

Die Stadt als dynamisches System

Vom Denken in dauerhafter Strukturen zum Denken in stabilen Prozessen

Georg Franck

Obwohl immer wieder gefordert wird, daß die räumliche Planung zu einem Denken in Prozessen übergeht, ist es nach wie vor üblich, im Vergleich von Ist- und Soll-Zuständen zu planen. Der Grund liegt in den Schwierigkeiten, räumliche Strukturen in dynamische Begriffe zu übersetzen. Die Übersetzung scheitert, wenn nur die veränderlichen Teile der Struktur als Prozeß aufgefaßt werden. Der Übergang vom Denken in Zuständen zum Denken in Prozessen ist erst dann geschafft, wenn die Struktur als solche in dynamischen Begriffen beschrieben ist. Die Struktur als ganze, das heißt, sowohl die Aspekte, die sich verändern, als auch diejenigen, die verharren. Im folgenden sei ein Ansatz vorgestellt, der die Trennung von Wandel und Dauer überbrückt.

Rhythmen der Stadt

Städte sind, wenn man sie als dynamische Systeme auffaßt, Systeme periodischer Austauschbeziehungen. Es sind die regelmäßigen persönlichen Fahrten, die regelmäßig ausgetauschten Güter, Dienstleistungen und Nachrichten, die eine Ansammlung von Standorten zu einer Stadt zusammenschweißen. Sobald man Städte nun aber als Systeme von Austauschbeziehungen ansieht, zeigt sich, daß

ihre räumlich dauerhafte Struktur ebenfalls einen Teil dieser Prozesse darstellt. Auch die gebaute Struktur muß in periodischen Abständen erneuert – also ausgetauscht – werden, um zu dauern. Das heißt, der bauliche Bestand ist Teil einer viel größeren Gesamtheit *stabiler* Prozesse. Stabile Prozesse sind solche, in denen das, was passiert, immer wieder passiert – und zwar auch dann, wenn das Geschehen zwischenzeitlich unterbrochen oder gestört wird.

Der Inbegriff stabiler Prozesse sind Rhythmen. Rhythmen sind verschieden in der Frequenz und im Maß der Zuverlässigkeit der Wiederholung. Das Maß für die Zuverlässigkeit liegt in der Zeit, die der Rhythmus braucht, um sich nach einer Störung zu erholen. Je kürzer die Zeit ist, die ein Rhythmus braucht, um sich nach einer Störung gegebener Größe zu erholen, um so stabiler ist er als Prozeß.¹

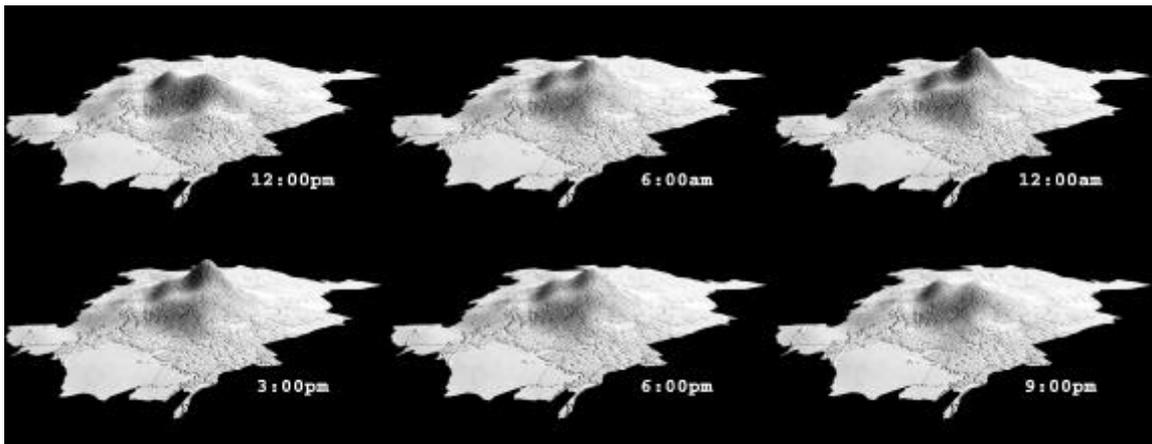


Abb. 1: Die Umverteilung der Tag- und Nachtbevölkerung in Wien. Sequenz aus einer Animation von Arnold Faller

Rhythmisch sind die Grundprozesse des Lebens. Organismen sind Systeme synchronisierter Rhythmen. Die Kreisläufe des Stoffwechsels, der Blutkreislauf, das Atmen, der Wechsel von Wachen und Schlafen sind die Grundzyklen unseres organischen Lebens. Als organische Lebewesen sind wir fest in den Wechsel von

¹ Als technische Referenz siehe H.G. Schuster, Deterministic Chaos. An Introduction, Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft, 1988.

