

Räumliche Planung und zeitliches 'reasoning'

Georg FRANCK

(o.Univ.-Prof. DI Dr. Georg FRANCK, IEMAR - Institut für EDV-gestützte Methoden in Architektur und Raumplanung, TU Wien
A-1040 Wien, Floragasse 7, email: franck@osiris.iemar.tuwien.ac.at)

Für die Raumplanung sind der räumliche und der zeitliche Bezug von gleichermaßen wesentlicher Bedeutung. Der Gegenstand der Raumplanung ist das räumliche Nebeneinander des gesellschaftlichen Zusammenlebens. Das Verfahren der Planung besteht in der konzeptionellen Vorwegnahme noch nicht existierender zeitlicher Zustände des Planungsgegenstands. Raumplanung ist der Versuch, das Nebeneinander konkurrierender und komplementärer Raumnutzungen rational zu gestalten. In allen ihren Formen stellt Planung den Versuch des rationalen Umgangs mit dem Sachverhalt dar, daß der gegebene Zustand der Welt einem unablässigen und gerichteten Wechsel unterworfen ist.

Die systematische Verknüpfung des räumlichen und zeitlichen Bezugs fehlt bisher im wichtigsten EDV-Werkzeug der Raumplanung: in geographischen Informationssystemen. Geographische Informationssysteme sind a-historisch, sie sind leer in der Dimension zeitlicher Veränderung. Es ist zwar möglich, verschiedene Zustände des Planungsgegenstands festzuhalten. Geographische Informationssysteme kennen aber weder den Objekttyp des Prozesses, noch kennen sie den Unterschied zwischen realer und temporaler Veränderung.

Prozesse sind Objekte, zu deren wesentlichen Eigenschaften die Mehrzahl und Verschiedenheit von Zuständen gehören. Es sind Objekte, zu deren Eigenschaften eine bestimmte Dynamik ihrer Veränderung gehören kann. Nicht jede Veränderung schließt nun aber ein, daß die Zustände, die sich im Datum unterscheiden, auch in der Sache verschieden sind. Der Begriff der Veränderung hat zwei wohl zu unterscheidende Bedeutungen: Es gibt die *reale* Veränderung in dem Sinn, daß Zustände mit unterschiedlichem Datum auch in Struktur oder Funktion verschieden sind; und es gibt die *temporale* Veränderung in dem Sinn, daß Zustände, die zunächst künftig sind, gegenwärtig werden, um in vergangene überzugehen.

Für die Planung sind reale und temporale Veränderung gleichermaßen konstitutiv. Ohne reale Veränderung hätte die Planung keinen Gegenstand, ohne temporalen Wechsel hätte sie keinen Sinn. Der Begriff des 'temporal reasoning' wird im Folgenden unübersetzt aus dem Englischen übernommen, da in ihm der Umgang mit beiden Bedeutungen von Veränderung bereits erfaßt ist. Der Begriff lehnt sich an den des 'geometric reasoning' an. Unter geometric reasoning versteht man den Versuch, unseren intuitiven Umgang mit räumlichen Objekten zu formalisieren und zu programmieren. Dieser intuitive Umgang schließt neben dem stillschweigenden Rechnen mit der Dreidimensionalität auch das stillschweigende Rechnen mit dem Standpunkt des Hier ein. Er schließt, anders gesagt, die Anlage und Pflege einer kognitiven Karte ein, die uns wissen läßt, wo wir uns im Raum befinden. Analog zu unserem intuitiven Umgang mit räumlichen Objekten schließt unser intuitiver Umgang mit zeitlichen Objekten sowohl das stillschweigende Rechnen mit realer Veränderung auch dasjenige mit dem Standpunkt des Jetzt ein. Er schließt wiederum die Anlage und Pflege einer kognitiven Karte ein. Nur dadurch, daß wir vergangene Zustände unserer selbst und unserer Lebenswelt festhalten und zu einem Bild der Vergangenheit fügen, können wir uns in der Zeit orientieren. Der Versuch, unseren intuitiven Umgang mit realen Prozessen zu programmieren, schließt also ganz von selbst denjenigen ein, unseren Umgang mit dem Prozess zu formalisieren, den wir als das Vergehen der Zeit erleben.

Reale Veränderung

Die bisher verfolgte Ansätze, Zeit in geographischen Informationssystemen zu repräsentieren, folgen dem Zugang, den die Zeitgeographie erschlossen hat. Die Zeitgeographie verfolgt die Umstellung des traditionell getrennten räumlichen und zeitlichen Bezugs der Geographie auf den in der Physik entwickelten Begriff der Raumzeit. Die Zeitgeographie faßt die Erdoberfläche als Teil des vierdimensionalen 'Block'-Universums auf, in dem die zeitlich verschiedenen Zustände wie in einer weiteren räumlichen Dimension geordnet sind. Um die Schwierigkeiten vierdimensionaler Vorstellung zu umgehen, geht die Zeitgeographie so vor, daß sie eine der Raumdimensionen (typischerweise die z- oder Höhen-Achse) durch die chronometrische Achse t ersetzt.

Auf diese Weise dargestellt erscheinen die zeitlich verschiedenen Zustände der zweidimensional repräsentierten Landschaft als ein in der dritten Dimension gestapelter 'Block' von Zeitschnitten.¹

Prozesse nehmen, als Ausschnitte der vierdimensionalen Raumzeit aufgefaßt, die Gestalt von Trajektorien beziehungsweise von vierdimensionalen 'Röhren' oder 'Bäumen' an. Da in der Zeit als vierter Dimension sämtliche Zustände Seite an Seite existieren, werden Prozesse zu den Summen der Zustände, die von bestimmten Ausschnitten der Raumzeit angenommen werden. Trajektorien sind die Weltlinien von punktförmigen Raumausschnitten. Der charakteristische Anwendungsfall von Trajektorien in der Zeitgeographie sind die Wege beziehungsweise Bewegungsmöglichkeiten von (zu Punkten abstrahierten) Personen, deren Aktionsräume durch potentielle Weltlinien aus dem Block ausgeschnitten werden (siehe Abb. 1). Röhrenartige Gestalt nehmen die Zustandsfolgen von räumlich ausgedehnten und ihre Ausdehnung mehr oder weniger beibehaltenden Objekten an. Ein anschaulicher Beispielfall von röhrenartigen Prozessen sind Fahrzeuge, deren Grundfläche im Prinzip gleichbleibt, aber insofern schwankt, als die in Anspruch genommene Verkehrsfläche mit der Fahrtgeschwindigkeit variiert. Baumartig sind Prozesse, in deren Zustandsfolge Objekte aus Teilen zusammengesetzt und in Teile wieder aufgelöst werden. Das Standardbeispiel eines baumartigen Prozesses ist die Geschichte einer Parzelle, die durch Verschmelzung und Teilung ihre aktuelle Gestalt gefunden hat.

