



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Vienna University of Technology

Diplomarbeit

Gentrification-Simulation

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des
akademischen Grades eines Diplom-Ingenieurs

unter der Leitung von

Univ.Prof. Mag.rer.nat. Dr.techn. **Rudolf Giffinger**

E280 – Department für Raumentwicklung, Infrastruktur- und Umweltplanung

Fachbereich Stadt- und Regionalforschung

eingereicht an der

Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

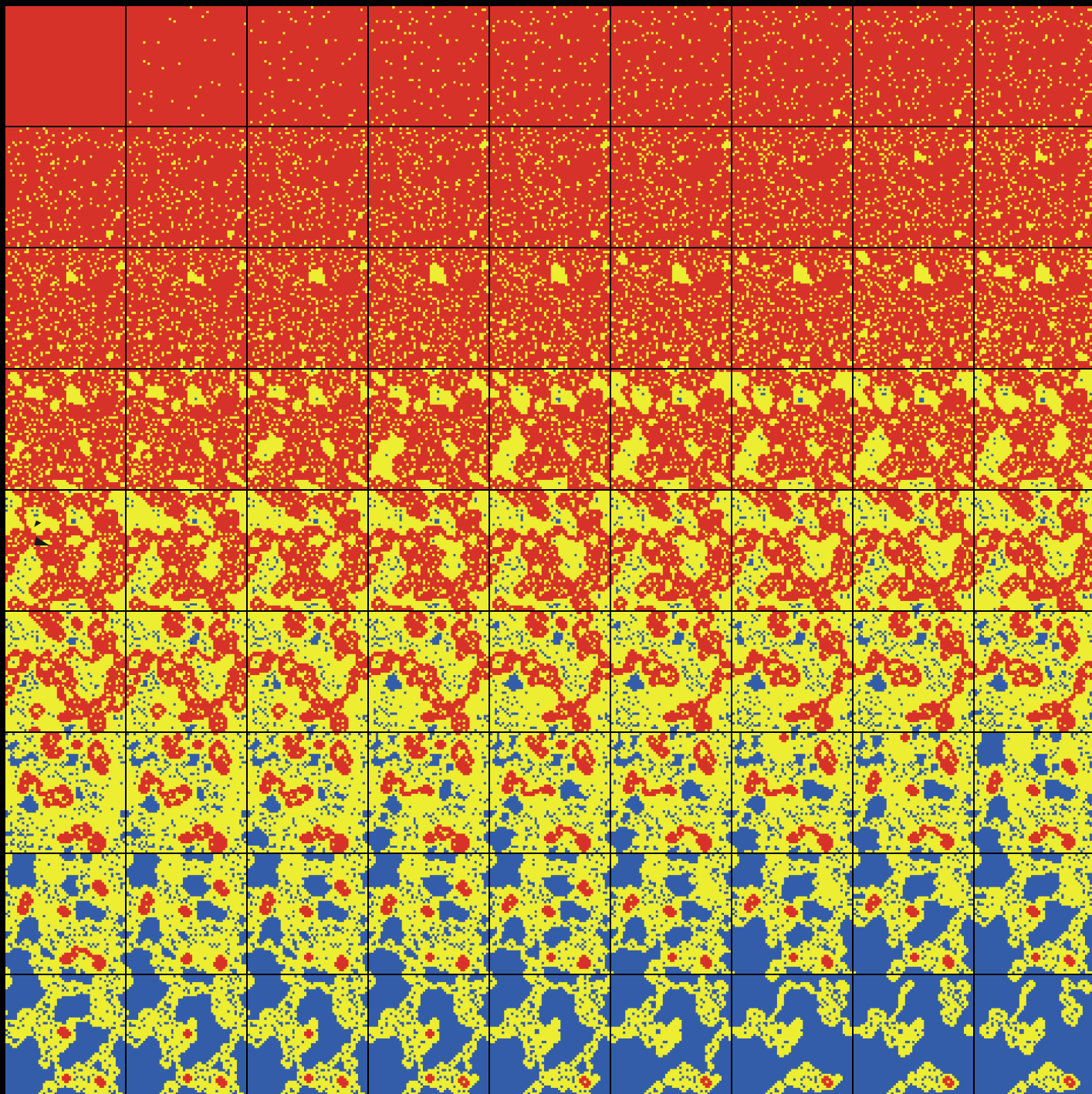
Roman Seidl

9550990

Jungstraße 15/1/15

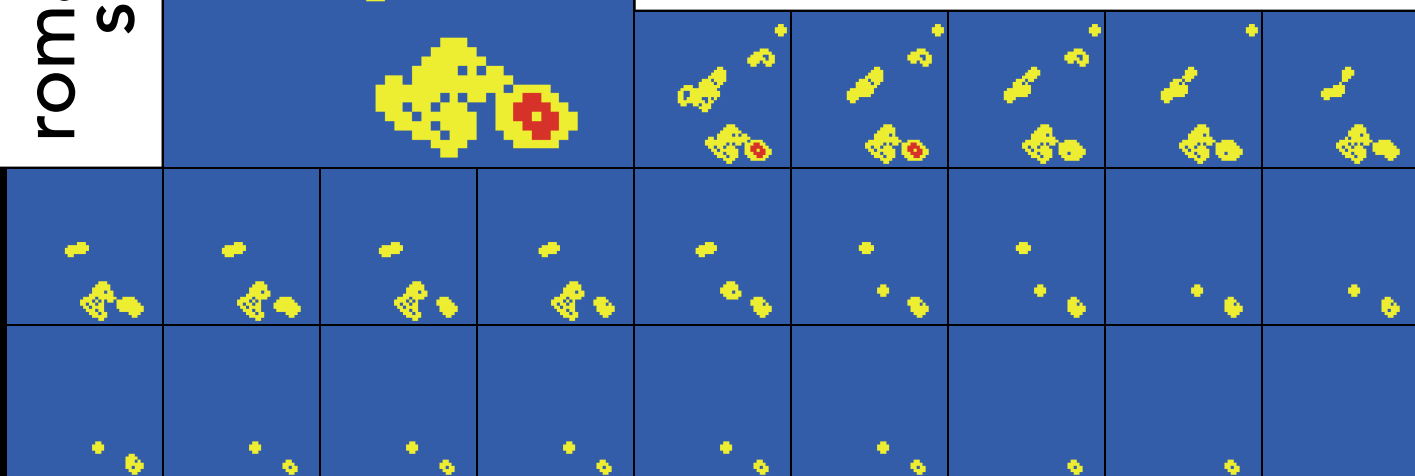
1020 Wien

Wien, am 18.12.2009



roman
seidl

Gentrification- Simulation



I

Inhalt

1 Einleitung	1
2 Gentrification	5
2.1 Einleitung	5
2.2 Phasenmodelle	7
2.2.1 Frühe Phasenmodelle	8
2.2.2 Doppelter Invasions-Sukzessions-Zyklus	9
2.2.3 Neue Phasenmodelle	11
2.2.4 Tipping Models	13
2.3 Theorien	14
2.3.1 Angebotsmodelle	15
2.3.2 Nachfragemodelle	21
2.3.3 Gentrification-Debatten	26
2.4 Weiterentwicklung?	28
3 Simulation	31
3.1 Simulation als Methode	31
3.1.1 Anwendung	33
3.1.2 Möglichkeiten	34
3.1.3 Anwendbarkeit	36
3.2 Simulationsverfahren	37
3.2.1 System Dynamics	38
3.2.2 Diskrete Ereignissimulation	39
3.2.3 Mikroanalytische Simulation	40
3.2.4 Mehrebenenmodelle	41
3.2.5 Zelluläre Automaten	42
3.2.6 Multi-Agenten-Modelle	44
3.3 Zusammenfassung	47