Tag und Nacht eingebunden. Im circadianen Rhythmus schwingt denn auch die ganze Stadt. Deren Tag- und Nachtbevölkerung unterscheiden sich auf charakteristische Weise. Im Zustand der – ob arbeitenden und konsumierenden – Aktivität ist die Bevölkerung stärker zentriert als im Zustand der Entspannung und Ruhe. Die zeitliche Ausdifferenzierung der Tag- und Nachtbevölkerung ist mit deren täglicher Umverteilung verbunden. Diese Umverteilung erzeugt die werktäglichen *rush hours* und bringt Städte dazu, im circadianen Rhythmus wie Organismen mit Blutkreislauf zu pulsieren.

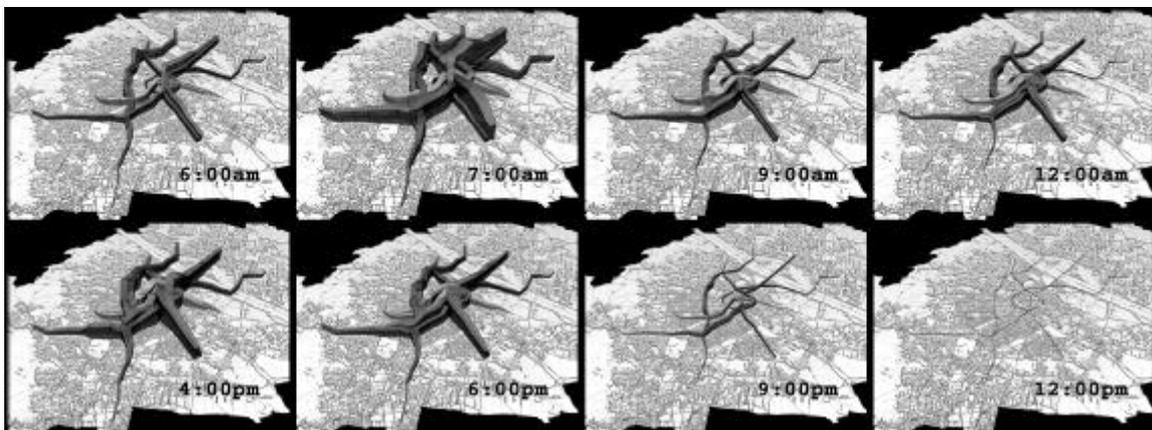


Abb. 1 Tagesverlauf der Auslastung des Wiener U-Bahn-Netzes. Sequenz aus einer Animation von Arnold Faller

Mit unserer organischen Konstitution scheint es auch zu tun zu haben, daß wir nicht jeden Tag die gleiche Zeit arbeiten mögen, sondern einen wöchentlichen Wechsel von Arbeit und Freizeit bevorzugen. Weil Freizeitaktivitäten mit einer noch stärkeren Präferenz für Geräumigkeit und freien Raum verbunden sind als die Ruhe, ist die Tagbevölkerung an den Wochenenden geringer als die Nachtbevölkerung zentriert. Also wechselt der tägliche Rhythmus zwischen Werktag und Wochenende. Dem täglichen ist ein wöchentlicher Rhythmus überlagert.

Dem wöchentlichen Rhythmus sind monatliche, den monatlichen Rhythmen sind jahreszeitliche beziehungsweise Quartalsrhythmen überlagert. Diese beiden

letzteren sind schwächer ausgebildet, aber vom Jahresrhythmus gerahmt, der wiederum einen sehr mächtigen Taktgeber hat, den Umlauf der Erde um die Sonne. Im Jahresrhythmus werden die täglichen und wöchentlichen Rhythmen moduliert. Der Jahresrhythmus ist wiederum von mehrjährigen Rhythmen überlagert.