Wiewohl die Planung viel mehr mit Prozessen als mit singulären Zuständen zu tun hat, sind die Objekttypen Weltlinie oder Weltröhre in handelsüblichen GIS bisher nicht verfügbar. Gewiß, man kann sich behelfen. Das sprechende Beispiel eines solchen Behelfs ist die Verwaltung der Veränderungsnachweise im automatisierten Liegenschaftskataster. Die Historie der Teilungen und Verschmelzungen, aus denen eine Parzelle hervorgegangen ist, stellt eine typische Baumstruktur dar, die sich durch Vertauschen der z- mit der t-Achse veranschaulichen und mit handelsüblichen GIS zur Not auch reproduzieren läßt.

Es wäre viel gewonnen, wenn diese Art historischen Katasters durch Standardfunktionen und Objekttypologie im GIS unterstützt würde. Das Layout der Parzellen ist das wichtigste Bezugsraster für die Zusammenführung der zur Klärung der Planungssituation erheblichen Datenbestände. Ein historisches Kataster ist die Voraussetzung dafür, daß diese Daten in der Dimension ihrer realen Veränderung zusammengeführt und synoptisch veranschaulicht werden. Bevölkerungs-, Arbeitsplatz-, Wohnungs- und Gebäudedaten, Orthophotos und Satellitenaufnahmen liegen in Zeitreihe vor; das Umweltmonitoring hält, ob als Strom von Meßdaten oder als regelmäßig wiederholte Momentaufnahmen, Veränderungen in der Zeit fest; die Dokumentation des Baubewilligungs- und Betriebsgenehmigungsgeschehens ist im selben Sinn historisch wie das Kataster. Dennoch herrscht immer noch die einmalige Momentaufnahme als Typus der planerischen Bestandsaufnahme vor. Der Engpaß liegt nicht in der Verfügbarkeit der Daten. Der Engpaß liegt in der GIS-Funktionalität.

Die Ergänzungen, die zur Weitung dieses Engpasses nötig sind, sind nicht trivial. Immer noch kämpft man in der GIS-Entwicklung mit der Komplexität, die die Berücksichtigung der Dreidimensionalität des Raums mit sich bringt. Eine Potenzierung dieser Komplexität durch Einführung einer weiteren Dimension hat Folgen, die noch kaum abzusehen sind. Der Bedienungskomfort, den ein historisches GIS zu bieten hätte, liegt nun aber gerade in der Automatik, mit der die Eventualitäten abgeprüft und abgefangen werden. Als pragmatischer Ausweg bietet sich daher an, die dritte Dimension wahlweise als z- oder t-Achse zu verwenden. Selbstverständlich muß die Datenhaltung mit vierstelligen Koordinaten zu erfolgen. Das Problem der höheren Dimensionalität liegt nun aber nicht auf der Ebene der Datenhaltung, sondern auf der Ebene der Operationen, die mit den Daten möglich beziehungsweise erforderlich sind. Um hier voranzukommen, bietet sich der Ausweg an, den die Zeitgeographie schon bisher zur Veranschaulichung bestritten hat.

Selbst in diesem eingeschränkten Rahmen kann die Implementation eines 2+t - dimensional Katasters allerdings nur einen ersten Schritt bedeuten. Als Prozess stellt das Veränderungsgeschehen am Layout der Grundstücksgrenzen eine sehr spezielle und für reale Veränderungen recht untypische Art dar. Sie besteht aus diskreten Zustandsänderungen nach charakteristisch langen Phasen absoluter Konstanz. Und sie ist wesentlich nomineller beziehungsweise rechtlicher Art. Im Gegensatz zu den Änderungen am unsichtbaren Gitter der Grundstücksgrenzen neigen die Prozesse, welche der Planung zur Steuerung aufgegeben sind, zu stetiger Veränderung. Und anders als bei der Neueinteilung und Umbenennung von Stücken Lands haben wir

¹ Siehe Hägerstrand (1970)

bei den Nutzern der Parzellen mit Identitäten zu tun, die nicht durch einfache Bescheinigung entstehen und vergehen.

Prozesse stetiger Veränderung durchlaufen sehr viele, ja strenggenommen unendlich viele verschiedene Zustände pro Zeitintervall. Es ist unmöglich, unendlich viele verschiedene Zustände im GIS abzubilden. Um Prozesse stetiger Veränderung als Objekte handlich zu machen, sind Verfahren der Abstraktion erforderlich. Wie die Beschreibung der Verschiedenheit entlang einer räumlichen Achse, so verlangt auch die Beschreibung der Verschiedenheit entlang der chronometrischen Achse die Reduktion auf wenige Stützpunkte oder auf einen erzeugenden Algorithmus. Die Beschreibung von Prozessen durch einige wenige Stützpunkte entspricht der Repräsentation des dicht gefüllten Blocks durch diskrete Schnitte. Die Beschreibung von Prozessen durch erzeugende Algorithmen ist die der mathematischen Modellierung oder maschinellen Simulation.

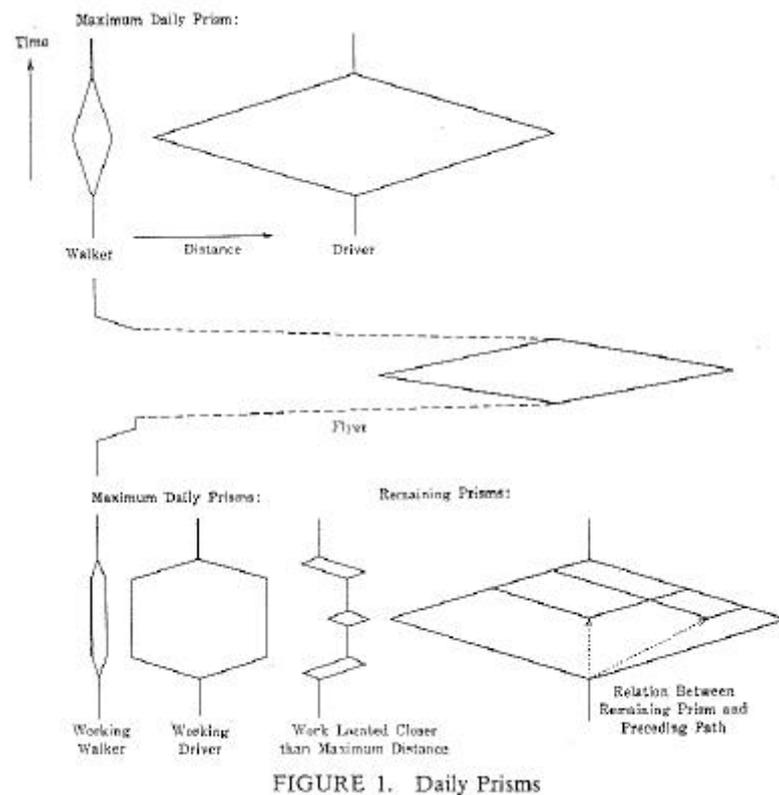


Abb. 1. Aktionsräume in zweidimensionaler Darstellung. Quelle: Hägerstrand (1970)

