadena fertig gestellt.

Heute

Das Städtebauliche Modell eines Stadtland USA im Sinne von L. Holzner⁷ scheint auf Los Angeles in besonderer Weise zuzutreffen. Die Kernstadt *Central Business District* der Kernstadt ist nicht mehr dominant.

Pendlerströme verlaufen auf vielschichtige Art

Edge Cities

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

Dichte

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

⁷ vgl. [HEI00:S257]

5.4 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 zu orientieren, funktioniert hier nicht so recht. Besitzt man den Thomas Guide, ist jedoch das Finden einer bestimmten Adresse so einfach und systematisch wie das Suchen einer Telefonnummer im Telefonbuch.

5.4.1 Orientierung an den Verkehrswegen

Die Adressierungsmethode erlaubt ein genaues Abschätzen von Wegen und Distanzen. Die Regelmäßigkeit des Strassenrasters mit seinen langen Boulevards (hwd, Sunset, Beverly, Wilshire, Olympic ... in Ost west Richtung Fairfax, la Brea, Western, Vermont in nord / Südrichtung) 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 Masstab 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 wiederzufinden.

„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 4 Himmelsrichtungen und die Blickrichtung bekannt, ist die 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 „Oral Space“ erkennbar 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 eingprägten Bild der Umgebung orientiert, sondern an einem abstrakten Koordinatensystem, das 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.

5.4.2 Orientierung an der Bebauung

In historischen europäischen Städten erfolgt die Orientierung hingegen meist anhand der Bebauung. Genaue Wegbeschreibungen setzt deshalb sehr gute Kenntnis der Stadt voraus. In Wien ist durch das radiale System leicht eine ungefähre Lokalisierung möglich, geht es

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz

aber darum einem Ortsunkundigen aus dem Gedächtnis eine genaue Wegbeschreibung zu geben muss man die Stadt schon sehr gut kennen. Die meisten Menschen werden in so einem Fall einer fremden Person zur Orientierung eine Reihe von leicht erkennbaren und weithin sichtbaren Gebäuden nennen.

6 Thematische Raumkonzepte in anderen Disziplinen

6.1 Kartographie / Geographie

Das Konzept der Relativräume stammt ursprünglich aus der Humangeographie. Man stand oft vor dem Problem, komplexe soziale und ökonomische Zusammenhänge anschaulich darzustellen. Thematische Karten dienen dabei zur Darstellung von Erscheinungen, die zwar nicht topographischer Natur sind, aber doch einzelnen Orten im Raum zugeordnet werden. Im Folgenden werden die wichtigsten traditionellen Darstellungsweisen thematischer Parameter und die entsprechenden Relativräumlichen Darstellungsweisen vorgestellt.

„Die thematischen Karten enthalten vorwiegend Erscheinungen oder Vorkommnisse nicht topographischer Art, solche aber, die mit der Erdoberfläche in Verbindung stehen. Es handelt sich hierbei stets um Dinge, die eine georäumliche Lage, Verbreitung oder Bewegung besitzen, sowohl um reale Dinge, als auch um Beziehungen, Funktionen, Hypothesen, geistige Vorstellungen, Möglichkeiten, Projekte.“

E. Imhof 1972, S.12 f.

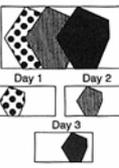
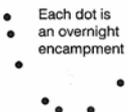
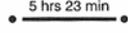
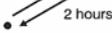
Category	Symbolization		
	point	line	area
Moments dates of events	Auburn 1893 ●	1954 	March Flood 
Durations continuance of events	25-29 December ● 1 pm ● 2 pm ● 3 pm ●	Columbus September-October 1492  1920 1910  1930	
Structured Time frequency	Mondays ● Tuesdays ● & Thursdays ● Wednesdays ●	 — Once a week — Twice a week — Every day	
standard time	 Central Time Zone		
Time as Distance temperal interval	● Each dot is an overnight encampment 	 Buffalo Syracuse NYC Boston Washington Bangor	
temperal direction and/or distance	289 miles 5 hrs 23 min 	1 hr 35 min  2 hours 	
Space as Clock	East = Sunrise West = Sunset		globe clocks

Abb. 12 Kartographische Symbole zur Darstellung zeitlicher Parameter (Quelle: Irina Vasiliev, Design Issues to be Considered When Mapping Time in:

6.1.1 Choroplethen

Die gebräuchlichste Form, thematische Parameter darzustellen sind Choroplethen Karten.

Dabei wird das dargestellte Gebiet in Teilflächen zerlegt betrachtet, die entsprechend der Ausprägung des jeweiligen Parameters mit einer Flächensignatur – einem Farbwert oder einer Textur belegt werden.

Der Wertebereich des betrachteten Parameters wird in diskrete Intervallabstufungen klassifiziert. Den so geschaffenen Werteklassen werden nun ein Farbverlauf oder unterschiedliche Flächentexturen zugewiesen.

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.

6.1.2 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, sondern ergeben sich durch die quantitative Verteilung des Parameters. Die Darstellung erfolgt durch zusammenhängende Linien, welche die Grenzen zwischen den Wertebereichen darstellen. Höhenschichtlinien auf topographischen Karten sind dementsprechend Isolinien, die Gebiete gleicher Höhenlage umschließen.

Mit Isolinien können kontinuierliche Phänomene und Eigenschaften wie Temperatur, etc. ausgedrückt werden.

6.1.3 Darstellung von Zeitdistanzen mittels Isochronen

Auch Wegzeit – Distanzen können als Isolinien dargestellt werden. Man bezeichnet die Isolinien in diesem Fall als Isochrone, also Linien gleicher zeitlicher Erreichbarkeit. Die Isochronen 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 Isochronen 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 Isochron-Linien 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:

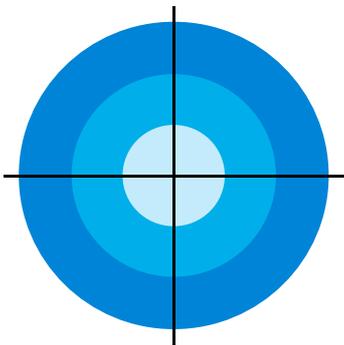


Abb. 13 Isochrone auf gleichmäßiger horizontaler Fläche

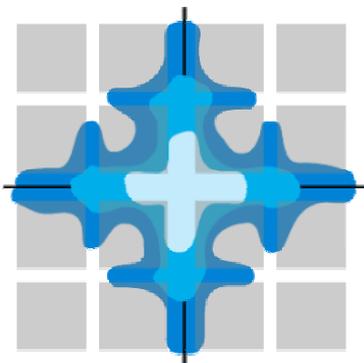


Abb. 14 Isochrone in rasterförmig bebautem Gebiet

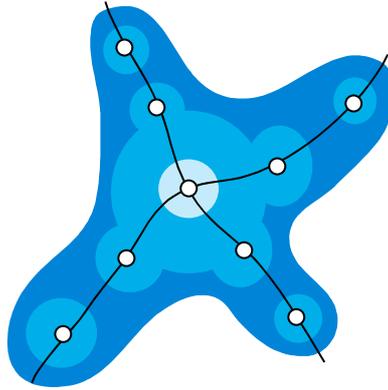


Abb. 15 Isochrone in Gebiet mit U-bahn Linien

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz

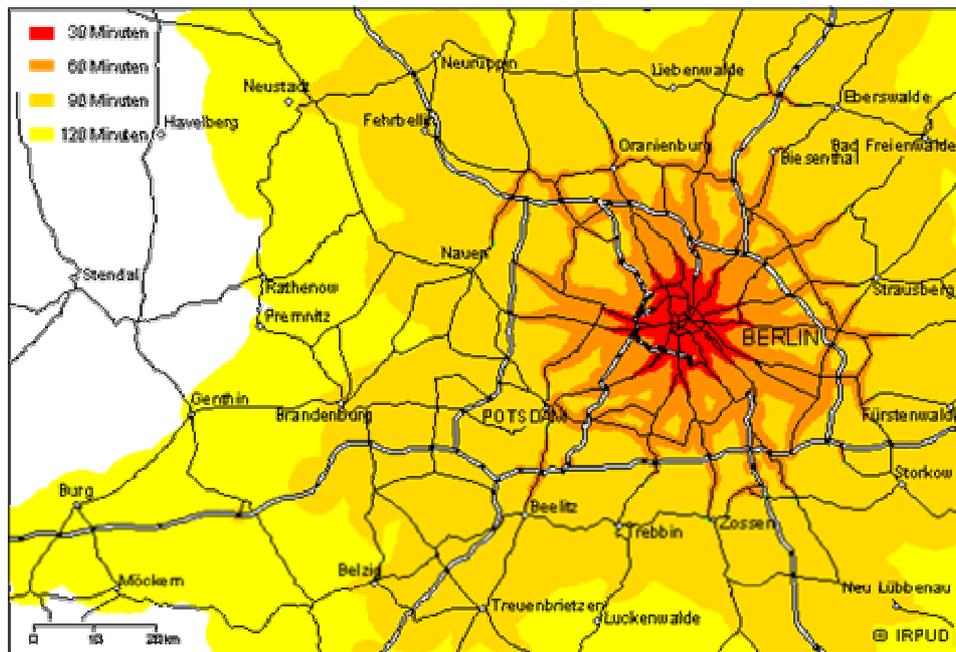


Abb. 16 Reisezeitisochronen im Straßennetz (Nahbereich) © 1999 Carsten Schürmann, IRPUD

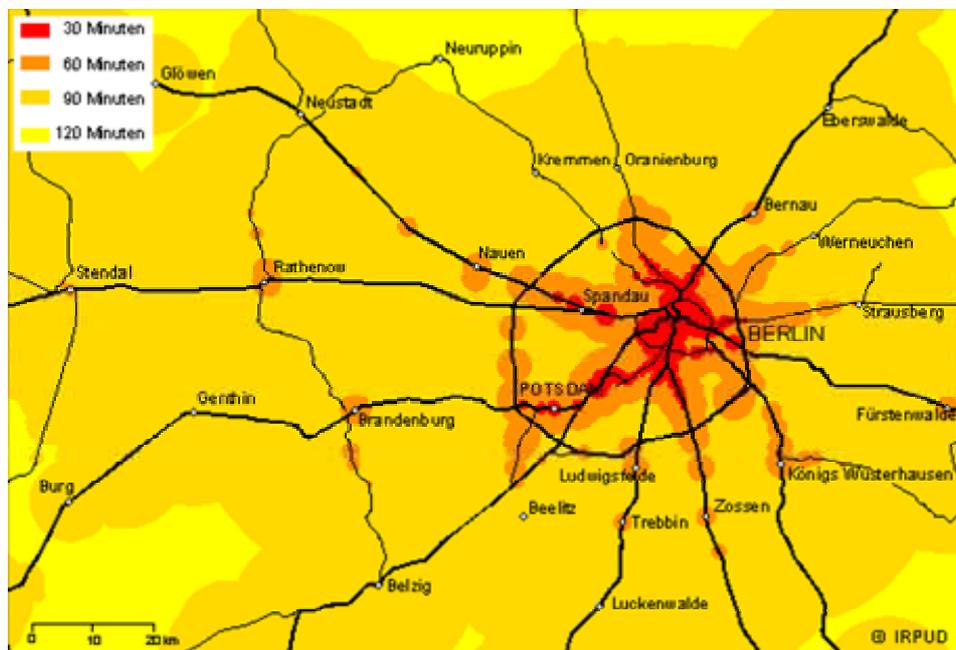


Abb. 17 Reisezeitisochronen im Eisenbahnnetz (Nahbereich), © 1999 Carsten Schürmann, IRPUD

6.1.4 Darstellung der Geschwindigkeitsverteilung mittels Isotachen

Ein Problem der Isochronen-Karten, die Zentrierung auf einen gemeinsamen Ursprung, lässt sich durch die Verwendung von Isotachen umgehen. Isotachen 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 Isochronen Karten mit unterschiedlichen Ursprungspunkten, lässt sich daraus die räumliche Geschwindigkeitsverteilung als Annäherung berechnen. Aus einer Isotachen Karte wiederum können Isochronenkarten mit beliebigem Ursprung abgeleitet werden.