In Rhythmen von 5 bis 15 Jahren müssen zum Beispiel Gebäude renoviert werden, um als Baubestand aufrechterhalten zu werden. Geschäftsbauten, Produktionsanlagen und Infrastrukturen haben charakteristische Investitions- und Lebenszyklen, die eingehalten sein wollen, wenn ihre Art der Raumnutzung auf Dauer gestellt sein soll. Die typische Erscheinungsform der Störung dieser mehrjährigen Rhythmen sind die Verödung, Verslumung und das Brachliegen von Arealen. Auch diese Desinvestitionsphasen können aber wiederum zu regulären Taktteilen noch längerer Rhythmen werden. Wo es, wie zum Beispiel in amerikanischen Städten, üblich ist, daß Quartiere immer wieder von neuem entwickelt werden, um nach einer gewissen Spanne hochwertiger Nutzung dann wieder in einen Prozeß des Herabfilterns überzugehen, haben diese Quartiere selber Lebenszyklen von 50 bis 100 Jahren.

Der Stufenbau der Rhythmen hört mit den 100 jährigen nicht auf und fängt nicht erst mit den täglichen an. Räumliche Strukturen, ob natürlich entstanden oder von Menschenhand geschaffen, unterliegen Erneuerungszyklen, wenn sie tatsächlich dauerhaft sind. Die Länge der Intervalle reicht vom erdgeschichtlichen Maßstab über die jahres- und tageszeitlichen Rhythmen bis hinab zur submikroskopischen Ebene der physikalisch elementaren Schwingungen. Nicht dieses ganze Spektrum ist für die Raumplanung interessant. Aber gerade im Kernbereich des Interesses haben wir mit einem System von Maßstabsebenen zu tun, das keineswegs nur oberflächlich an das der räumlichen Maßstäbe erinnert, mit dem die Planung zu arbeiten gewohnt ist.

Rhythmen sind stabile Prozesse.

Betrachtet man Städte als Systeme synchronisierter Rhythmen, dann zeigt sich nicht nur der gemeinsame prozeßhafte Charakter der Aufrechterhaltung und Nutzung der gebauten Struktur. Es treten dann auch die Parameter ins Bild, mit deren Hilfe sich der Unterschied zwischen dauerhafter Struktur und dynamischem Wechsel in ein Spektrum von Differenzen innerhalb der Dynamik überführen läßt.

Das räumliche Gleichgewicht, das sich als ein System von ineinander geschachtelten Rhythmen einschwingt, ist von einer Stabilität, die sich von massivsten Störungen wieder erholt. Städte gehören zu den robustesten der kulturell unterhaltenen Strukturen überhaupt. Sie überleben Erdbebenkatastrophen, Wirtschaftszusammenbrüche, politische Revolutionen und Bombenkriege. Je massiver die Störung, um so länger dauert es jedoch, bis der Gesamtprozeß sich wieder erholt.

Die Zeit, die die Erholung eines Rhythmus nach einer Störung in Anspruch nimmt, ist das generelle Maß für die Stabilität des Prozesses. Prozesse sind stabil, wenn sie auf Störungen dämpfend reagieren. Je stärker die Dämpfung, um so stabiler ist (unter sonst gleichen Bedingungen) der Prozeß. Je stärker die Kraft zur Dämpfung, um so schneller findet der Prozeß zum Ausgangszustand zurück. Das Maß der Dämpfung läßt eine generelle Charakteristik von Prozessen vornehmen. Es spannt ein Spektrum auf zwischen Prozessen, die in kürzester Zeit nach noch so massiven Störungen zu ihrem Ausgangszustand zurückkehren, und Prozessen, die auf kleinste Störungen mit massiver Verstärkung reagieren. Geht man von Prozessen mit dem höchsten Maß an Dämpfung aus und mindert dieses Maß nach und nach, dann geht man zu Prozessen mit zunehmend schwächerer Tendenz der Rückkehr zum Ausgangszustand über. Man erreicht dann den Punkt, an dem keine Dämpfung mehr festzustellen ist. Keine Dämpfung heißt, daß sich die Veränderung, die die Variablen des Systems durch die Störung erfahren, hält, bis eine neue Störung sie wieder verändert. Geht man von diesen, wie sie genannt werden, konservativen Prozessen entlang des Spektrums weiter, dann bekommt

man mit Prozessen zu tun, die auf Störungen nicht nur nicht dämpfend, sondern verstärkend reagieren. Es sind Prozesse, deren Dynamik dazu neigt, den Effekt der Störung aufzuschaukeln. Prozesse dieser Art sind intrinsisch instabil. Mit der Instabilität nimmt die Empfindlichkeit auf kleine Veränderungen in den Anfangsbedingungen zu. Das Maß für die Instabilität kann hier nicht mehr die Zeit des Zurückfindens zum Ausgangszustand sein, sondern die Zeit, nach der keine sinnvolle Prognose über den weiteren Verlauf mehr möglich ist. Das Interessante an dieser Klassifikation stabiler, konservativer und stochastischer Prozesse ist, daß sie sich anhand einer Meßzahl, der Summe der sogenannten Ljapunov-Exponenten, vornehmen lässt.²