Eine Mischform aus räumlicher Abstraktion und Reduktion auf diskrete Zeitschnitte stellt die in der Zeitgeographie typische Darstellung von Personen durch "eckige" Trajektorien dar (siehe Abb. 1). Diese Trajektorien sind räumliche Abstraktionen, da sie die körperliche Ausdehnung der Person auf einen Punkt reduzieren. Die Trajektorien nehmen eckige Gestalt dadurch an, daß die Aufenthaltsorte durch Linien verbunden werden, welche lediglich der Durchschnittsgeschwindigkeit der Ortsveränderung Ausdruck geben. Diese reduzierte Form der Darstellung reicht aber völlig aus, um die Grenzlinien möglicher Ortsveränderung und somit den Aktionsraum der fraglichen Person zu ermitteln.² Trajektorien dieser Art sind ferner bestens geeignet, um zu Verkehrsflüssen aufaggregiert zu werden. Schließlich erlauben sie es, räumliche Karten in Zeitkarten zu überführen. Es ist nur eine Frage der Umstellung der Metrik, daß Wegstrecken durch Fahrtzeiten ausgedrückt werden (siehe Abb. 2).³ Zeitkarten, die Visualisierung von Verkehrsströmen und die Kartierung von Aktionsräumen sind Planungsinstrumente, die in einer hochmobilen Gesellschaft selbstverständlich sein sollten.

² Zur Aktionsraumforschung siehe Kreibich et al. (1987) und Tzschaschl (1986).

³ Siehe Spiekermann/Wegener (1996) und Wegener/Kunzmann/Spiekermann (1994)

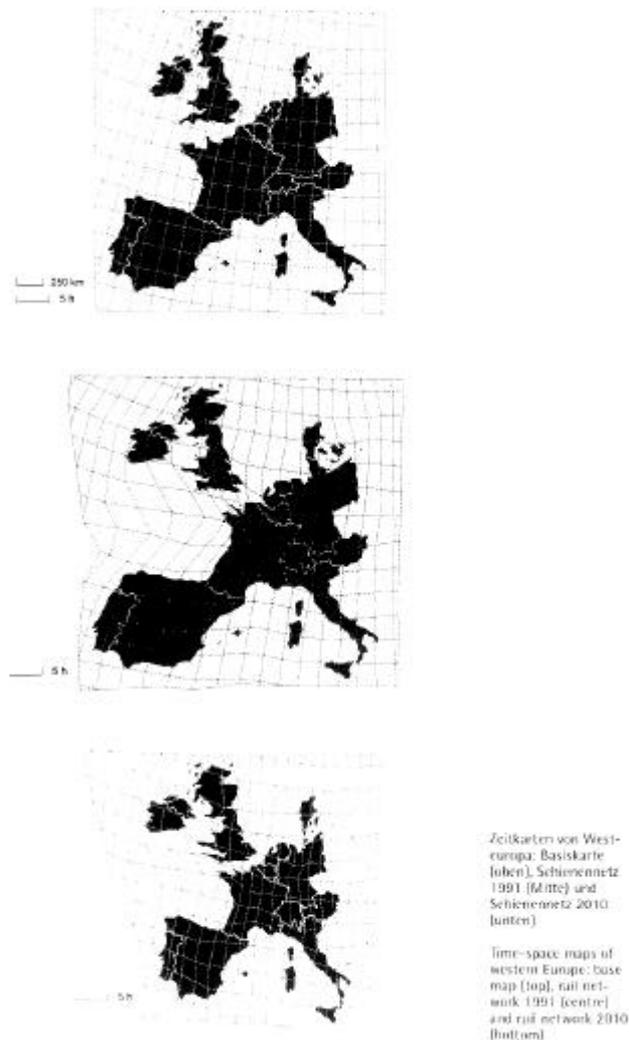


Abb. 2. Zeitkarten. Quelle: Wegener (1994)

Die Implementation eines 2+t - dimensionalen Katasters und die Verfügbarkeit des Objekttyps Trajektorie sind die Minimalanforderungen an ein zeitliches GIS. Sie sind minimal nun aber sowohl, was die Umsetzung der Zeitgeographie, als auch, was die Erweiterung des planerischen Instrumentariums angesichts des Mobilisierungs- und Beschleunigungsphänomens betrifft. Die Reduktion des Raums auf die Fläche verhindert die angemessene Behandlung der Nutzungsverdichtung und geschoßweisen Stapelung von Nutzräumen. Die Reduktion der mobilen Raumnutzer auf einen Punkt verhindert das angemessene Eingehen auf den Sachverhalt, daß der Verkehr selbst eine Raumnutzung ist, und daß das Verkehren um so mehr Raum in Anspruch nimmt, je höher die Geschwindigkeit. Die Raum-Zeitlichkeit von Stadtstrukturen erschließt sich erst, wenn die Substitutionsverhältnisse zwischen knappem Raum und knapper Zeit systematisch in den Blick rücken.⁴ Erst vor dem Hintergrund dieser Substitutionsverhältnisse werden denn auch die räumlichen Wirkungen der immer weiter wachsenden Mobilität und des immer durchgängiger werdenden Beschleunigungsphänomens greifbar.⁵

Das Umschmieden der Methodik der Zeitgeographie in ein Planungsinstrument ist nun aber selbst nicht mehr als ein Anfang, was die zur planerischen Reaktion auf diese Phänomene nötige Erweiterung der Analyse- und Projektionsverfahren betrifft. Es darf nämlich nicht übersehen werden, daß es um die Zeitgeographie in letzter Zeit ihreseits etwas still geworden ist. Der Grund ist nicht, daß die Bedeutung des Zeitbezugs geschwunden wäre, im Gegenteil. Die Gründe liegen in der Entgrenzung der individuellen Aktionsräume, in der Auflösung fester Rhythmen, in der Individualisierung der Lebensstile, in der Mediatisierung gesellschaftlicher Interaktion. Das Konzept persönlicher Aktionsräume und die Repräsentation sozialer

⁴ Siehe Franck (1992), Kap. 3.