4 Simulation von Gentrification	49
4.1 Einleitung	49
4.2 Kritische Nachbarschaften	49
4.2.1 Self-Organized Criticality	50
4.2.2 Das Modell	51
4.2.3 Anwendung	52
4.2.4 Möglichkeiten und Grenzen	53
4.3 Zellulärer Rent-Gap-Automat	54
4.3.1 Das Modell	55
4.3.2 Anwendung	57
4.3.3 Möglichkeiten und Grenzen	58
4.4 Nachfragedynamik	59
4.4.1 Ablauf	60
4.4.2 Entscheidungen	60
4.4.3 Anwendung	61
4.4.4 Möglichkeiten und Grenzen	62
4.5 Rent-Gap-Agenten	63
4.5.1 Raum	63
4.5.2 Agenten	64
4.5.3 Anwendung	65
4.5.4 Möglichkeiten und Grenzen	67
4.6 Segregiertes Marktgleichgewicht	67
4.6.1 Raum	67
4.6.2 Haushalte	68
4.6.3 Immobilienentwickler	70
4.6.4 Ergebnisse	70
4.6.5 Möglichkeiten und Grenzen	71
4.7 Gentrification-Karrieren	72
4.7.1 Verlauf	73
4.7.2 Ergebnisse	73
4.7.3 Möglichkeiten und Grenzen	75
4.8 Zusammenfassung	75

5 Invasions-Sukzessions Modelle	78	III
5.1 Einleitung	78	
5.2 Invasions-Sukzessions-Automat	80	
5.3 Doppelter Invasions-Sukzessions-Automat	88	
5.4 Schlussfolgerungen	98	
6 Zusammenfassung	101	
7 Anhang	107	
7.1 Programmcode des Invasions-Sukzessions-Automaten	107	
7.2 Programmcode des doppelten Invasions-Sukzessions-Automaten	110	
7.3 Lizenzhinweise	116	
8 Literatur	117	

Abbildungen

Abbildung 1 <i>Doppelter Invasions-Sukzessions-Zyklus</i>	11
Abbildung 2 <i>Phasenmodell nach Hackworth, Smith, 2001</i>	12
Abbildung 3 <i>Grundrenten in Chicago (nach Hoyt 1933)</i>	18
Abbildung 4 <i>Die Entwicklung der Rent-Gap</i>	19
Abbildung 5 <i>Veränderung der Rent-Gap durch Gentrification</i>	20
Abbildung 6 <i>Logik statistischer Modelle</i>	32
Abbildung 7 <i>Logik von Simulationsmodellen</i>	32
Abbildung 8 <i>Geschichte der Simulationsverfahren</i>	38
Abbildung 9 <i>System-Dynamics Diagramm</i>	38
Abbildung 10 <i>Diagramm für ein Warteschlangenmodell</i>	40
Abbildung 11 <i>Nachbarschaften</i>	42
Abbildung 12 <i>Zufällige Ausgangssituation und Ergebnis von Schellings Seggregationsmodell</i>	44
Abbildung 13 <i>Sugarscape</i>	45
Abbildung 14 <i>Die Entwicklungsnische zwischen der Zelle und der Nachbarschaft</i>	52
Abbildung 15 <i>Verlauf und Verteilung der ausgelösten Änderungen</i>	53
Abbildung 16 <i>Struktur des Graphen als Basis des Zellulären Automaten</i>	54
Abbildung 17 <i>Verlauf einer Simulation</i>	58
Abbildung 18 <i>Verlauf einer Simulation</i>	60
Abbildung 19 <i>Verlauf einer Simulation mit wachsender Nachfrage und Angebot</i>	62
Abbildung 20 <i>Schwankungsbreite der durchschnittlichen Rente für unterschiedliche Mengen verfügbaren Kapitals</i>	66