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

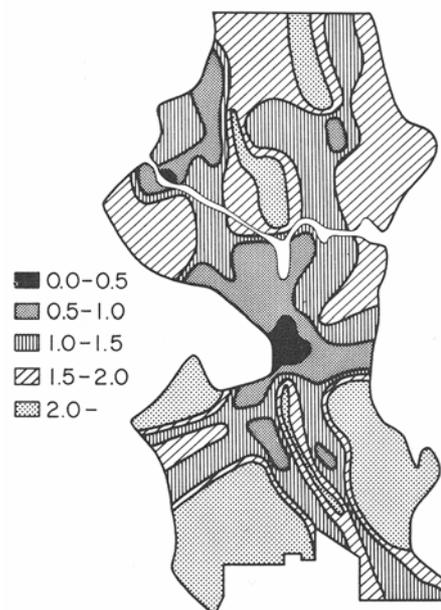


Abb. 18 Seattle Isotachen Karte - Traffic Engineering Division, City of Seattle, and William Bunge. aus [ABLER et al.,1973]

6.1.5 Thematische Karten als Verzerrungs-kartogramme

Kartogramme oder *kartographische Anamorphosen* sind geographische Karten die für die Darstellung nicht-geographische 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 Wertebereiche 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.

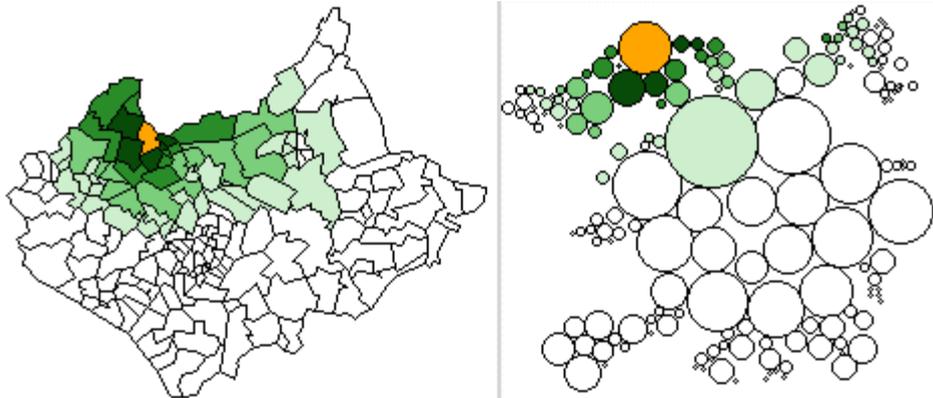


Abb. 19 Choroplethenkarte und nichtzusammenhängendes Kartogramm

<http://www.mimas.ac.uk/argus/ICA/J.Dykes/3.3.html>

Zusammenhängende Kartogramme hingegen erhalten die Kontinuität des Raumes. Die Darstellung erscheint wie auf einem unendlich dehnbaren Gummituch gezeichnet. Die lokale Dichte des betrachteten Parameters wirkt darauf als eine dehrende Kraft.

Verschiedene Algorithmen zur Erzeugung zusammenhängender Kartographischer Darstellung, nach Kocmoud

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.

Game of Life (Dorling, 1995)

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 verschiedene constraints dafür, daß die dem Betrachter vertraute Form (*shape*) der dargestellten Raumeinheit (Bundesstaat, Distrikt...) erhalten bleibt, und die Karte so verständlich bleibt.

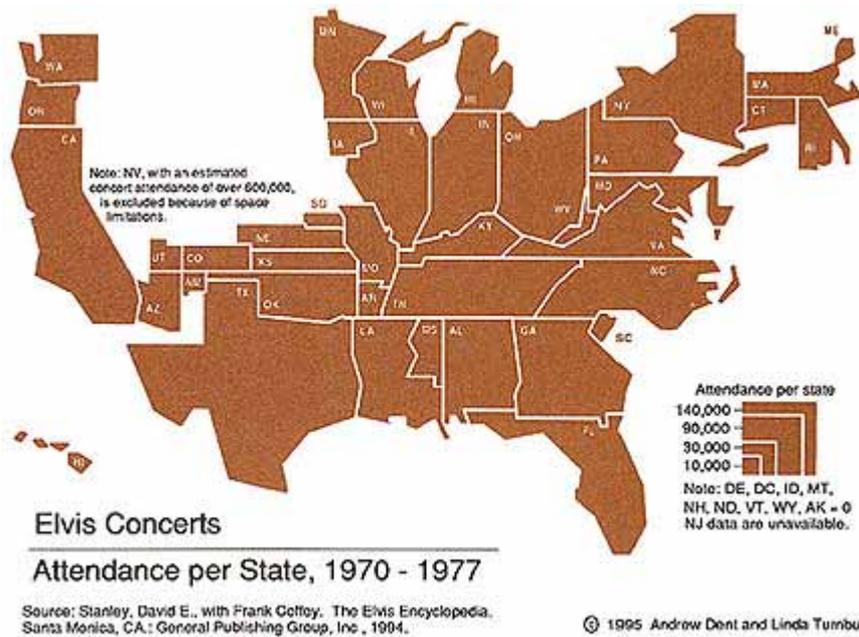


Abb. 20

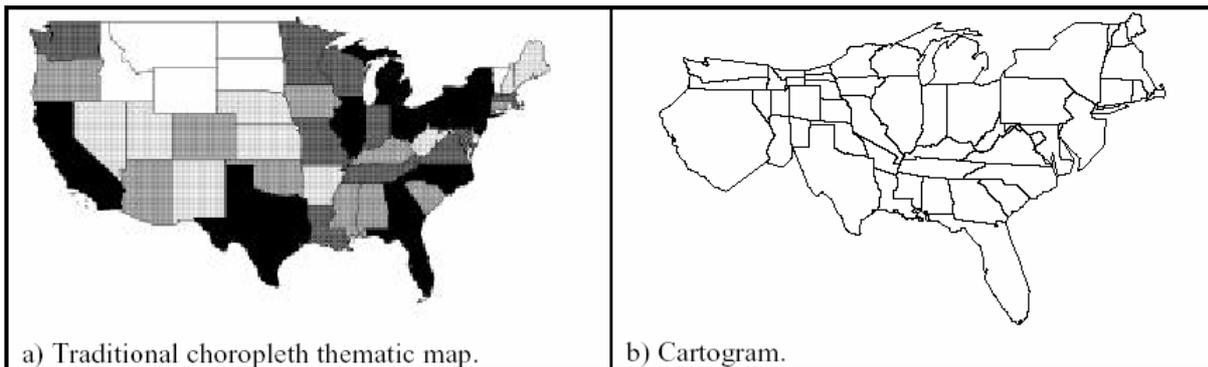


Abb. 21 Bevölkerungszahl: Choropleth Karte vs. Kartogramm [Kocmoud,1997]

6.1.6 Die Transformation von Isochronenkarten in den Relativraum

Verwendet man Zeiteinheiten als Maßstab einer Darstellung von Isochronen Karten 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 versuchen, 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 gehen verloren, sie erscheinen „umgestülpt“

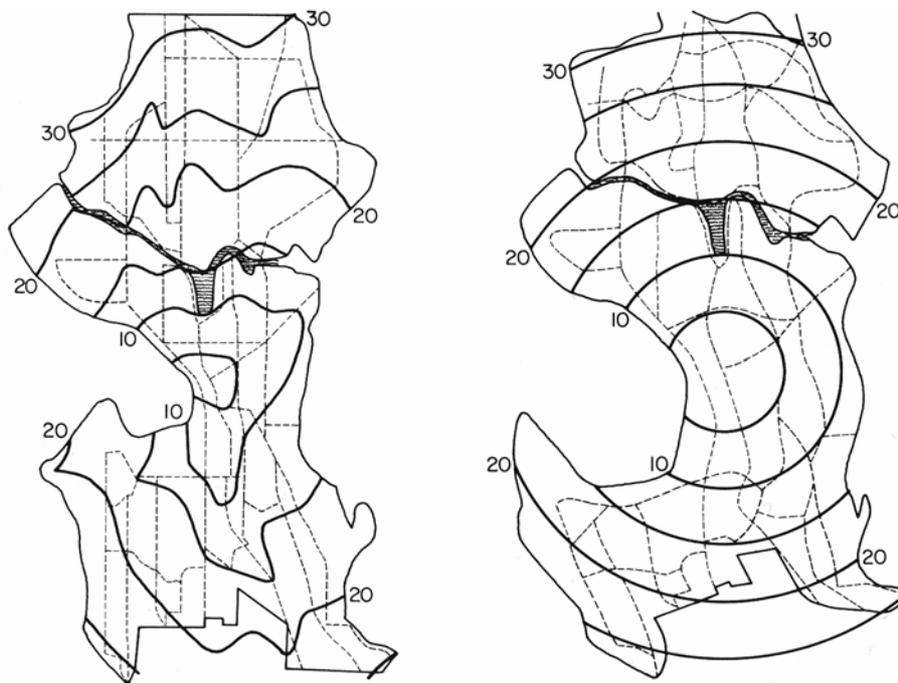


Abb. 22 Seattle Isochrone ausgehen vom Central Business District im topographischen Raum und im zeitbezogenen Relativraum - traffic engineering division, city of seattle, and william bunge. aus [ABLER et al., 1973:S79]

6.1.7 Die 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 Darstellung 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 Straßennetz 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:

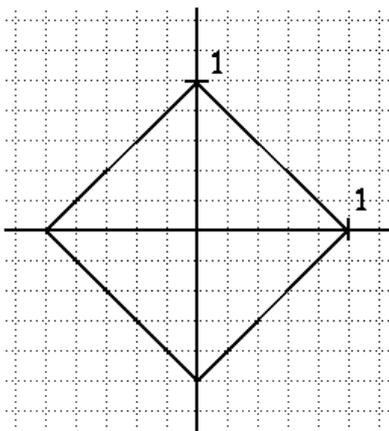


Abb. 23 ein Kreis in der Taxicab Geometrie

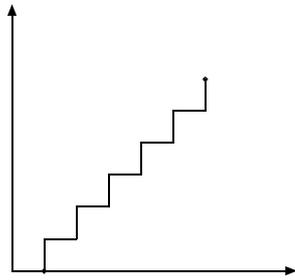


Abb. 24 eine Diagonale in Taxicab Geometrie

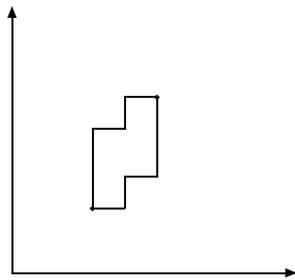


Abb. 25 ein mögliches Zweieck in der Taxicab Geometrie

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

vgl. [Gardner, 1997]

6.2 Informationsvisualisierung

Nicht-Isotropische Raummodelle wurden in den letzten 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-isotropische Darstellungsmodelle hingegen konzentrieren sich darauf, komplexe und unübersichtliche Datensätze als ganzes darzustellen und gleichzeitig bestimmte Gebiete hervorheben zu können.

6.2.1 Hyperbolischer Raum

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

Der Hyperbolische Raum macht sich Eigenschaft der hyperbolischen Geometrie, einer nicht-euklidischen Geometrie zunutze. In der hyperbolischen Geometrie können zu einer Geraden unendlich viele Parallelen durch einen Punkt außerhalb der Geraden gelegt werden, Dreiecke besitzen eine Winkelsumme größer als 180° .

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.

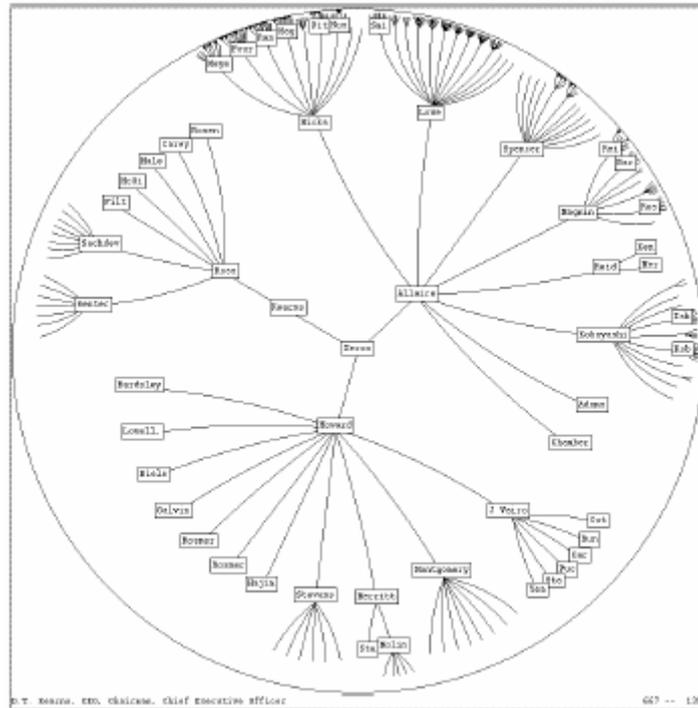


Abb. 26 Darstellung einer Baumstruktur in der Hyperbolischen Ebene. aus [Lamping et al.:1995]

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 unendliche 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 komplexen Raummodells visuell als erstaunlich leicht zugänglich – es entsteht sich der Eindruck, der an einen Blick durch eine starke Fisheye Linse erinnert.

vgl. [Lamping et al.:1994]

6.2.2 Non-Linear Magnification

Auch hier ist das Grundprinzip die gleichzeitige Darstellung eines stark vergrößernden Fokuspunktes und des Kontext 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]

6.2.3 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 *shading* Techniken eingesetzt, die einen Licht / Schattenverlauf auf der verzerrten Oberfläche darstellen.