⁵ Siehe Franck (1996, (1997).

Prozesse durch individuelle Trajektorien tragen dort am weitesten, wo die Aktionsräume über bestimmte Zeiten an bestimmten Orten zentralisiert und durch feste Arbeits- und Öffnungszeiten synchronisiert sind (siehe Abb.3). Eben diese Art Zentrierung und diese Art Zeitgeber kommen durch anhaltende Beschleunigung und fortschreitende Deregulierung nun aber mehr und mehr abhanden.

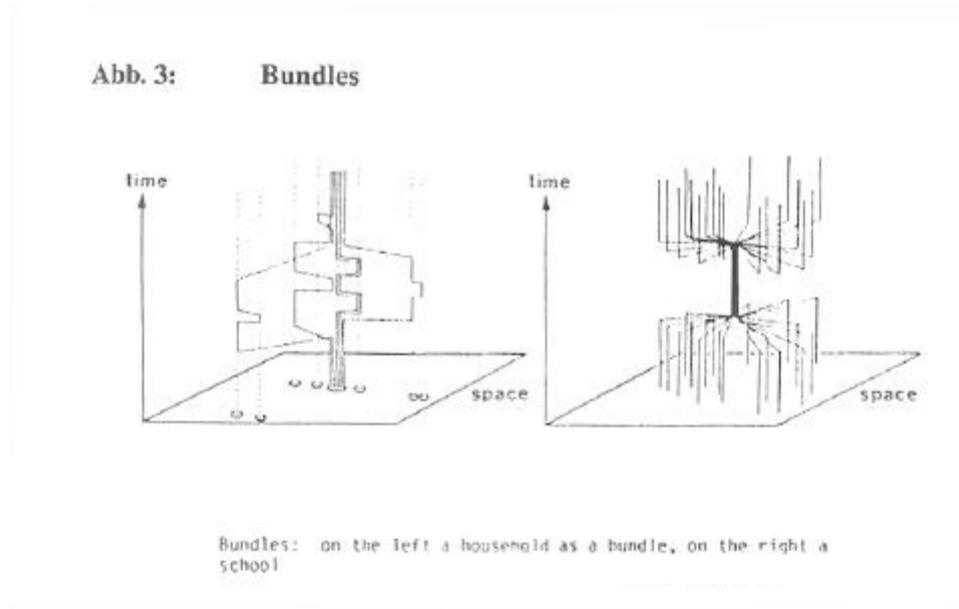


Abb. 3. Quelle: Carlstein (1980)

Um der Verflüssigung der Lebensverhältnisse und dem Verschwimmen der festen Rhythmen beizukommen, sind andere Verfahren der Abstraktion als die in der Zeitgeographie eingeführten nötig. Es gilt hier, bei der *Dynamik* der Prozesse, nämlich bei der *Form* der Trajektorien beziehungsweise bei der *Gestalt* der vierdimensionalen Röhren, Bäume etc. anzusetzen. Bei der Beschreibung dieser ihrer Form sind wir bei der Art und Weise angelangt, wie sich die Repräsentation der unendlichen Vielfalt der Zustände durch einen erzeugenden Algorithmus vereinfachen läßt. Als Teile der Raumzeit aufgefaßt, haben Prozesse eine Geometrie. Die Geometrie sozialer Prozesse läßt sich nicht beziehungsweise nur in den rarsten Ausnahmefällen durch einen Algorithmus unmittelbar beschreiben. Häufig besteht nun aber die Möglichkeit einer annähernden Beschreibung durch entweder eine idealisierende Abstraktion von den realtypischen Unebenheiten der Geometrie oder eine ungefähre Reproduktion derselben durch Simulation der Prozesse.

Standardbeispiel der idealisierenden Abstraktion ist die mathematische Modellierung sozialer Prozesse, wie sie in der theoretischen Ökonomie üblich ist. Ökonomische Modelle dürfen nicht als eine Abbildung der modellierten Prozesse, sondern müssen als Idealbilder verstanden werden, die lediglich gewisse Züge aus der an und für sich ganz unübersichtlichen Komplexität herauspräparieren, um die Wirklichkeit als realtypische Abweichung von der idealtypischen Theorie auffassen zu können. Leider ist die ökonomische Modellierung sozialer Prozesse bisher nicht bis zu dem Punkt vorgedrungen, wo sich der Raum- und der Zeitbezug im Handeln der Wirtschaftssubjekte kreuzen.⁶ Das heißt nun allerdings nicht, daß der ökonomische Ansatz nicht brauchbar wäre, wenn es um die Beschreibung der Dynamik sozialer Prozesse geht. Im Gegenteil. Die ökonomische Modellierung schält nämlich einen Typ von Prozessen heraus, der den Ausgangspunkt für eine folgenreiche Klassifikation nach deren Geometrie bildet. Die ökonomische Modellierung präpariert Prozesse heraus, die einem *Gleichgewicht* zustreben. Prozesse, die einem Gleichgewicht zustreben, sind *stabile* Prozesse.

Stabilität meint bei Prozessen nicht, daß nichts geschieht, sondern, daß das, was geschieht, immer wieder geschieht. Prozesse sind, etwas vergrößert gesagt, stabil, wenn sie auf eintretende Störungen dämpfend reagieren. Das Verhalten von Systemen ist stabil, wenn die Tendenz zu einem Gleichgewicht vorherrschend bleibt oder Schwankungen sich regelmäßig wiederholen. Das Verhalten wird instabil, wenn Störungen nicht mehr einfach weggedämpft, sondern verstärkt werden. Hier beginnt das System, hochempfindlich auf

⁶ Zum Hintergrund siehe Franck (1997).

minimale Veränderungen in den Ausgangsbedingungen zu reagieren. Es wird intrinsisch instabil. Solche Systeme werden heute als chaotische Systeme bezeichnet.⁷