Städtische Strukturen als Koppelung stabiler und instabiler Prozesse

Städte stellen ein inniges Zusammen von stabilen und instabilen Prozessen dar. Ja mehr noch: in den Prozessen, aus denen Städte als sich selbst organisierende und aufrechterhaltenden Gebilde bestehen, sind beide Typen von Prozessen grundsätzlich gemischt. Das sei an den beiden Merkmalen illustriert, die in der planerischen Wahrnehmung der Städte an vorderster Stelle stehen: an der Zentriertheit der Stadtregionen und an der Aufrechterhaltung des Baubestands.

Stadtzentren, ob Hauptzentrum oder Nebenzentren, sind Ansammlungen zentraler Einrichtungen. Den Kern der zentralen Einrichtungen bilden publikumsorientierte Versorgungs- und Dienstleistungsbetriebe, die erhebliche Vorteile aus der Größenordnung des Betriebs ziehen. Publikumsorientierte Betriebe, die mit um so höherem Wirkungsgrad arbeiten, in je größerem Maßstab sie betrieben werden, neigen zu zweierlei. Sie neigen erstens dazu, einen größeren Einzugsbereich zu versorgen, und sie haben zweitens die Neigung, mit

² Vergl. hiermit und mit dem folgenden Georg Franck und Michael Wegener, Die Dynamik räumlicher Prozesse, in: Dietrich Henckel und Matthias Eberling (Hg.), Raumzeitpolitik, Opladen: Leske & Budrich, 2002, S. 145-62; on-line unter: <http://www.iemar.tuwien.ac.at/publications>

ihresgleichen zu agglomerieren. Um die Vorteile des größeren Maßstabs zu realisieren, müssen sie ein größeres Publikum als nur die Nachbarschaft versorgen. Als publikumsorientierte Einrichtungen fallen Wege zwischen ihnen an, die durch Agglomeration mit gleichen und ähnlichen Einrichtungen vermieden oder verkürzt werden. Durch die Agglomeration wiederum werden die Wegkosten aus dem Einzugsbereich auf die Weise gemindert, daß auf einem Weg ins Zentrum mehrere zentralen Einrichtungen auf einmal besucht werden können.

Die periodischen Fahrten der Nachfrager zentraler Güter in die Zentren stellen einen insgesamt stabilen Prozeß dar. Er ist an Stabilität sogar vergleichbar mit demjenigen der Umverteilung von Tag- und Nachtbevölkerung. Ein Markt hingegen, auf dem Betriebe mit zunehmenden Skalenerträgen konkurrieren, stellt einen für sich genommen instabilen Prozeß dar. Die Instabilität rührt daher, daß die zunehmenden Skalenerträge die größeren gegenüber kleineren der miteinander konkurrierenden Betriebe begünstigen. Die Überlegenheit der jeweils größeren führt von offener zu monopolistischer Konkurrenz und schließlich zu einem monopolistischen Ausscheidungskampf. Durch diese Entwicklung zerstört sich der Markt – also der fragliche Prozeß – selbst. Selbstzerstörung ist das Gegenteil von der Rückkehr zum Ausgangszustand.

Tatsächlich wird diese Tendenz zur Selbstzerstörung nun aber dadurch aufgehalten, daß der Prozeß der Konkurrenz zwischen den zentralen Einrichtungen an den Prozeß der Pendelbewegungen aus dem Einzugsbereich gekoppelt wird. Mögen die Skalenerträge auch ohne Ende wachsen, die Einzugsbereiche werden es – aufgrund der Fahrtkosten – nicht. Vielmehr wird sich eben die Vielzahl von Einzugsbereichen und damit von Zentren herausbilden, die für städtische Siedlungsstrukturen charakteristisch ist. Also existiert dieses System insgesamt aufgrund der Koppelung eines hochgradig instabilen mit einem hochgradig stabilen Prozeß.