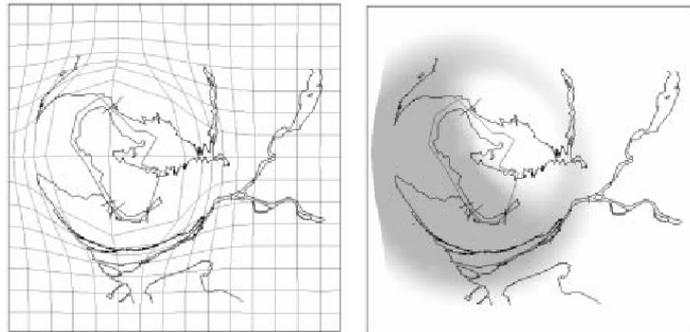


Abb. 27 Carpendale et. al 3-Dimensional Pliable Surfaces: For the Effective Presentation of Visual Information

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]

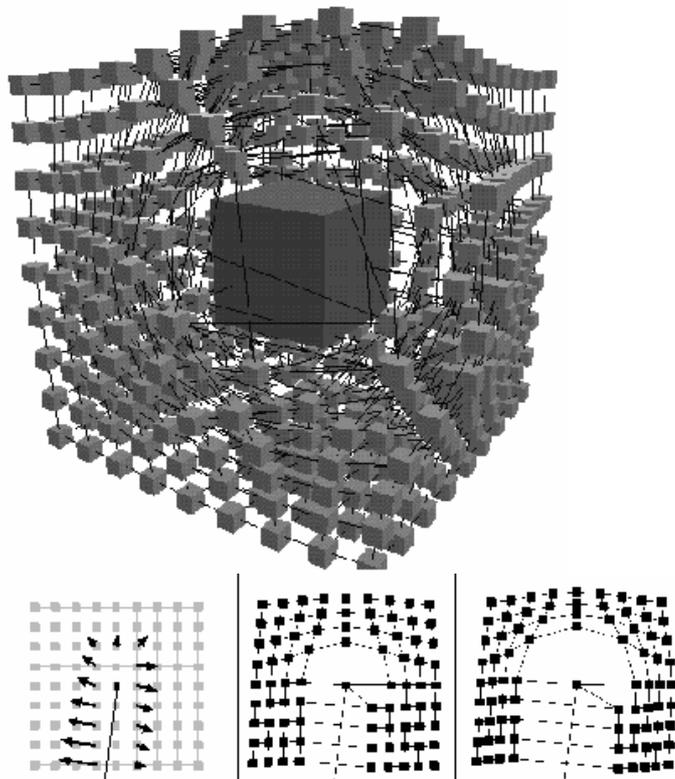


Abb. 28 Carpendale et. al Distortion Viewing Techniques for 3-Dimensional Data aus [Carpendale et al., 1996]

6.3 Kunst

6.3.1 Situationisten

Prägten den Begriff der Psychogeographie, 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]

6.3.2 Richard Long

Der britische bildende Künstler beschäftigte sich in seinen *“walking projects”* ebenfalls mit dem persönlichen, subjektiven Erforschen einer an sich bekannten Gegend. Mehrtägige Fußmärsche bilden die Grundlage dieser kartographischen Tätigkeit. Im Gegensatz zu den Situationisten, die das gewohnte Bild des geographischen Raumes auflösen und nach subjektiven Kriterien neu zusammensetzen, geht 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 entscheiden.

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]
]

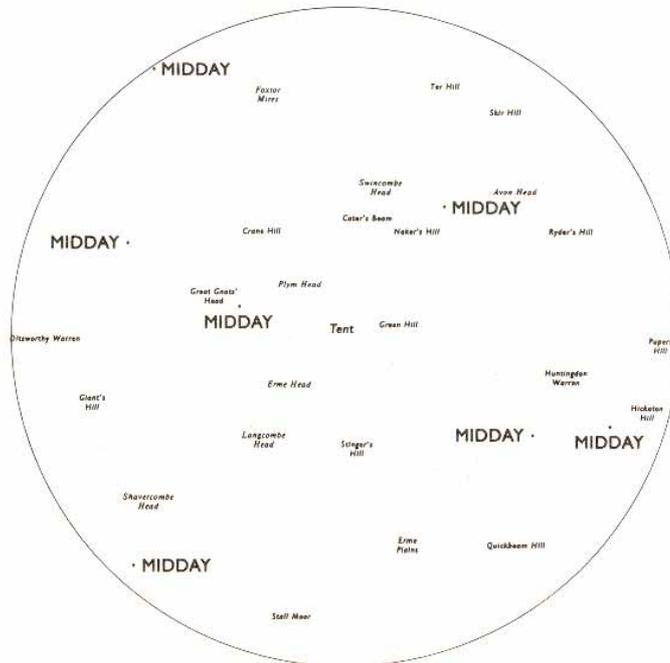


Abb. 30 A seven day circle of ground... – Richard Long (Ausschnitt) aus [Corner, 1996:S234]

6.3.3 Masaki Fujihata

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

Mt.Fuji Project (1995)

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 des Berges 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. 31 Quelle: <http://www.c3.hu/~masaki/proposal/>

In seinen Videoinstallationen wie *Impressing Velocity* beschäftigt sich Fujihata ebenfalls mit dem 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.

7 Vorgeschlagene Modelle

Die im Folgenden vorgeschlagenen Darstellungsmodelle behandeln das in den bisherigen Kapiteln beschriebene Prinzip des Relativraums. Sie beleuchten die Unterschiede und zeigen die Vorteile gegenüber traditionellen Darstellungsformen auf.

Zeit-räumliche Veränderungen lassen sich in expliziter Weise durch Animation darstellen. Animation ist momentan auch die bevorzugte Darstellungsweise in Temporal GIS Systemen.

Die Visualisierung durch Virtual Environments ermöglicht Interaktivität, was den Vorteil hat, dass die Modelle auf das Verhalten des Betrachters reagieren und sich ihre Darstellungsweise dynamisch verändert.

Die Interaktivität beschränkt sich allerdings nicht auf Navigation oder auf die Manipulation von Objekten des Environments, vielmehr verändert sich die Raumstruktur selbst.

Im Gegensatz zu den herkömmlichen Ansätzen wird hier die Rolle des Betrachters / Benutzers deutlich.

Die Schwierigkeit gegenüber den im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Berechnungsmethoden für Kartogramme besteht darin, ein konsistentes und widerspruchsfreies Raummodell zu finden, das einfach genug ist, um in Echtzeit berechnet und dargestellt werden zu können.

7.1.1 Allgemeine Ziele und Kriterien

Erkennbarkeit, Gestalt: Wichtiges Kriterium 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 Absolutraum benachbarte Gebiete sollen auch im Relativraum aneinander anschließen, ohne sich zu überschneiden. Im Absolutraum gerade Wegstrecken sollen im Relativraum keine Schlaufen bilden oder zu stark gefaltet erscheinen.

Dies wird durch verschiedene Arten von *shape constraints*, also durch Beschränkung der Freiheitsgrade der Formveränderung und das gezielte Formu-

lieren von Einschränkungen und Hindernissen, die den Verlust der erkennbaren Gestalt verhindern, ohne die Richtigkeit des Ergebnisses zu stark zu verfälschen.

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

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.

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.

7.1.2 Kräfteanalogie – Physikalisches System

Um die Raumstruktur des Netzwerkes zu verändern bedarf es der Einführung formbildender Kräfte. Jeder variablen Distanz wird eine Kraft zugeordnet, die zu einer Änderung der Distanz entsprechend der jeweiligen Zieldistanz führt. Versuche zeigten, dass eine allmähliche Annäherung an die Zieldistanz zu einem besseren Ergebnis in Bezug auf die Formhaltung des gesamten Systems führt als eine plötzliche Änderung.

In einer frühen Version wurde zur Verformung entsprechend der Zieldistanzen ein physikalisches Federsystem verwendet. Jeder Distanz wurde eine Federkraft zugeordnet, wobei die Ruhelänge der Federgleichung als Zieldistanz gesetzt wurde.

Dabei wurde in

$$F_k = k(l-z_0)$$

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 Form 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, wie er beim Feder-Masse System auftritt. Unterschiedliche Dämpfungsfaktoren erlauben es auch, formverändernden Einflüsse der die verschiedenen Constraints unterschiedlich zu gewichten.

7.1.3 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.

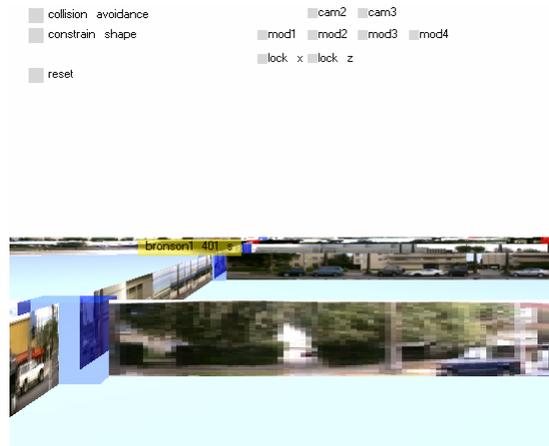


Abb. 32 Screenshot eines der entwickelten Environments

7.1.4 Verwendete Software

Die Virtual Environments wurden mit Virtools dev entwickelt. Es handelt sich dabei um ein Authoring System für Echtzeit 3D Applikationen, das ein eigenes System der Graphischen Programmierung das das *Boxes and Wires* Paradigma verwendet.

Die Graphische Programmierung ist Objekt-orientiert, jedem logischen Objekt können ein- oder mehrere Skripts zugeordnet werden, die parallel abgearbeitet werden und miteinander Informationen austauschen können.