Die Klassifikation sozialer Prozesse nach dem Grad ihrer Stabilität ist ein neuer und vielversprechender Ansatz zur Beschreibung der räumlichen Wirkungen sich verändernder Zeitstrukturen. Als Generalannahme kann nämlich gelten, daß wir dort, wo räumlich dauerhaften Strukturen vorliegen, auch mit stabilen Prozessen in den zugehörigen Aktivitätsmustern zu tun haben. Städte sind als räumliche Strukturen so dauerhaft, weil sie Aktivitätsmuster mit außerordentlich stabilen Rhythmen bergen. Die Zyklen des öffentlichen und privaten Verkehrs, die Umverteilung der Tag- und Nachtbevölkerung, die Periodizitäten öffentlicher und privater Versorgung, die Ausflugs- und Urlaubswellen, die Zyklen der Erhaltungs- und Erneuerungsinvestitionen in den Baubestand sind Rhythmen, die Wachstums-, Stagnations- und Rezessionsphasen überdauern, die von politischen Umstürzen nur vorübergehend gestört werden und die sich sogar nach Vernichtungskriegen wiedereinstellen. Sie zählen zu den stabilsten der sozialen Rhythmen überhaupt. Ihre räumlich formbildende Funktion verträgt sich nun aber ohne weiteres mit der Überlagerung durch Prozesse, die instabil und im genannten Sinne sogar chaotisch sind. Die Dynamik von Verkehrsflüssen, die vom Stau bedroht sind oder diesen gerade hinter sich haben, ist ein Musterbeispiel der Chaostheorie.⁸ Das Verschwimmen des diurnalen Rhythmus durch Gleitzeit, deregulierte Öffnungszeiten und Individualisierung der Lebensstile ist ein typischer Prozess der Entstabilisierung. Die Mediatisierung und kommunikationstechnische Vernetzung der Informationsflüsse entkoppelt die menschliche Interaktion von den traditionellen Zeitgebern und läßt einen herkömmlich periodischen in einen mehr und mehr stochastischen Prozess übergehn. Die regelmäßigen Erhaltungs- und Erneuerungsinvestitionen vertragen sich bestens mit einem Prozess technischer Innovation, der gerade dadurch ein Prozess der Innovation ist, daß er niemals zum Ausgangspunkt zurückkehrt. Schließlich sind nicht nur der politische Prozess und alle mit Kampf verbundenen Auseinandersetzungen, sondern auch der gesamte Prozess der Informationsproduktion wesentlich instabil. Neues - und damit Information - entsteht nur, wo der Verlauf überrascht.

Die Stabilitätsanalyse ist ein Ansatz, der die abstrakte Forderung, in Prozessen zu denken, konkret angehen läßt. Die Unterscheidung von stabilen und instabilen Prozessen bietet einen Zugang, die räumliche Struktur von Städten als solche - also nicht erst deren Entwicklung - in zeitlichen Begriffen denken. Zwei durchgängige Charakterzüge beherrschen die räumliche Struktur von Städten: die fraktale Geometrie von erschließenden und erschlossenen Räumen und die Ausrichtung zum Zentrum beziehungsweise zu Subzentren hin. Von der kleinsten architektonischen Einheit - dem einzelnen Zimmer - ausgehend stellt sich die gebaute Struktur als eine Abfolge von erschlossener Raumeinheit und erschließendem Umraum dar: Das Zimmer wird vom Gang, die Wohnung vom Treppenhaus, das Treppenhaus vom Grundstückszugang, der Häuserblock von der Anliegerstraße, das Quartier von der Durchgangsstraße usw. erschlossen. Dieser sich selbstähnlich auf den Maßstabebenen wiederholenden Struktur entsprechen stabile Rhythmen in den Aktivitätsmustern: Man geht so und so oft im Zimmer umher, bevor man auf den Gang tritt; man geht so und so oft in der Wohnung umher, bevor man sie verläßt; man legt so und so viele Hin- und Rückwege im Quartier zurück, bevor man umliegende Quartiere aufsucht; man fährt so und so oft in der eigenen Stadt umher, bevor man eine andere besucht usw. Diese Pendelbewegungen bilden, zusammengenommen, eine Hierarchie von wiederum sich selbst ähnlichen Rhythmen. Der fraktalen räumlichen entspricht also eine fraktale zeitliche Geometrie. Aber nicht nur. Die Pendelbewegungen sind auch typisch stabile Prozesse. Sie führen zum Ausgangspunkt zurück und streben einem Gleichgewicht zu. Im Gegensatz dazu ist der Prozess, welcher der Zentrenbildung zugrundeliegt, in charakteristischer Weise instabil. Für die Zentrenbildung sind zunehmende Skalenerträge in den Produktionsfunktionen bestimmter Einrichtungen verantwortlich. Sobald zunehmende Skalenerträge eine Rolle spielen, nimmt das Spiel am Markt intrinsisch instabile Züge an. Die Form der Konkurrenz wird monopolistisch; sie wird auch dort, wo sich relativ stabile Einzugsbereiche ausbilden, hochempfindlich für marginale Änderungen in den Ausgangsbedingungen. Deshalb werden zunehmende Skalenerträge in ökonomischen Gleichgewichtsmodellen typischerweise ausgeschlossen. Für die Gründe gibt die Konkurrenz zwischen dem zentral gelegenen Einzelhandel und dessen Großformen in der Peripherie reichhaltigen Anschauungsunterricht.

⁷ Siehe Franck (1998) und die dort erwähnte Literatur.

⁸ Siehe Helbling (1996).

Diese Andeutungen mögen genügen, um die Stabilitätsanalyse städtischer Prozesse als einen Ansatz zur Fortentwicklung der Zeitgeographie nahezulegen. Die Stabilitätsanalyse macht erstens nicht Halt bei den ausgesprochen stabilen Prozessen, sie eröffnet zweitens neue Möglichkeiten der Aggregation von individuellem zu kollektivem Verhalten, und sie stellt drittens den Anschluß zur vielleicht wichtigsten Erweiterung der mathematischen Beschreibungssprachen von Prozessen in diesem Jahrhundert dar. Die Klassifikation von Prozessen nach Stabilität ist eine Einteilung gemäß des Einflusses, die der Zufall auf den Verlauf nimmt. Bei stabilen Prozessen ist die Rolle des Zufalls auf das Wann des Wiedereintritts des Ausgangszustands und auf die Besonderheiten des Sich-Wiedereinpendelns nach Störungen beschränkt. Bei instabilen Prozessen wird die Rolle des Zufalls reichhaltiger. Sie reicht hier von der bloßen Erosion geordneter Strukturen im Sinne wachsender Entropie über die Selbstorganisation sogenannter Kritikalität bis hin zur Emergenz nicht vorhersagbarer neuer Ordnung. Weder die Frage nach der Stabilität selbst noch die nach der Rolle des Zufalls ist von der nach dem Kontext im Konzert der Rhythmen zu trennen. Die Stabilitätsanalyse lenkt das Augenmerk daher ganz von selbst auf die Hierarchie der Ebenen und auf die Eigenschaft individueller Prozesse, Teil einer Schar von Prozessen zu sein. Wiewohl die Stabilitätsanalyse durchaus schon auf qualitativ beschreibender Ebene sinnvoll und versprechend ist, steht inzwischen ein reichhaltiges Instrumentarium auch zur mathematischen Analyse bereit. Die mathematische Theorie instabiler Prozesse nennt sich Nichtlineare Dynamik.⁹