Eine analoge, wenngleich völlig anders gelagerte, Koppelung stellt die Aufrechterhaltung des Baubestands dar. Der Baubestand ist, wie alle geordneten

Strukturen, den Kräften des Wachstums der Entropie ausgesetzt. Er muß, soll er bestehen belieben, regelmäßig erneuert werden. Das Wachstum der Entropie ist ein Prozeß der Entstabilisierung, denn je höher das Maß der Entropie eines Ausschnitts der Raumzeit, um so höher ist auch das Maß der Stochastizität der Prozesse, die zu ihm hin und von ihm wegführen. Wo die Erneuerung regelmäßig erfolgt, wird diese Art Entstabilisierung konterkariert. Renovierungen des Baubestands sind im typischen Fall nun aber mit technischen Erneuerungen verbunden. Die technische Entwicklung ist ein anderes Beispiel eines instabilen Prozesses. Sie ist ein Prozeß der Entdeckung und Erfindung, das heißt, ein Prozeß, in dem etwas entsteht, das nicht schon im vorgegebenen Stand des Wissens und der Kenntnisse enthalten war. Die technische Innovation stellt, anders gesagt, einen Prozeß der Informationsproduktion dar.

Die innige Koppelung von stabilen und instabilen Prozessen ist, was Städte zu einerseits höchst dauerhaften und andererseits brodelnd lebendigen Gebilden macht. Städte gehören, wie gesagt, zu den dauerhaftesten gesellschaftlichen Strukturen überhaupt. Ihre Dauerhaftigkeit ist aber verbunden mit ständiger Veränderung und Entwicklung. Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß die Charakteristik von Prozessen mit der Einteilung in stabile, konservative und stochastische Prozesse noch nicht zu Ende ist. Zusätzlich zur Klassifikation der Prozesse nach Stabilität sind die Ljapunov-Exponenten auch geeignet, die Zustände zu klassifizieren, denen das System nach einer Störung zustrebt. Dieser Zustand, nämlich der sogenannte Attraktor, kann im Anfangszustand, er kann in einer bestimmten Abfolge von Zuständen oder er kann in einem bestimmten Gebiet im sogenannten Phasenraum bestehen. Attraktoren dieser letzteren Art sind für Prozesse charakteristisch, die stabile und instabile Komponenten koppeln. Sind sämtliche Komponenten stabil, dann liegt ein sogenannter Fixpunkt oder stationärer Zustand als Attraktor vor. Sind die Komponenten stabil bis auf eine, die konservativ ist, dann stellt der Attraktor einen Grenzzyklus dar. Das Verhalten des Systems ist dann periodisch, was heißt, daß ein bestimmter Zustand nach einem bestimmten Intervall immer wieder durchlaufen wird. Vereinigt ein System mehrere stabile und mindestens eine instabile Komponente, dann kann ein sogenannter chaotischer oder seltsamer Attraktor vorliegen, der für Prozesse der

Selbstorganisation charakteristisch ist. Das Verhalten des Systems wird dann deterministisches Chaos genannt .

Sowohl der Prozeß der Aufrechterhaltung und Entwicklung des Systems der Zentren als auch der Prozeß der Erhaltung und inneren Entwicklung des Baubestands sind Konglomerate von Prozessen, die zum Teil durch eine dämpfende und zum Teil durch eine aufschaukelnde Anpassungsreaktion charakterisiert sind. Damit taucht die Möglichkeit auf, die selbstorganisierte Stabilität der räumlichen Struktur von Städten mittels chaotischer Attraktoren zu beschreiben.

Ausblick

Die konsequente Übersetzung städtischer Strukturen in dynamische Begriffe bringt neue Ansätze für die Diagnose städtischer Probleme und neue Ansatzpunkte für planerische Eingriffe zum Vorschein. Die Diagnose räumlicher Verhältnisse wird gleichnamig mit der Bestimmung der Veränderungspotentiale, denen sie ausgesetzt sind und die sie selbst enthalten. Der dynamische Ansatz legt eine Stabilitätsanalyse räumlicher Prozesse nahe, die sowohl die Taktgeber, die Koppelungsverhältnisse und die intrinsische Stabilität der Prozesse einschätzt. Raumplanung würde so zur gezielten Stabilisierung beziehungsweise Entstabilisierung von Prozessen. Der Ansatz legt schließlich einen ganz bestimmten Umgang mit instabilen Prozessen nahe. Er regt an, Städte als informationsproduzierende Systeme im Sinne der sogenannten Informationsdynamik³ zu untersuchen.

³ Siehe zur Einführung Harald Atmanspacher, Informationsdynamik als formaler Ansatz für ein interdisziplinäres Wissenschaftsverständnis, in: Realitäten und Rationalitäten, Jahrbuch Selbstorganisation, Bd. 6, Berlin: Duncker & Humboldt, 1996, 177-196.