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz

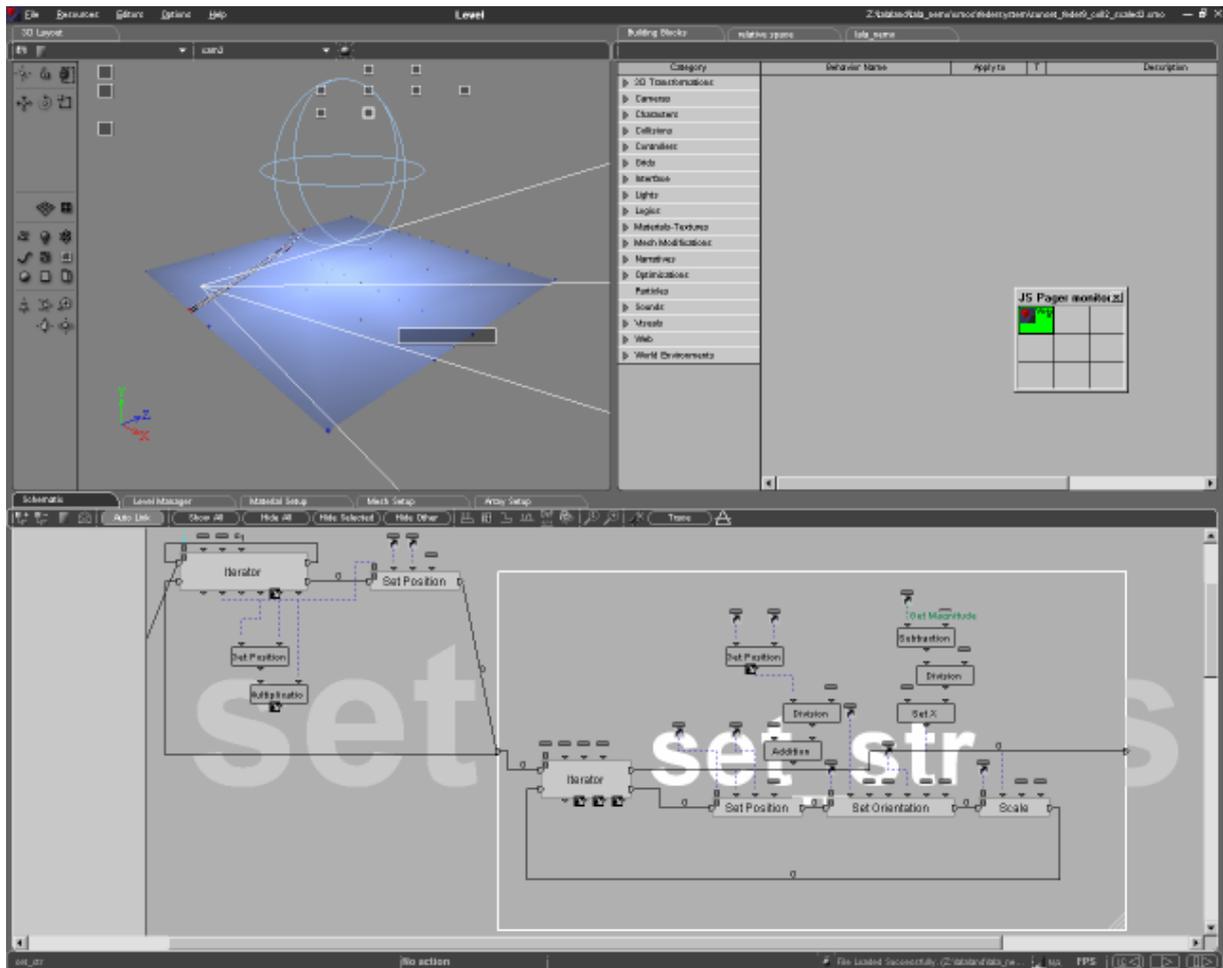


Abb. 33 - Screenshot von Virtools Dev

7.2 Videomapping



Abb. 34 Pasadena Fwy

Die Untersuchung relativer, insbesondere zeitlicher Distanzen in städtischen Umgebung macht die Be-

trachtung weiträumiger Gebiete notwendig. Daraus entsteht ein Problem bei der Verfügbarkeit passender Datenquellen. Das untersuchte Gebiet ist meist zu groß für eine genaue und vollständige Bestandsaufnahme vor Ort. Andererseits sind statistische Daten wie Zensusdaten oder Verkehrsanalysen für diesen Maßstab zu ungenau. Genaue Stadtkarten, die Gebäudeumrisse sowie Informationen über Nutzung etc. enthalten, sind für Los Angeles nicht verfügbar.

Aus diesen Gründen wurde mit Videoaufzeichnung eine nahe liegende visuelle Methode angewandt, die anschaulich ein Image des gesamten untersuchten Gebietes sowie Information über Wegzeitdistanzen liefert.

Die Grundeigenschaft des Films 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. Bei der Verwendung von Videoaufzeichnung geht diese unmittelbare Anschaulichkeit des Materials zunächst verloren. Ziel des ersten Modells ist es daher, diese Eigenschaft des Films auch auf Videomaterial zu übertragen und als Messinstrument für zeitliche Distanzen zu verwenden. Um dies zu erreichen, werden Teile der Videoeinzelnbilder nach verschiedenen Methoden zu zusammenhängenden Bildstreifen kombiniert.

7.2.1 Datenquellen und Methoden

Verwendet wurden Videoaufnahmen in 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 Weitwinkellinse verwendet. Um möglichst detaillierte Einzelbilder zu bekommen wurde mit progressiven Fields gefilmt, also in der Vollbildauflösung von 720x576 D1-PAL mit 25 fps.

7.2.2 Sequentielle Aneinanderreihung der zentralen Bildsegmente

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 / sec beschränkt ist, ist hingegen eine gewisse Mindestbreite der Streifen notwendig, um ein lückenloses Bild 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.

7.2.3 Sequentielle Aneinanderreihung vertikaler Anpassung

Statt der einfachen Aneinanderreihung wurde ein Image-Mosaicing Programm eingesetzt, das üblicherweise zum Herstellen von Panoramabildern aus einer Reihe von Einzelbildern verwendet wird. Dabei ist eine 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.

7.2.4 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]

7.3 Zweidimensionales Wegenetz

Nachdem mit der Videonotation verschiedene Möglichkeiten untersucht wurden, relative (Wegzeit-)distanzen graphisch darzustellen, gilt es nun, ein System aus relativen Distanzen räumlich darzustellen. Wegzeitdistanzen sind lineare Parameter, die Darstellung des untersuchten Gebietes als Netzwerk aus Wegen und Knoten liegt nahe. Wegekreuzungen werden als Knoten repräsentiert, zwischen ihnen kann die Wegzeit als variable, relative Distanz eingetragen werden.

Aus dem Stadtgebiet wurden zur näheren Untersuchung quadratische Felder (Quads) von $\frac{1}{2}$ Meile Seitenlänge nach folgenden Kriterien ausgewählt:

Die vollständige Geschwindigkeits- Hierarchie unterschiedlicher Verkehrsflächen sollte präsent sein: Das Gebiet enthält Freeways, Freewayauffahrten, Highways, secondary Highways, Siedlungsstrassen, Alleys, Parkplatzflächen, Fußgängerbereiche etc ...

7.3.1 Datenquellen

Die Darstellung greift primär auf vor Ort durchgeführte Messungen zurück. Diese Messungen umfassen Videos von beiden Strassenseiten entlang der meisten befahrbaren Wege, die Messung der Ampelphasen zu einer bestimmten Tageszeit mittels Stoppuhr und Aufnahmen der ausgewiesenen Geschwindigkeitsbeschränkungen. Aus den Videos konnte die tatsächliche Fahrzeit für jeden Abschnitt ermittelt werden.

Planmaterial wurde online vom GIS-Server der Stadtverwaltung Los Angeles bezogen.⁸

Als weitere visuelle Referenz wurde ein Luftbild der betreffenden Gebiete online bezogen.⁹



Abb. 37 Videomapping Hollywood Blvd., Nordseite

7.3.2 Berechnungsmodell

Das untersuchte Gebiet wird als räumliches Wegenetz mit Knoten und Kanten definierter Länge repräsentiert. Die Topologie des Netzwerkes bleibt invariant, die Distanzen zwischen den Knoten werden als variabel betrachtet – für jede Teilstrecke im Netzwerk kann je nach Rechenmodell eine relativräumliche Zieldistanz angegeben werden.

Durch iteratives sich-annähern bzw. Auseinanderrücken der Knotenpunkte reagiert das Modell auf Änderungen der Zieldistanz. Eine Formveränderung und damit Positionsänderung der Knotenpunkte tritt ein, bis die aktuellen Kantenlängen im Netzwerk den Zieldistanzen entsprechen. Ein zeitlicher Dämpfungsfaktor bestimmt die Geschwindigkeit dieser Formveränderung. Dadurch können zu starke Deformationen, wie sie durch abrupte Distanzänderungen auftreten können, abgefangen werden und eine möglichst regelmäßige Form des Netzwerkes erzielt werden.

⁸ <http://navigatela.lacity.org>

⁹ <http://teraserver.microsoft.com/default.asp>

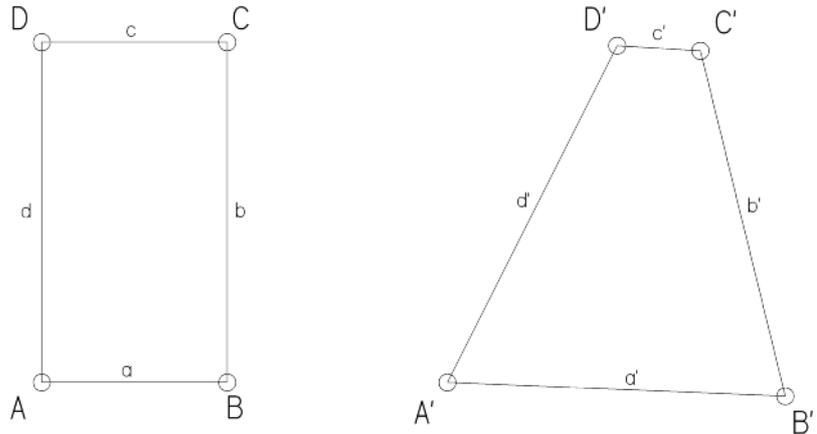


Abb. 38 links: Netzwerk mit absoluten Distanzen **a** bis **d**
rechts: Netzwerk mit relativen Distanzen **a'** bis **d'**: durch deren Größe wird die Lage der Punkte **A' – D'** bestimmt.

7.3.3 Implementierung



Abb. 39 Ausgangspunkt - Knoten- und Kantenobjekte

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. Weitere Spalten stehen für die Berechnung relativer Distanzen zur Verfügung.

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 ermitteln.

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.

v = max. Geschwindigkeit
 f = Rotphase / Grünphase incl. Gelb
 d = Streckenabschnittslänge

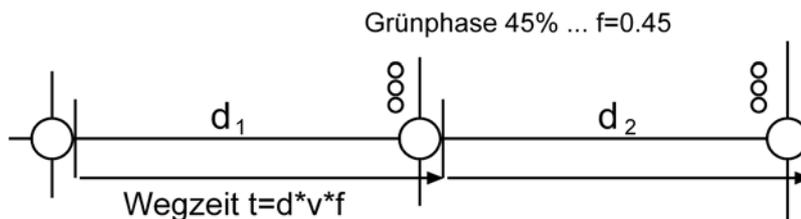


Abb. 40 Berechnung der Wegzeitdistanz

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 in die gewünschte Zieldistanz zueinander gebracht, wobei dies nicht auf einmal erfolgt sondern mit einer über eine Variable bestimmten zeitlichen Verzögerung.

Einfügen von nicht aktiven Knoten: Wegstrecken, über die keine Daten verfügbar sind, 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 momenta-

nen Distanz der Knotenobjekte wird das Kantenobjekt so skaliert, dass es an die Knotenobjekte anschließt.

Einschränkungen: 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.

Constraints: zum Erhalt der Lesbarkeit der Repräsentation wurden eine Reihe von Constraints implementiert, die auf die Größen der dargestellten relativen Distanzen möglichst keinen Einfluss ausüben.

Shape Constraint: übt eine streckende Kraft auf frei wählbare Wege aus. Diese bewirkt, dass diese, Zusammengesetzt aus Teilstrecken, zusammen eher eine gerade Linie einnimmt. Dieses Constraint kann zu leichten Ungenauigkeiten in der Darstellung der Zieldistanzen führen, da eine neue Kraft ins System eingebracht wird, die allerdings dynamisch so angepasst wird, dass sie an der Zieldistanz nichts ändert. Das Constraint ist sehr wirksam, um Selbstüberschneidung und zu starke Faltung der Geometrie zu verhindern.

Sperrungen von Achsenrichtungen

Y-lock: Erlaubt nur ebene Netzwerktopologien durch Setzen der y Koordinate der Knotenpunkte auf 0 (Anm. im verwendeten amerikanischen links- händigen System zeigt die y-Achse nach oben)

X-lock: für einen Straßenzug wird die x- Koordinate auf 0 gesetzt und der Straßenzug als gerade Linie definiert.

Z-lock: für einen zweiten Straßenzug wird die z- Koordinate auf 0 gesetzt und der Straßenzug als gerade Linie definiert, orthogonal zum ersten Straßenzug.