Die Anwendung der Nichtlinearen Dynamik in den Sozialwissenschaften steht noch am Anfang. Bemerkenswert ist allerdings, daß sie bereits als anleitende Idee eine wichtige Rolle in den Bemühungen spielt, einen Begriff der so viel genannten Informationsgesellschaft zu bilden. Bemerkenswert ist darüber hinaus, daß es gerade städtische Prozesse sind, die sich besonderer Beliebtheit als Anwendungsbeispiele der Nichtlinearen Dynamik in der Computersimulation erfreuen.¹⁰ Wiewohl es denn verfrüht wäre, sich jetzt schon auf Verfahren der Nichtlinearen Dynamik als Ausweg aus dem Engpass festzulegen, in welchem sich die Zeitgeographie befindet, so ist es doch an der Zeit, auf das Forschungsfeld hinzuweisen, dass hier auf Bearbeitung - auch und gerade durch Raumplaner - wartet. Mit Sicherheit wird nämlich die Stabilitätsanalyse von Prozessen eine Rolle als Planungsinstrument spielen. Und bereits jetzt wird ein Umdenken in den Zielvorstellungen der Planung - weg von der Herstellung von Zuständen und hin zur Stabilisierung von Prozessen - heftig gefordert.¹¹

Temporale Veränderung

Die Prozessen, von denen bisher die Rede war, sind reale Prozesse. Es ging um Veränderung in dem Sinn, daß Zustände mit unterschiedlichem Datum auch in Struktur oder Funktion verschieden sind. Reale Veränderung ist nun aber nicht die einzige Art Veränderung, die für die Planung von Belang ist. Planung gibt es, weil es außer der realen Veränderung auch noch temporale Veränderung gibt. Mit temporaler Veränderung ist gemeint, daß Zustände, die zunächst künftig sind, gegenwärtig werden, um dann in vergangene überzugehen.

Reale und temporale Veränderung schließen einander nicht - jedenfalls nicht notwendig - ein. Es gibt reale ohne temporale Veränderung und umgekehrt. Das Weltbild des Blockuniversums schließt temporale Veränderung sogar explizit aus. In der Raumzeit gibt es keine zeitlichen Regionen, die sich in der Art des Existierens unterscheiden würden. Der Zustand, der in diesem Moment jetzt gegenwärtig ist, ist physikalisch in keinem höheren Sinne real als irgend einer mit davon verschiedenem Datum. Zukunft und Vergangenheit bezeichnen in der Raumzeit Richtungen der Zeit, aber keine Regionen des Noch-nicht- beziehungsweise Nicht-mehr-Existierens. Im Blockuniversum existieren die Zustände, die wir sukzessiv einen nach dem anderen erleben, Seite an Seite. Umgekehrt setzt die spontane Umwandlung von künftigen Weltzuständen in gegenwärtige und weiter in vergangene nicht voraus, daß diese Weltzustände auch in Struktur und Funktion verschieden sind. Vielmehr vergeht die Zeit auch in den real gleichbleibenden Teilen der Welt.

Planung hat erst Sinn und kommt erst vor, wo die Zeit eine noch andere Bedeutung als die hat, von der die Zeitgeographie handelt. Planung ist eine in die Zukunft gerichtete Tätigkeit und nutzt den Sachverhalt, daß künftige Weltzustände *für uns*, als Planende, *noch nicht* existieren. Diejenige Planung wäre keine, die nicht

⁹ Siehe als Überblick Atmanspacher (1996).

¹⁰ Siehe Schweitzer (1997), part II, sec. 3.

¹¹ Zu nennen sind hier Planer/Architekten wie Greg Lynn und Winnie Maas. Siehe Davidson 1996.

damit rechnet, daß die Zeit vergeht. Das Rechnen mit dem Vergehen der Zeit ist nun aber alles andere als trivial. Intuitiv rechnen wir mit dem Vergehen der Zeit durch den Gebrauch der sprachlichen Tempora und durch die Pflege der kognitiven Karte, die uns wissen läßt, wo wir uns in der Zeit befinden. Der Gebrauch der sprachlichen Tempora schließt den Umgang mit dem Sachverhalt ein, daß Sätze, die Eigenschaften wie "gegenwärtig" oder "künftig" präzisieren, spontan ihren Wahrheitswert verändern. Ein Ereignis, daß heute noch künftig ist, kann morgen gegenwärtig und übermorgen schon vergangen sein. Die Pflege der kognitiven Karte ist ein Vorgang von anderer Art, als es die Prozesse sind, die auf der Karte verzeichnet sind. Der Unterschied entspricht dem zwischen dem Prozess der Planung und den beplanten Prozessen.

Es ist bis heute weder gelungen, das Vergehen der Zeit physikalisch zu erklären, noch, den Prozess, den wir als zeitliches Werden und Vergehen erleben, schlüssig zu beschreiben.¹² Der Wechsel der Wahrheitswerte temporaler Prädikate führt in Paradoxien, die nach wie vor der Auflösung harren.¹³ Als Planende haben wir nun aber nicht die Option, die Verschiebung des Jetzt entlang der chronologischen Achse einfach zu ignorieren. Die Aktivität des Planens besteht nicht zunächst im Abfassen von Dokumenten, sondern im gegenwärtigen Umgang mit künftigen Vorgängen. Das Planen schlägt die Brücke zwischen Gegenwart und Zukunft, indem es jetzt schon Prozesse denkt, die erst künftig Wirklichkeit werden. Das Denken in künftigen Prozessen ist das Charakteristikum des zeitlichen Raisonnements einer Planung, die weg von der Vorstellung herzustellender Zustände und hin zum Selbstverständnis einer Mitspielerin einen komplexen Zusammenspiels von Prozessen strebt. Die maschinelle Unterstützung dieses selbstbewußten Mitspiels wird nicht umhin können, die Zeit in der Bedeutung miteinzubeziehen, die hinter der temporalen Veränderung steckt.