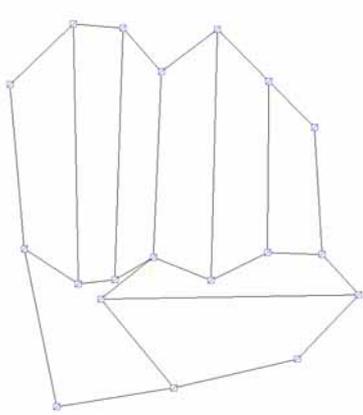


Abb. 41 ohne Constraints

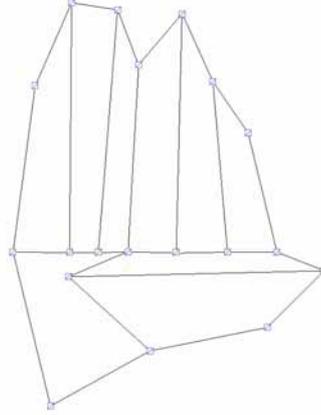


Abb. 42 mit Z-Constraint

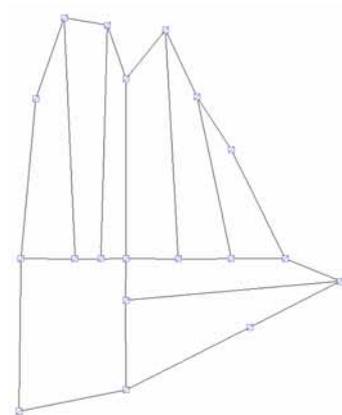


Abb. 43 mit ZX-Constraint

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

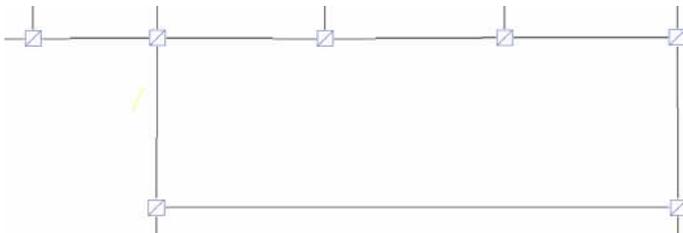


Abb. 44 unverformtes Ausgangsnetz

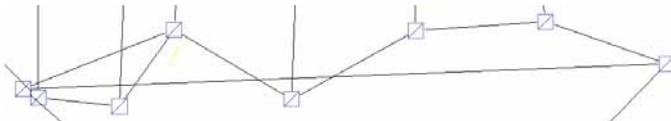


Abb. 45 ohne Kollisionsvermeidung

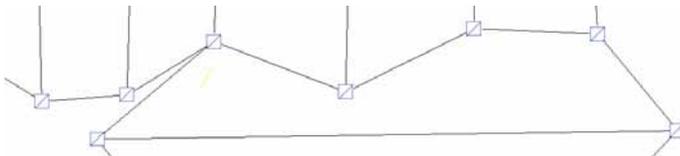


Abb. 46 mit Kollisionsvermeidung

7.4 Dreidimensionales Wegenetz

Der nächste Schritt bestand in der dreidimensionalen Formulierung des linearen Wegenetzes.

Je nach Verteilung der Zieldistanzen können Zustände auftreten, die sich im zweidimensionalen System nicht lösen 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 stimmen allerdings auch die Zieldistanzen nicht mehr.

Durch den hinzugekommenen Freiheitsgrad werden solche widersprüchlichen Situationen lösbar, es wächst allerdings auch die Bandbreite der der möglichen Formen, die das Netzwerk annehmen kann, ins Unbegrenzte. Daher ist es auch notwendig, weitere Überlegungen in die geschickte 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 Wegzeitdistanzen im Laufe eines Tages großen Varianzen unterworfen sind.

7.4.1 Datenquellen

Von jeder Richtungsfahrbahn, Auffahrtsrampe und Überleitung wurden Videomappings angefertigt, wobei die Kamera vom Fahrer aus gesehen nach links gerichtet ist.

Aus den Videomappings 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.¹⁰

Als zusätzliche Referenz beim Modellieren der Grundgeometrie wurde ein Luftbild des betrachteten Gebietes verwendet, das aus dem Online-Archiv des Terraservers stammt.¹¹

¹⁰ thomas guide...

¹¹ <http://terraserver.microsoft.com/default.asp>



Abb. 47 Luftaufnahme des Autobahnkreuzes

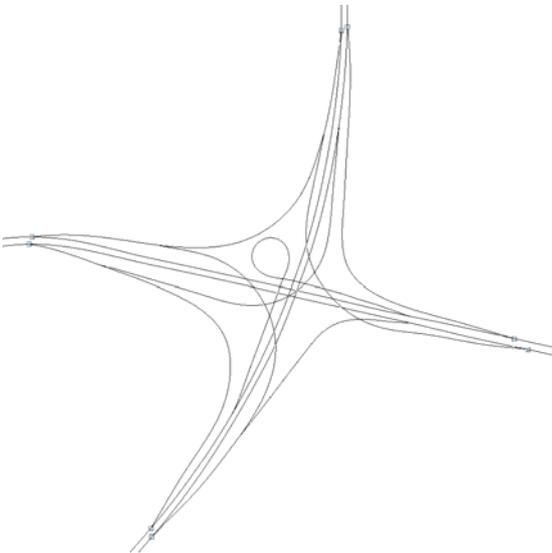


Abb. 48 Grundgeometrie des Environments

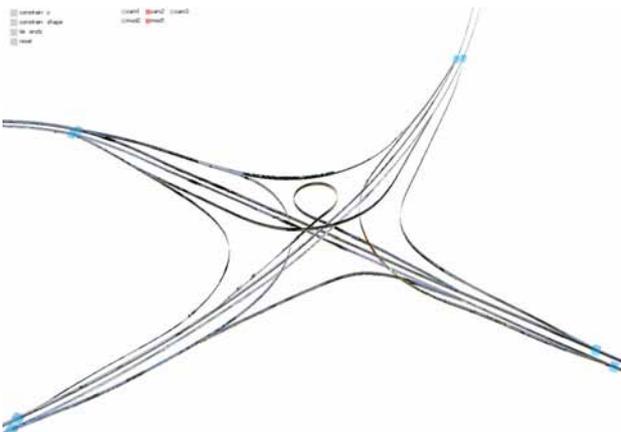


Abb. 49 Screenshot des Environments

7.4.2 Besonderheiten der 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 zu halten, um die Verständlichkeit der Darstellung zu erhalten. Dabei wird versucht die beiden Knotenpunkte in konstanter Distanz zueinander zu halten.

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 möglichst nahe ihrer ursprünglichen Lage zurück streben lässt.

Y-Constraint: diese Einschränkung fixiert die Knotenpunkte auf ihrer ursprünglichen vertikalen Höhe. Das System wird quasi-zweidimensional, da die Knotenobjekte ihre vertikale Lage nicht mehr verändern können, sich aber auf unterschiedlicher vertikaler Lage befinden.

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



Abb. 50 Goalshape Constraint



Abb. 51 Y-Constraint

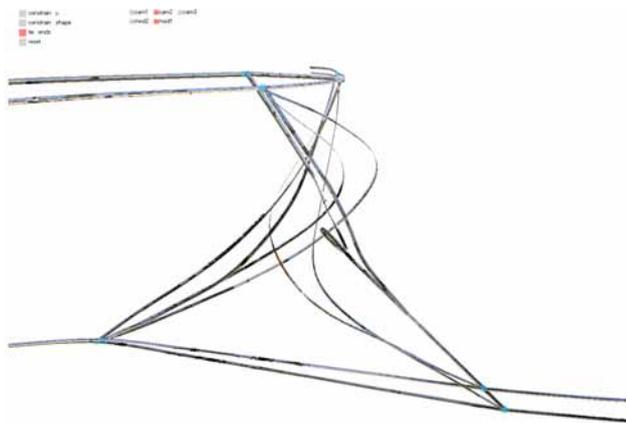


Abb. 52 Tie Ends Constraint

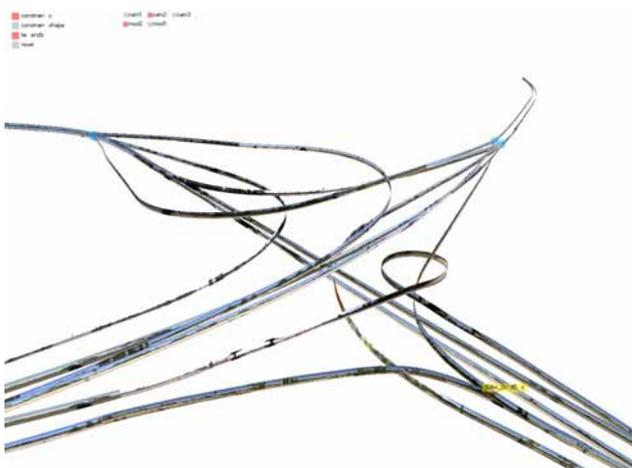


Abb. 53 Tie Ends + Y-Constraint

7.4.3 Diskussion

Die beiden Modelle ist besonders anschaulich durch die regelmäßige Struktur des untersuchten Gebietes. Widererkennbarkeit des Gebiets konnte durch dessen einfache Gestalt und die Verwendung von Constraints gewahrt bleiben

Schwierig hingegen bei unregelmäßigen Stadtgrundrissen mit kurvigen Strassen – oder komplexen Wegenetz.

Darstellung ist nicht- zentriert, der Betrachter kann lokalen Einfluss versch. auf Wegzeit abschätzen.

Darstellung ist auf 2 Dimensionen beschränkt, die dritte Dimension bleibt hier ungenützt.

7.5 Hügelmodell

Das Phänomen der Asymmetrie zeitlicher Distanzen wurde schon beschrieben¹². Diese Eigenschaft wurde in den bisherigen Modellen noch nicht berücksichtigt. Es konnten Zeitdistanzen in nur jeweils eine Bewegungsrichtung dargestellt werden.

Es muss eine neue Darstellungsmetapher für die Wegzeitdifferenz gefunden werden. Eine nahe liegende Möglichkeit wäre es, Asymmetrie als Geländesteigung darzustellen. Ist die mögliche Bewegungsgeschwindigkeit in entgegenkommender Richtung höher, ließe sich dies mit dem Erklimmen eines Berges vergleichen.

Auf diese Art besteht die Möglichkeit, das Verhältnis der Wegzeiten von Hin- und Rückweg gleichzeitig darzustellen. Der städtische Raum wird wieder als Wegenetz betrachtet, in dem jeder Wegstrecke zwei Wegzeitdistanzen zugeordnet sind. Für jeden Wegabschnitt 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 ver-

¹² siehe Kapitel Relativraum S....

bunden werden können, ergeben sich Mehrdeutigkeiten – einem Knoten sind mehrere Höhenwerte zugewiesen. Möglich sind auch Wegschleifen, die in je nach Umlaufrichtung unterschiedliche Wegzeiten aufweisen.

7.5.1 Datenquellen und Berechnungsmodell

Für das erste Beispiel wurden Vorortmessungen der Ampelphasen und der Geschwindigkeitslimits verwendet. Die Plangeometrie stammt aus dem Online-GIS Modul der Stadtverwaltung¹³, das Luftbild des untersuchten Gebietes online vom terraserver¹⁴

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 Fahrtrichtung nächsten Ampel beeinflusst. Für die Wegzeitlänge desselben Streckenabschnittes sind also je nach Fahrtrichtung zwei verschiedene Ampeln ausschlaggebend.

v = max. Geschwindigkeit
 f = Rotphase / Grünphase inc. Gelb
 d = Streckenabschnittslänge

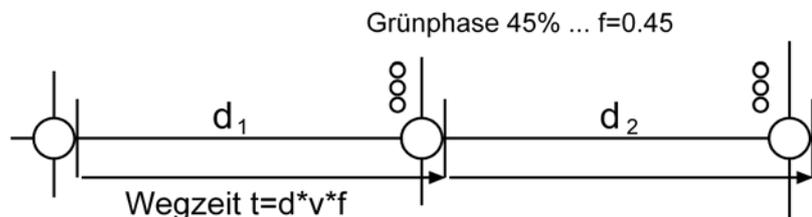


Abb. 56 Berechnung der Wegzeit

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

¹³ <http://navigatela.lacity.org>

¹⁴ <http://terraserver.microsoft.com/default.asp>

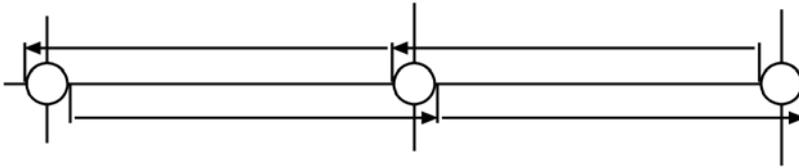


Abb. 57 Aus dem Berechnungsmodell entstehende Asymmetrie

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

Das zweite behandelte Beispiel verwendet zur Darstellung von Wegzeitunterscheiden Datenmaterial vom Automated Traffic Surveillance and Control (**ATSAC**) System¹⁵. 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 Echtzeit Information zur aktuellen Verkehrslage angeboten- für wichtige Strassenabschnitte im Stadtgebiet werden für beide Richtungen momentane Durchschnittsgeschwindigkeiten angegeben.



Abb. 58 ATSAC System

0-10 mph ■ 10-20 mph ■ 20+ mph ■

¹⁵ http://trafficinfo.lacity.org/html/atsac_1.html



Abb. 59 WWW - Ausgabe des ATSAC Systems

Die angegebene Geschwindigkeit 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.

7.5.2 Besonderheiten der Implementierung

In der Umsetzung funktioniert die Darstellung der Wegzeitdifferenzen interaktiv. Der Benutzer wählt Start- und Zielknoten in der Darstellung des Wegenetzes aus. Das System schlägt die kürzeste Route vor, und stellt die sich aus dem Datenmaterial des ATSAC Systems ergebenden Wegzeitdifferenzen dar.

7.5.3 Beispiel Downtown LA

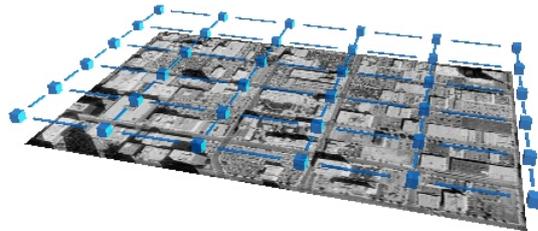
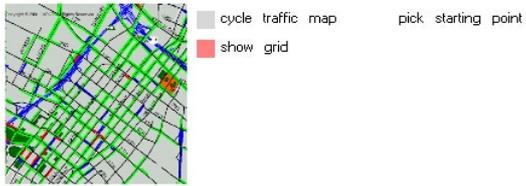


Abb. 60 unverformtes Strassennetz

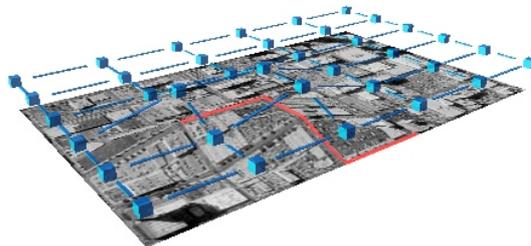
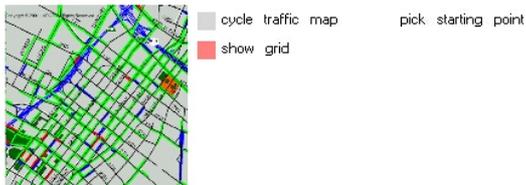


Abb. 61 eine Route wurde gewählt...

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz

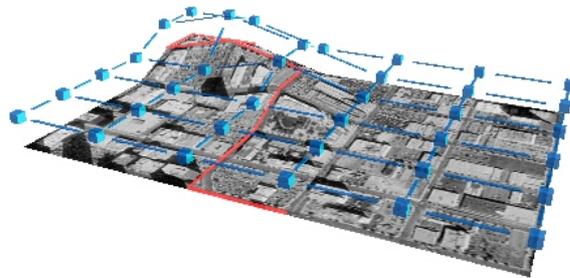
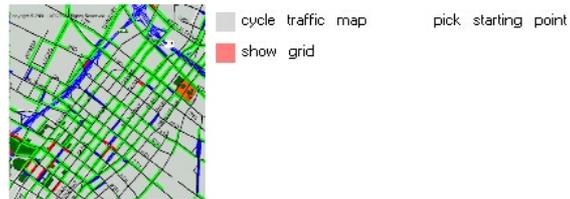


Abb. 62 und die Wegzeitdifferenz entlang dieser Route dargestellt

7.5.4 Beispiel Sherman Oaks

pick starting point

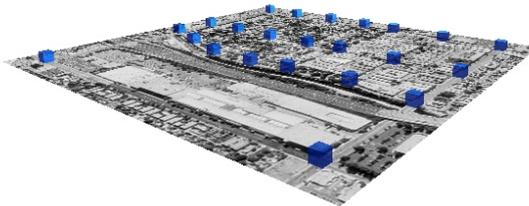


Abb. 63

pick starting point

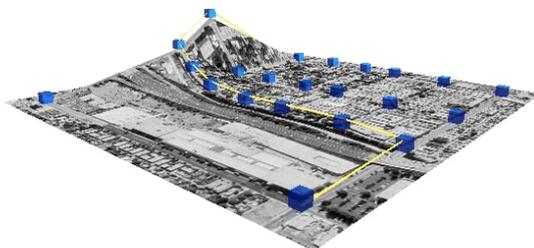


Abb. 64 im Beispiel Sherman Oaks entsteht die Wegzeitasymmetrie durch die Schaltung installierten der Verkehrsampeln

7.5.5 Diskussion

Die Stärke des Modells wird sichtbar, wenn ein größeres Gebiet erfasst und dargestellt wird. Die Eigenschaften von Pendlerwegen werden so besonders gut darstellbar.

7.6 Flächenzellen Modell

Bei den bisherigen Modellen wurde der untersuchte Stadtraum als Wegenetzwerk betrachtet, um lineare Distanzen darzustellen. Zur Darstellung flächenbezogener Parameter wie z.B. Bevölkerungsdichte muss jedoch ein neues Modell formuliert werden.

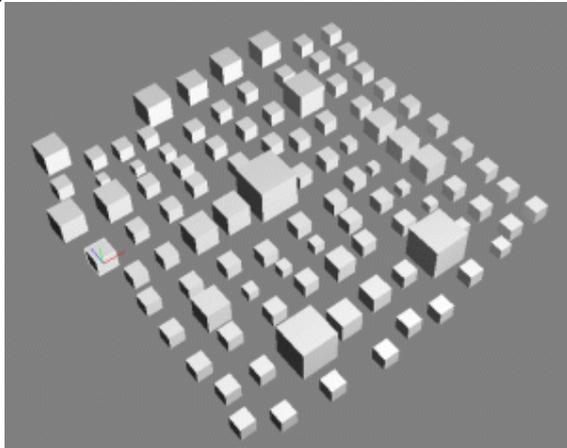


Abb. 65 Flächenzellen-Modell

7.6.1 Berechnungsmodell

Die zu beschreibende Fläche wird hierzu aufgeteilt in diskrete Teilflächen, in Folge Zellen genannt, die in ihrer Ausdehnung variabel sind und dem darzustellenden Parameter zugeordnet werden können.

Ein Hauptproblem stellt die Vermeidung von selbst-überschneidender Geometrie dar. Es soll verhindert werden, dass eine stark gedehnte Zelle in das Gebiet einer benachbarten Zellen eindringt.

Der verwendete Lösungsansatz bestand in der Implementierung von Abstoßungskräften, die jede einzelne Zelle in einen definierten Abstand zu ihren Nachbarzellen bringen.

Die gewünschte Zieldistanz zu jeder der 8 Nachbarzellen wird aus den Skalierungen der Zelle sowie aller Nachbarzellen ermittelt.

Dies geschieht hier linear.

orthogonal
 $D = f(S_1 - S_2)$
f zwischen 0.5 und 1

diagonal
 $S = f \cdot \sqrt{2} \cdot (S_1 - S_2)$
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, etwa um die Lesbarkeit zu erhöhen.

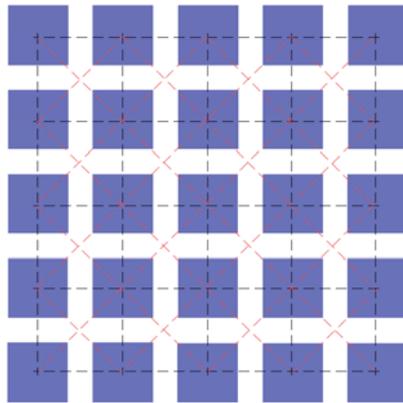


Abb. 66 Ausgangsnetz

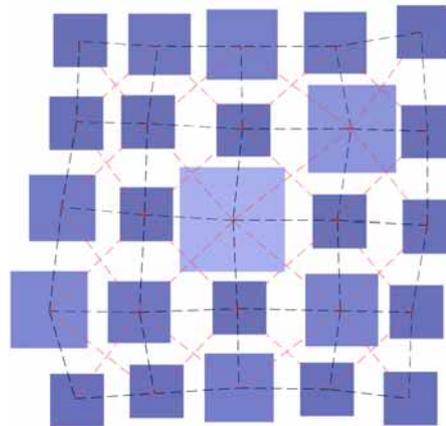


Abb. 67 verformtes Netz mit Abstoßungskräften

7.6.2 Beispiel zum Flächenzellenmodell: Informationsdichte

Das folgende Beispiel betrachtet Stadtraum durch die Brille der lokal vorhandenen Informationsdichte. Das subjektive Gefühl von räumlicher Größe und Entfer-



Abb. 69 Historische Luftaufnahme des untersuchten Gebietes Quelle: [VBI,1972]



Abb. 70 Dasselbe Gebiet in seiner heutigen Gestalt (Herbst 2001)

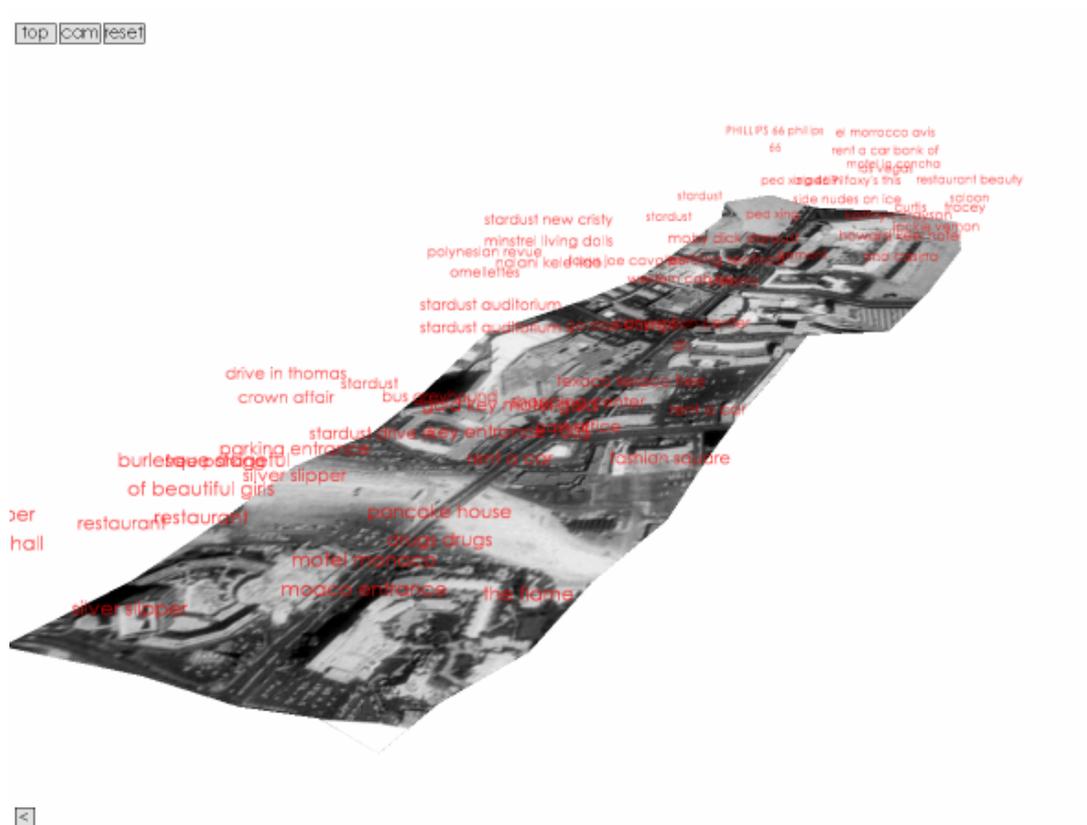


Abb. 72 dieselbe Ansicht wie Abb. 39, jedoch mit ausgeblendeten Zellen

7.6.3 Diskussion

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 linearen Netzwerk Modell, relativ einfach möglich sein. Zum Zeitpunkt der Untersuchung stand dem Verfasser kein dreidimensionaler Datensatz zur Verfügung.