Tatsächlich ist diese Einbeziehung möglich. Voraussetzung ist allerdings, daß Zeit im Datenmodell nicht eindimensional, sondern zweidimensional repräsentiert wird. Die Eigenschaften des Künftig-, Gegenwärtig- und Vergangenseins müssen in Relationen aufgelöst werden. Sie müssen aufgelöst werden in die Relation zwischen der Zeitstelle, an der das fragliche Ereignis tatsächlich statthat, und der Zeitstelle, an der das Ereignis - je nach dem - vorweggenommen, tatsächlich erfahren oder erinnert wird. Beide Zeitstellen können durch eine Datumsangabe bezeichnet werden. Nennen wir die Zeitstelle des realen Vorkommens t_r und die des subjektiven Vorstellens beziehungsweise Erfahrens t_s . Daß ein Ereignis künftig ist, heißt dann, daß $t_r > t_s$, daß es gegenwärtig ist, $t_r = t_s$, daß es vergangen ist, $t_r < t_s$ (siehe Abb. 4). Um eine Maschine zum korrekten Umgang mit den temporalen Eigenschaften zu befähigen, müssen Ereignisse erstens mit zweistellig Vektoren (t_r, t_s) datiert werden, und muß zweitens der Umgang mit dieser Art Datierung programmiert werden. Es muß die Regel implementiert werden, das sich der "Zeitstempel" t_r niemals ändert, während das Datum t_s niemals gleichbleibt.¹⁴

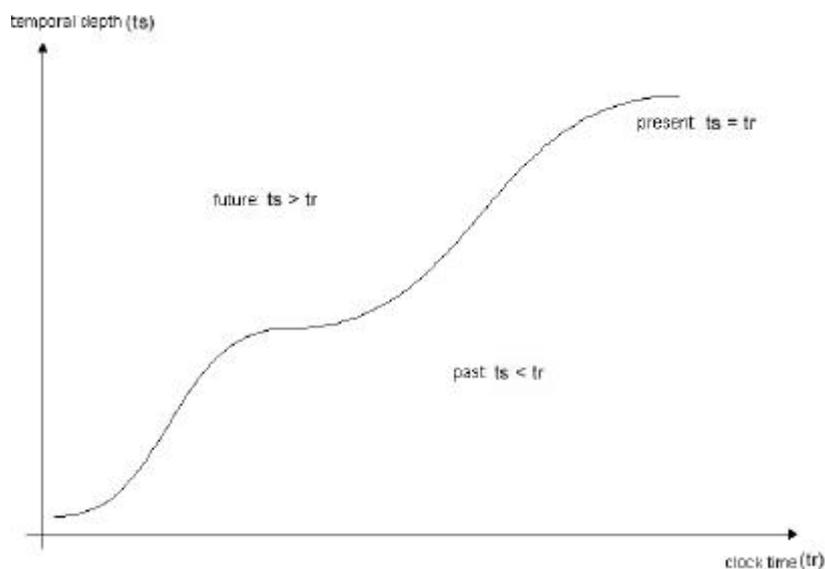


Abb. 4 Das temporale Feld

¹² Zur Ausführung siehe Franck (im Druck).

¹³ Siehe im einzelnen Franck (1989) und (1994).

¹⁴ Siehe Franck (1989).

Ereignisse, die unterschiedliche Daten tragen, ohne ihre Identität zu verlieren, sind nicht länger eindeutig in einer einzigen Dimension zu ordnen. Tatsächlich können Ereignisse, die temporaler Veränderung unterworfen sind, denn auch sowohl nach dem Datum t_T wie nach dem Datum t_S sortiert werden. Sie können, anders gesagt, nach dem Datum ihres realen Vorkommens als auch nach den Daten ihrer vorwegnehmenden, konkret erfahrenden oder erinnernden vergegenwärtigung geordnet werden. Künftige und vergangene Ereignisse existieren für uns, die wir in der Gegenwart leben, nur in gegenwärtig vorstellendem Bewußtsein. Die Aktivität des Vorstellens ist ein Prozess in t_T , der allerdings Ereignisse ver-gegenwärtigt, die nur in der Achse t_S zugegen sind. Sie stellt einen Prozess dar, der andere Prozesse, nämlich die projizierten oder erinnerten Episoden, in sich verschachtelt. Diese anderen Prozesse sind orthogonal zur Aktivität des Vorstellens in dem Sinn, daß das Fortschreiten entlang der realen Achse unabhängig vom Fortschreiten entlang der vorgestellten Achse ist.

Der geometrische Ort dieser Art von Prozessen ist keine zeitliche Linie, sondern eine zeitliche Fläche. Die Fläche wird dadurch gefüllt, daß zu jedem Zeitpunkt in der Achse t_T eine historische Ordnung entlang der Achse t_S gehört, die die gesamte Zukunft und Vergangenheit - von diesem einen Zeitpunkt aus gesehen - umfaßt (siehe Abb. 5). Zu jedem Zeitpunkt gehört, anders gesagt, eine individuelle Ordnung von Zukunft, Gegenwart und Vergangenheit. Jeden Moment wird ein Moment, der bis dahin künftig war, gegenwärtig; jeden Moment rückt die Gesamtheit aller noch künftigen Momente näher zur Gegenwart; jeden Moment versinkt die Gesamtheit der vergangenen Momente tiefer in die Vergangenheit. Temporale Veränderung meint nicht nur, daß sich der Zeitpunkt, der jetzt ist, laufend verändert, sondern auch, daß die Regionen des noch nicht und nicht mehr Seienden niemals gleichbleiben. Die Zustandsfolgen dieses Gesamtprozesses lassen sich nur in einer flächigen Geometrie darstellen.¹⁵

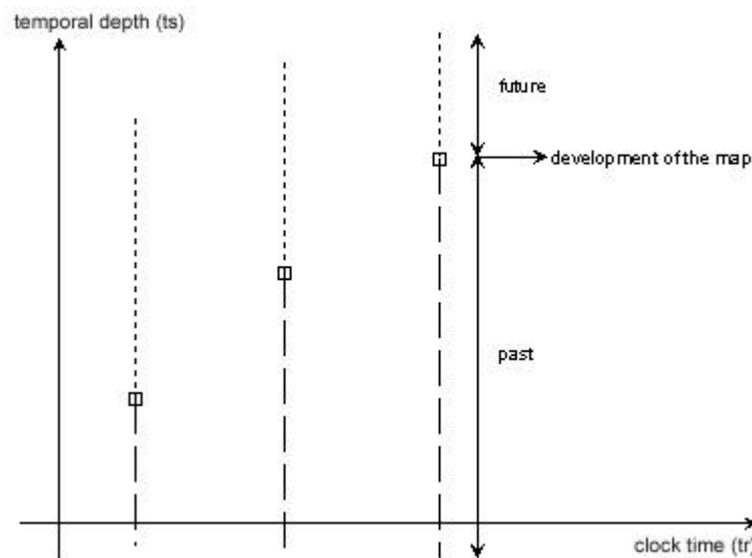


Abb. 5 Die zeitlich individuellen Ordnungen von Zukunft, Gegenwart und Vergangenheit