7.7 *v/t* Modell

Gegenstand dieses Visualisierungsmodells ist die räumliche Verteilung von Bewegungsgeschwindigkeiten im Kontext der Stadt. Im Wesentlichen handelt es sich um ein räumliches Zeit / Geschwindigkeitsdiagramm:

$v(t)=s/t$. 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 Geschwindigkeits-Zonen aufgeteilt ist. Dies wird vom motorisierten Stadtbenutzer oft als räumlichen „Entkoppelung“ der einzelnen Bereiche der Stadtlandschaft erlebt. Durch Bereiche unterschiedlicher Geschwindigkeit entstehen verschiedene Wahrnehmungsebenen, die von der übrigen Umgebung als losgelöst erlebt werden.

7.7.1 Datenquellen

Untersucht wurde wiederum das Gebiet Sunset Blvd. / Western Av. Das Datenmaterial dient eher 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.

7.7.2 Berechnungsmodell

Der Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Wegzeit ist als Umformung des Weg / Zeit Diagramms reziprok (siehe Abb. 73)

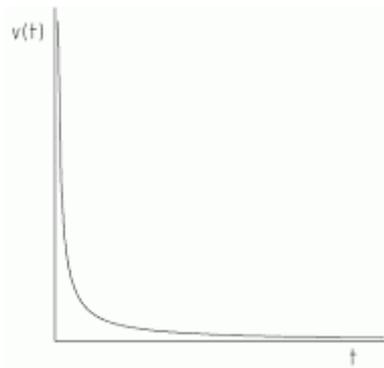


Abb. 74 Zusammenhang zw. Geschwindigkeit und Wegzeit

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. Der Raum löst sich in zusammenhängende Bereiche unterschiedlicher Ausdehnung und vertikaler Höhe auf.

7.7.3 Besonderheiten der 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 verschiebbar, d.h. es kann ihnen interaktiv eine andere Geschwindigkeit zugewiesen werden.

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz

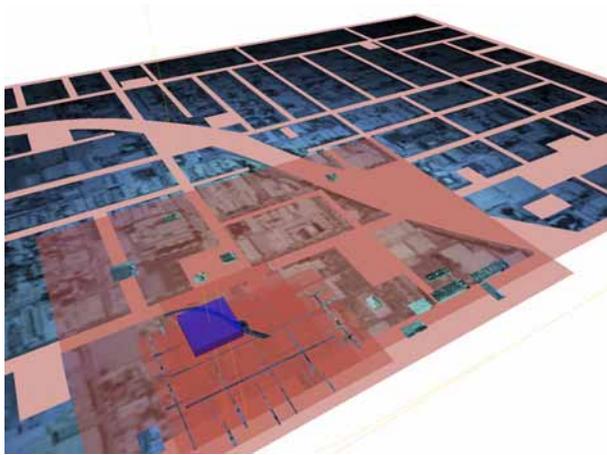


Abb. 75

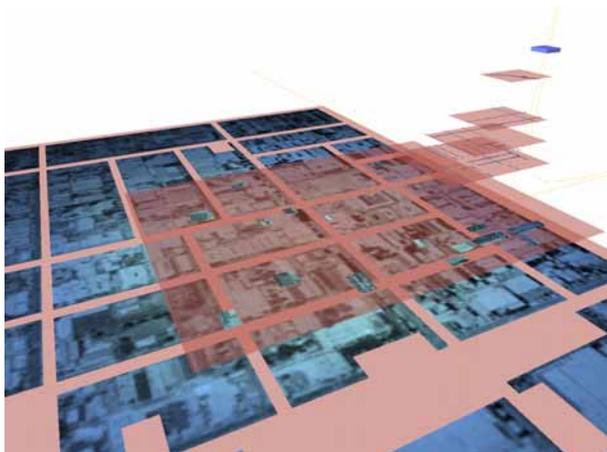


Abb. 76 interaktives Verschieben des Ursprungs

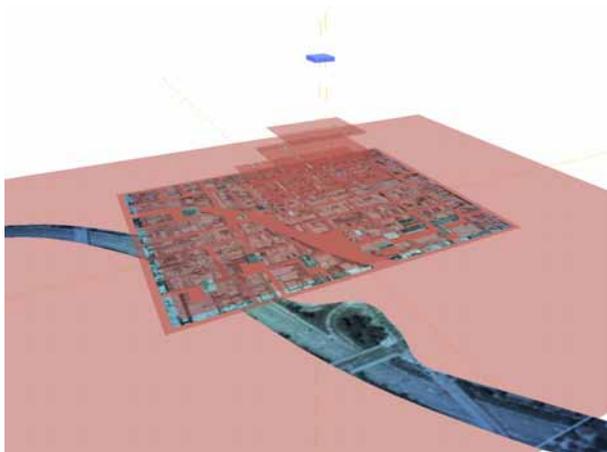


Abb. 77 Stau auf dem Freeway

7.7.4 Diskussion

Datenmaterial von tatsächlichen empirischen Untersuchungen der ortsbezogenen Reisegeschwindigkeiten. Darstellung ist eine Momentaufnahme der Geschwindigkeitssituation. Datensätze, die Geschwindigkeitszonen im Tagesverlauf abbilden, könnten hier zusätzlich als Objektanimation eingesetzt werden. Nachteil in der Implementierung ist die notwendige Vordefiniertheit der Geschwindigkeitsbereiche. Ein stetige Darstellung statt der diskreten Trennung in Bereiche könnte ebenfalls interessant sein.

7.8 *Narrativer Raum*

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

7.8.1 Datenquellen

Ausgangspunkt der Darstellung sind telefonisch erfragte Wegbeschreibungen. Die Gesprächspartner wurden zufällig 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 beschriebenen sich kreuzenden Wege an dieser Stelle aneinander festgemacht werden.

Die meisten Gesprächspartner waren spontan zu dieser Auskunft bereit 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.

7.8.2 Implementierung

Die Wegbeschreibungen per Telefon wurden auf Mini-Disc aufgenommen und transkribiert. Mit den in den transkribierten Wegbeschreibungen enthaltenen 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, jede 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 anschaulich zeigen:

“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 Gespräche

Die entstandene Karte enthält alle Wegbeschreibungen, macht es dadurch aber schwierig, die einzelnen Gespräche nachzuvollziehen. Aus diesem Grund wurde die Karte als dynamisches Environment in Macromedia Flash implementiert: durch „Berühren“ der Texte mit der Maus werden zusammenhängende Beschreibungen farbig hervorgehoben und ermöglicht so die Verfolgung des Gesprächsverlaufs.

Der Beginn jedes Gespräches wird durch eine geschlossene Textbox gebildet, die Begrüßung bzw. den Beginn des Gespräches 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.

8 Fazit

In den vorangegangenen Kapiteln wurde versucht, das Konzept des Relativraums im weiteren Kontext zu untersuchen und dessen Relevanz für Probleme der Architektur aufzuzeigen. Die vorgeschlagenen Modelle sind erste Ansätze dazu, relativräumliche Effekte in der städtischen Umgebung darzustellen.

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, eine andere Brille aufzusetzen und Raum mit völlig anderen Augen zu sehen. Was bislang fehlt sind systematische Modelle diese unterschiedlichen thematischen Räume mit ihren Besonderheiten darzustellen.

Die Notwendigkeit von Modellen, die es erlauben Wahrnehmungsinhalte, Bewegungszuständen oder Geschwindigkeitshierarchien anschaulich und entsprechend ihrer dynamischen Natur darzustellen, ist seit langem bekannt.

Die Arbeit zeigt Ansätze zur Darstellung von solchen Zusammenhängen, die zwar eine sehr spezielle Sicht auf einzelne Aspekte bieten, als Modelle aber leicht auf andere Aspekte anwendbar und übertragbar sind.

Die Verwendung von interaktiven virtuellen Environments stellt eine wesentliche Verbesserung existierender Darstellungsmethoden dar, und eröffnet viele neue Möglichkeiten. Interaktivität: der Benutzer erhält die Möglichkeit, Parameter zu verändern. Dadurch ist nicht nur das Ergebnis, die fertige Darstellung vermittelbar, sondern auch die Wirkungsweise des Raummodells. Virtuelle Environments, die der Repräsentation materieller Umgebung dienen, verwendeten bislang ausschließlich statische Geometrie. In den vorgeschlagenen Modellen wird hingegen nicht nur die Umgebungsgeometrie dynamisch, sondern die Struktur des Raumes selbst.

Die Erwartung, ein allgemeingültiges Modell zur Darstellung von Zeitdistanzen anzubieten, kann nicht

eingelöst werden. Es kann nur jeweils ein kleiner Aspekt der untersuchten Erscheinungen und Eigenschaften relativer Distanzen eindeutig dargestellt werden. Infolgedessen gehen viele andere Eigenschaften in der Darstellung verloren. Die Formulierung thematischer Raummodelle erfordert bewusste Entscheidungen, was das Modell zeigen soll, der Prozess ist mit einem Entwurfsprozess durchaus vergleichbar.

Ein wichtiger Punkt neben der Formulierung eines geeigneten Modells ist auch die Art der Vermittlung für den Benutzer. Die Lesbarkeit stellt eine der größten Herausforderungen an Relativraummodelle dar. Um Verzerrungskartogramme richtig deuten zu können, muss dem Betrachter die Form des dargestellten Absolutraums bekannt sein. Der Einfluss relativer Parameter ist nur an der Differenz zum Absolutraum ablesbar. Dieses Problem kann durch interaktive Veränderbarkeit der relativen Parameter zum Teil gelöst werden, die Innensicht im dreidimensionalen virtuellen Environment ist für einen Betrachter jedoch viel schwieriger zu interpretieren als die Außensicht auf ein zweidimensionales Verzerrungskartogramm.

Hier werden die Grenzen der Methode sichtbar, die Orientierung und das Abschätzen von Distanzen stellt Betrachter von virtuellen Environments vor große Herausforderungen.

Voraussetzung sind Datensätze als Grundlage, die ausreichend genau und umfangreich sind, um thematische Räume 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. Das Vorhaben, ein vollständig dreidimensionales Modell z.B. der Wegzeitdistanzen innerhalb eines Hochhauses zu visualisieren, scheiterte an der Verfügbarkeit des nötigen Datenmaterials.

Aus den vorgeschlagenen Modellen ergeben sich aber wichtige Hinweise, worauf es bei der Erhebung geeigneter Datensätze ankommt.

Die vorliegende Arbeit konzentriert sich gemäß dem Titel „Wegzeit“ vor allem auf Bewegungsprozesse. Großes Potential der Methode liegt meiner Meinung jedoch vor allem in der Untersuchung sozialer Räume. Wie präsentiert sich die Umgebung für gehbehinderte

Menschen? Wie können Räume für Blinde gestaltet werden?

Neben räumlichen und zeitlichen Hierarchien können in der noch viele weitere Strukturen erforscht werden, die den Raum gliedern. Um dies zu ermöglichen, ist es notwendig, schon bei der Datenerhebung die räumliche Situation mitzudenken.

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 Planungen miteinzubeziehen.

9 Anhang

9.1 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

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz



134w-2s

Gebiet Sunset / Western



Bronson West



Carlton North



Franklin North



Fwy 101 North



Fwy 101 South



Garfield West



Grammercy East



Hollywood North



Milton East



Sunset South



Taft East

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz



Van Ness West



Western East



Parkinglot Sunset

9.2 *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 pasadena 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 west-wood 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 menu.

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 pasadena. major cross streets are allan avenue and california blvd. to the north, and huntington drive and sierra madre blvd. to the south from californina 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 norht 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 passadena, 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 ...

9.3 Aufnahmen

der

Ampelphasen

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz

gebiet	sunset general	/					gesamtzyklus	checksum
uhrzeit	strasse 1		grünphase %	strasse 2	grünphase %	sec	sec	
einheit			sec		sec		1 gelbphase = 3.5 s	
16:30	wilcox			willoughby		90		
			0.333					
16:30	wilcox		30	3 fountain	53.00	0.5889	90	83
						0.666		
16:30	? wilcox		70	7 de longpre	28.00	0.2667	105	98
						0.222		
16:30	wilcox		20	2 sunset	63.00	0.7000	90	83
						0.588		
17:00	sunset		53	9 cahuenga	30.00	0.3333	90	83
						0.744		
17:00	sunset		67	4 el centro	16.00	0.1778	90	83
						0.666		
17:00	sunset		60	7 goroon st	23.00	0.2556	90	83
						0.583		
12:00	? sunset		35	3 bronson	25.00	0.4167	60	60
						0.611		
12:00	? sunset		55	1 wilton	30.00	0.3333	90	85
						0.666		
12:00	? sunset		60	7 st. andrews	25.00	0.2778	90	85
						0.500		
11:50	? sunset		45	0 western	50.00	0.5556	90	95
						0.633		
13:00	franklin		38	3 garfield	15.00	0.2500	60	53
						0.633		
13:00	franklin		38	3 wilton	15.00	0.2500	60	53
						0.550		
13:00	franklin		33	0 bronson	20.00	0.3333	60	53

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz

			0.550					
13:00	franklin	33	0	western	20.00	0.3333	60	53
			0.411					
17:00	melrose	37	1	la brea	46.00	0.5111	90	83
			0.422					
17:00	? pico	38	2	la brea	41.00	0.4556	90	79
			0.683					
22:31	sunset	41	3	orante	12.00	0.2000	60	53
			0.516					
22:34	sunset	31	7	highland	22.00	0.3667	60	53
			0.516					
22:45	sunset	31	7	wilcox	22.00	0.3667	60	53
			0.516					
22:46	sunset	31	7	cahuenga	22.00	0.3667	60	53
			0.466					
22:52	sunset	28	7	gower	25.00	0.4167	60	53
			0.716					
22:57	sunset	43	7	gordon	10.00	0.1667	60	53
			0.500					
22:58	sunset	30	0	bronson	23.00	0.3833	60	53
			0.500					
23:03	sunset	30	0	wilton	23.00	0.3833	60	53
			0.716					
23:05	sunset	43	7	st. andrews	10.00	0.1667	60	53
		sec	inc		sec	inc		
		gelb			gelb			
			0.555					
14:21	sunset	50	6	western	40.00	0.4444	90	90
			0.688					
14:26	sunset	62	9	st. andrews	28.00	0.3111	90	90
			0.666					
14:30	sunset	60	7	wilton	30.00	0.3333	90	90
14:33	hollywood	45	0.600	western	30.00	0.4000	90	75

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz

			0				
			0.766				
23.10.00 14:20	western	46	7	beverly	14.00	0.2333	60
			0.083				
23.10.00 15:20	western	10	3	elmwood	110.00	0.9167	120
			0.500				
23.10.00 14:17	western	30	0	beverly	30.00	0.5000	60
			0.208				
23.10.00 14:14	western	25	3	maplewood	95.00	0.7917	120
			0.833				
23.10.00 14:08	western	50	3	lemon grove	10.00	0.1667	60
			0.550				
23.10.00 14:06	western	33	0	melrose	27.00	0.4500	60
			0.583				
23.10.00 14:06	western	35	3	romaine	25.00	0.4167	60
			0.833				
23.10.00 13:57	western	50	3	lexington	10.00	0.1667	60
			0.466				
23.10.00 13:56	western	35	7	st. monica	40.00	0.5333	75
			0.450				
23.10.00 13:54	western	27	0	fountain	33.00	0.5500	60
			0.555				
23.10.00 13:44	western	50	6	sunset	40.00	0.4444	90
			0.666				
27.10.00 11:35	sunset	60	7	wilton	30.00	0.3333	90
			0.555				
27.10.00 11:33	western	50	6	sunset	40.00	0.4444	90
			0.750				
27.10.00 11:17	sunset	45	0	serrano	15.00	0.2500	60
			0.600				
27.10.00 11:12	sunset	45	0	hobart	30.00	0.4000	75
			0.750				
27.10.00 11:09	sunset	45	0	kingsley	15.00	0.2500	60
27.10.00 11:06	sunset	32	0.533	normandie	28.00	0.4667	60

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz

				3				
				0.500				
27.10.00	11:02	sunset	30	0	alexandria	30.00	0.5000	60
				0.558				
27.10.00	11:00	sunset	33.5	3	normandie	26.50	0.4417	60
				0.777				
27.10.00	10:57	sunset	35	8	kingsey	10.00	0.2222	45
				0.541				
27.10.00	10:48	sunset	32.5	7	hobart	27.50	0.4583	60
30.10.20								
00	14:51	poinsetta	26.86		sunset	1:04.14		1:31.00
30.10.20								
00	14:58	sunset	27		la brea	1:02.88		1:29.88
30.10.20								
00	14:58	highland	28.62		sunset	1:01.71		1:30.33

gebiet	sherman oaks							
17.11.20				0.568				
00	12:27	riverdrive	34.07	3	hazeltine	25.88	0.4317	59.95
17.11.20				0.760				
00	12:31	hazeltine	36.22	1	milbank	11.43	0.2399	47.65
17.11.20				0.351				
00	12:31	fashion square	21.18	0	hazeltine	39.16	0.6490	60.34
17.11.20				0.781				
00	12:38	moorpark	77.97	7	hazeltine	21.77	0.2183	99.74
17.11.20				0.576				
00	12:59	woodman	40.37	6	moorpark	29.64	0.4234	70.01
17.11.20				0.191				
00	13:02	milbank	15.24	7	woodman	54.25	0.6825	79.49

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz

17.11.20				0.096				
00	12:59	stern	11.46	0	moorpark	107.88	0.9040	119.34
17.11.20				0.639				
00	13:04	fwy e	44.55	0	woodman	25.17	0.3610	69.72
17.11.20				0.277				
00	13:07	woodman	19.29	2	fwy w	50.31	0.7228	69.6
30.10.20				0.364				
00	14:46	woodman	26.15	3	riverdrive	45.63	0.6357	18:43

10 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 Architecture 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/Sl/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
- [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: Reaktion 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 Stud-

ies, 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 Massachusetts 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 Raums 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 Massachusetts 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 Massachusetts Institute of Technology Press

Wegzeit – die Geometrie der relativen Distanz

- [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

11 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Darstellung der Konnektivität im Strassensystem von London – aus [Hillier, 1996:S215].....	18
Abb. 2 U-Bahn in Wien Online-Quelle: http://mailbox.univie.ac.at/~prillih3/metro/m/largemap.htm	19
Abb. 3 verschiedene Beispiele von kürzesten Distanzen (least effort paths) [ABLER et al., 1973:S].....	20
Abb. 4 Relative Orte in Relativen Räumen. nach [ABLER et al, 1973:S76].....	21
Abb. 5 zeitliche Distanzen lassen sich oft nicht geometrisch ausdrücken. Ein Beispiel für ein "unmögliches" Dreieck	22
Abb. 6 2000 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	26
Abb. 7 Geographische und implodierte Lage.....	27
Abb. 8 Struktur von Downtown Los Angeles, dargestellt mit Lynch's Elementen. aus [Lynch, 1960:S173]	37
Abb. 9 Abbildung des Las Vegas Strips mit allen von der Perspektive des Fahrenden aus lesbaren textlichen Informationen [Venturi et al., 1972:S30f]	40
Abb. 10 [Venturi et al. ,1972:S11]	41
Abb. 11 LA 6 color speedmap Online-Quelle: http://traffic.tann.net/maps/lar6traffic.jsp Zugriff 20.4.2002, 19:13.....	43
Abb. 12 Kartographische Symbole zur Darstellung zeitlicher Parameter (Quelle: Irina Vasiliev, Design Issues to be Considered When Mapping Time in:.....	56
Abb. 14 Isochrone auf gleichmäßiger horizontaler Fläche.....	58
Abb. 15 Isochrone in rasterförmig bebautem Gebiet	58
Abb. 16 Isochrone in Gebiet mit U-bahn Linien	59
Abb. 17 Reisezeitisochronen im Straßennetz (Nahbereich) © 1999 Carsten Schürmann, IRPUD	60
Abb. 18 Reisezeitisochronen im Eisenbahnnetz (Nahbereich), © 1999 Carsten Schürmann, IRPUD	60
Abb. 19 Seattle Isotachen Karte - Traffic Engineering Division, City of Seattle, and William Bunge. aus [ABLER et al., 1973].....	61
Abb. 20 Choroplethenkarte und nichtzusammenhängendes Kartogramm	63
Abb. 21.....	64
Abb. 22 Bevölkerungszahl: Choropleth Karte vs. Kartogramm [Kocmoud, 1997].....	64
Abb. 23 Seattle Isochrone ausgehen 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]	65
Abb. 24 ein Kreis in der Taxicab Geometrie	67
Abb. 25 eine Diagonale in Taxicab Geometrie.....	67
Abb. 26 ein mögliches Zweieck in der Taxicab Geometrie	67
Abb. 27.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.

Abb. 28.....	71
Abb. 29.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abb. 30.....	72
Abb. 31 The Naked City – psychogeographische Karte von Paris.	73
Abb. 32 Quelle: http://www.c3.hu/~masaki/proposal/	76
Abb. 33 Pasadena Fwy	81
Abb. 34 Screenshot eines der entwickelten Environments	80
Abb. 35 - Screenshot von Virtools Dev	81
Abb. 36 – Luftaufnahme des untersuchten Gebietes.....	85
Abb. 37 – Strassennamen und Parzellierung.....	85
Abb. 38 Videomapping Hollywood Blvd., Nordseite.....	86
Abb. 39 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.	87
Abb. 40 Ausgangspunkt - Knoten- und Kantenobjekte	87
Abb. 41 Berechnung der Wegzeitdistanz	88
Abb. 42 ohne Constraints.....	90
Abb. 43 mit Z-Constraint	90
Abb. 44 mit ZX-Constraint.....	90
Abb. 45 unverformtes Ausgangsnetz	90
Abb. 46 ohne Kollisionsvermeidung.....	90
Abb. 47 mit Kollisionsvermeidung	90
Abb. 48 Luftaufnahme des Autobahnkreuzes	92
Abb. 49 Grundgeometrie des Environments	92
Abb. 50 Screenshot des Environments.....	92
Abb. 51 Goalshape Constraint.....	93
Abb. 52 Y-Constraint.....	94
Abb. 53 Tie Ends Constraint	94
Abb. 54 Tie Ends + Y-Constraint	94
Abb. 55 Tie Ends + Constrain Shape.....	95
Abb. 56 Constrain Shape + Y-Constraint.....	95
Abb. 57 Berechnung der Wegzeit	97
Abb. 58 Aus dem Berechnungsmodell entstehende Asymmetrie	98
Abb. 59 ATSAc System.....	98
Abb. 60 WWW - Ausgabe des ATSAc Systems.....	99
Abb. 61 unverformtes Strassennetz.....	100
Abb. 62 eine Route wurde gewählt.....	100
Abb. 63 und die Wegzeitdifferenz entlang dieser Route dargestellt	101
Abb. 64.....	101
Abb. 65 im Beispiel Sherman Oaks entsteht die Wegzeitasymmetrie durch die Schaltung installierten der Verkehrsampeln	101
Abb. 66 Flächenzellen-Modell.....	102
Abb. 67 Ausgangsnetz	103
Abb. 68 verformtes Netz mit Abstoßungskräften	103
Abb. 69 Diagramm - jedes vom Strip aus lesbare Wort. Quelle: [VBI,1972].....	104
Abb. 70 Historische Luftaufnahme des untersuchten Gebietes Quelle: [VBI,1972]	105
Abb. 71 Dasselbe Gebiet in seiner heutigen Gestalt (Herbst 2001)	105

Abb. 72 relativräumliche Darstellung mit eingeblendeten Zellen – deren Farbsättigung entspricht dem Skalierungsfaktor.....	106
Abb. 73 dieselbe Ansicht wie Abb. 39, jedoch mit ausgeblendeten Zellen.....	107
Der Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Wegzeit ist als Umformung des Weg / Zeit Diagramms reziprok (siehe Abb. 74)	108
Abb. 75 Zusammenhang zw. Geschwindigkeit und Wegzeit	109
Abb. 76.....	110
Abb. 77 interaktives Verschieben des Ursprungs	110
Abb. 78 Stau auf dem Freeway.....	110
Abb. 79 Ausschnitt aus der dynamischen Karte, eine zusammenhängende Beschreibung ist rot hervorgehoben.....	113

12 Danksagungen

Dr. Bob Martens für unendliche Geduld und andauernde Unterstützung

Laura Beloff für unzählige Ideen und Anregungen und tatkräftige Unterstützung

Ars Electronica Center für Bereitstellung von Technik und Software

Nina Wenhart für Unterstützung und Rolle als Kritischer Zuhörer

Meinen Eltern und meinem Bruder Martin