Die Implementation einer fünften Dimension macht das zeitliche erst zum historischen GIS. Das Wissen um den Lauf der Geschichte ist in die Evolution historischen Wissens eingeschachtelt. Jedem Zeitpunkt in t_T entspricht nicht nur eine bestimmte reale Situation, sondern auch ein bestimmtes Geschichtsbild, das sich über die gesamte Achse t_S erstreckt. Die Evolution dieses Geschichtsbilds nimmt beide Zeitachsen - oder anders ausgedrückt: zweierlei zeitliche Freiheitsgrade - in Anspruch. Für die historische Rekonstruktion ist denn auch nicht nur die Sortierung der Fakten nach dem Objektdatum t_T , sondern ebenso die nach dem Datum t_S , an dem die Datierung vorgenommen beziehungsweise nachträglich verändert wurde, von Belang. Um die Arbeit dieser Art Rekonstruktion zu unterstützen, muß ein GIS die Datierung sowohl nach dem Objektdatum als auch nach dem Systemdatum erlauben, an dem die Daten eingegeben beziehungsweise manipuliert wurden.

Noch viel mehr als für den Umgang mit der Vergangenheit ist die zweistellige Datierung für den Umgang künftigen Ereignissen relevant. Für Prognosen ist das Datum der Erstellung so wichtig wie der Zeitraum, auf

¹⁵ Zu weiteren Gründen für eine zweidimensionale Repräsentation der Zeit siehe Snodgrass (1992).

den sie sich beziehen. Um das Projektieren durch reasoning zu unterstützen, muß das System in der Lage sein, den Prozess des Vorwegnehmens klar vom projektiereten beziehungsweise prognostizierten Verlauf zu unterscheiden. Mehr noch: das System sollte in der Lage sein, den projektierten/prognostizierten Prozess ausdrücklich in den Prozess des Projektierens/Prognostizierens zu verschachteln. Es ist diese Verschachtelung, die durch die zweidimensionale Repräsentation der temporalen Veränderung regulär möglich wird.

Die Unterscheidung des Planungsprozesses von den planungsgegenständlichen Prozessen ist der entscheidende Schritt zur maschinellen Unterstützung des seiner selbst bewußten planerischen Rasonierens. Erst dadurch, daß die geplanten Prozesse vom Prozess der Planung unterschieden werden, kommt die Maschine in die Lage, das im eigentlichen Sinne planerische Rasonieren zu unterstützen. Die Maschine, die zu dieser Unterscheidung fähig ist, verarbeitet nicht länger nur syntaktische, sondern - in gewissem Sinne - auch semantische Information. Die Beziehung zwischen einem aktuell laufenden Prozess zu einem anderen, der in ihn einschachtelt ist und ein anderes Datum trägt, kommt derjenigen nahe, die wir Bedeutung nennen. Ein anderer Ausdruck für die mangelnde "Intelligenz" räumlicher Informationssysteme ist, daß sie die semantische Dimension des Informierens nicht beherrschen.

LITERATUR

- Atmanspacher, Harald (1996), Informationsdynamik als formaler Ansatz für ein interdisziplinäres Wissenschaftsverständnis, in: Realitäten und Rationalitäten, Jahrbuch Selbstorganisation, Bd. 6, Berlin: Duncker & Humboldt
- Carlstein, T. (1980), Time Resources, Society and Econolgy, Lund
- Davidson, Cynthia (ed.) (1996), Anywise, Cambridge, Mass.: MIT Press
- Franck, Georg (1989), Das Paradox der Zeit und die Dimensionszahl der Temporalität, in: Zeitschrift für Philosophische Forschung, Bd. 43, Heft 3
- Franck, Georg (1992), Raumökonomie, Stadtentwicklung und Umweltpolitik, Stuttgart: Kohlhammer
- Franck, Georg (1994), Physical time and intrinsic temporality, in: Harald Atmanspacher/ Gerhard J. Dalenoort (eds.), Inside Versus Outside. Endo- and Exo-Concepts of Observation and Knowledge in Physics, Philosophy, and Cognitive Science, Berlin: Springer
- Franck, Georg (1996) Der innervierte Raum. Zum Einfluß der Telematik auf Stadt und Umwelt, in: Ulrich Schwarz (Hg.), Risiko Stadt? Deutscher Architektentag 1994 Hamburg, Hamburg: Junius
- Franck, Georg (1997) Künstliche Raumzeit. Zur ökonomischen Interdependenz von Raum und Zeit, in: Merkur Nr. 582/583 (September/Oktober 1997)
- Franck, Georg (1998) Raumplanung für die Informationsgesellschaft, in: Bauwelt, Bd. 89, Nr. 20 (Mai 1998)
- Franck, Georg (im Druck), Time, actuality, novelty, and history. Some facets of a phenomenon still awaiting comprehension, in: Life and Motion of Socio-Economic Units, ed. by Jean Paul Cheylan/ Andrew Frank/ Jonathan Raiper, London: Taylor & Francis
- Hägerstrand, Torsten (1970), What about people in regional science?, in: Papers and Proceedings of the Regional Science Association, Bd. 24
- Helbling, D. (1996), Verkehrsdynamik. Neue physikalische Modellierungskonzepte, Heidelberg: Springer
- Kreibich, V./ B. Kreibich/ G. Ruhl (1987), Aktionsraumforschung in der Landes- und Regionalplanung. Entwicklung eines Raum-Zeit-Modells, Dortmund: Schriftenreihe des Instisuts für Landes- und Stadtentwicklung (ILS) 1, Bd. 41
- Schweitzer, Frank (ed.) (1997), Self-Organization of Complex Systems. From Individual to Collective Dynamics, Amsterdam et al.: Gordon and Breach
- Snodgrass, Richard T. (1992), Temporal databases, in: A. U. Frank/ I. Campari/ U. Formentini (eds.), Theories and Methods of Spacio-Temporal Reasoning in Geographic Space, Berlin: Springer, pp. ???
- Spiekermann, Klaus/ Michael Wegener (1996), Trans-European networks and unequal accessibility in Europe, in: European Journal of Regional Development, EUREG, no. 4, 1996
- Tzschaschl, S. (1986), Geographische Forschung auf der Individualebene. Darstellung und Kritik der Mikrogeographie, Kallmünz: Münchner Geographische Hefte, Bd. 53
- Wegener, Michael/ Klaus R. Kunzmann/ Klaus Spiekermann (1994), Wachsendes Europa - schrumpfender Raum, in: ARCH+, Nr. 122 (Juni 1994)