Abbildung 21 <i>Mittlere Mieten und Einkommen in Abhängigkeit von der Entfernung vom Zentrum</i>	71
Abbildung 22 <i>Anzahl der Agenten an der Population im Verlauf der Simulation</i>	74
Abbildung 23 <i>Invasions-Sukzessions-Zyklus</i>	80
Abbildung 24 <i>Ablauf der Simulation</i>	81
Abbildung 25 <i>Veränderung der Bevölkerungsanteile im Basisszenario</i>	83
Abbildung 26 <i>Zustand des Automaten nach jeweils 5000 Schritten</i>	84
Abbildung 27 <i>Verlauf und Verteilung der ausgelösten Änderungen</i>	85
Abbildung 28 <i>Geschätzte Power-Law-Verteilung und empirische Verteilung</i>	86
Abbildung 29 <i>Anzahl der Schritte bis zur vollständigen Sukzession</i>	87
Abbildung 30 <i>Toleranzen der Bevölkerungsgruppen im Basisszenario</i>	90
Abbildung 31 <i>Veränderung der Bevölkerungsanteile im Basisszenario</i>	91
Abbildung 32 <i>Zustand des Automaten nach jeweils 10000 Schritten</i>	92
Abbildung 33 <i>Verlauf und Verteilung der ausgelösten Änderungen</i>	93
Abbildung 34 <i>Geschätzte Power-Law-Verteilung und empirische Verteilung</i>	94
Abbildung 35 <i>Anzahl der Schritte bis zur vollständigen Sukzession</i>	95
Abbildung 36 <i>Maximaler Anteil der gelben Gruppe nach Parametern</i>	96

1 Einleitung

Die Idee der räumlichen Planung basiert auf der Annahme der Steuerbarkeit von sozialen Prozessen in ihrer räumlichen Ausformung. Steuerbarkeit verlangt ein möglichst klares Verständnis vom Zustand eines Raums und den Prozessen, die diesen Zustand bedingen und verändern. Damit versucht werden kann, Entwicklungen abzuschätzen, stellt sich die Frage nach den Zusammenhängen innerhalb und zwischen den Prozessen und deren Ausformung.

Bis in die 1970er Jahre war die Planungstheorie von positivistischen Ansätzen geprägt – von der Idee, Gesetzmäßigkeiten zu erforschen, quantitative Prognosemodelle daraus zu erstellen, anhand derer Handlungsalternativen zu bewerten und auszuführen und die Ergebnisse wieder als Ausgangspunkt für weitere Prognosen und damit Planungen heranzuziehen.

Allerdings zeigte sich bald, dass die Idee einer ausschließlich rational-wissenschaftlichen Planung nicht geeignet ist. David Harvey meinte 1973:

„There is an ecological problem, an urban problem, an international trade problem, and yet we seem incapable of saying anything depth or profundity about any of them. When we do say something, it appears trite or ludicrous. In short, our paradigm is not coping well. It is ripe for overthrow.“

Harvey, 1973, S.129

David Harveys Appell fand großen Anklang. Innerhalb der Geographie entwickelte sich eine, über einen längeren Zeitraum dominante Strömung, die positivistische Theorien und quantitative Verfahren ablehnte und sich auf qualitative Untersuchungen sozialer Grundlagen und Zusammenhänge konzentrierte.

Die daraus folgenden marxistisch-strukturalistischen Ansätze konnten zwar Zusammenhänge und Phänomene verständlich darstellen, allerdings ergab sich aus diesen kaum eine Handlungsstrategie. Somit war es nicht möglich, aus diesen Modellen eine anwendbare, Planungstheorie zu entwickeln.

Ab den 1980er Jahren etablierten sich postmoderne Ansätze,¹ die in ihrer Extremform Planung und damit Steuerung ablehnten. Betrachtet wurde vorrangig die Dekonstruktion universeller Ideen und Konzepte, in der Auffassung, diese seien gegenstandslos, da die untersuchten Prozesse und Verhältnisse derart chaotisch und vielfältig seien, dass jegliche allgemeine Aussage keinerlei Relevanz besitze.

Die Planungstheorie entwickelte sich in dieser Zeit in eine ähnliche Richtung. Jene planungstheoretischen Ansätze wenden sich von der Idee universeller und umfassender Information und Problemlösung ab. Klaus Selle² entwickelte einen Ansatz, der eine inkrementelle Problemlösung, die auf der Kooperation von Beteiligten basiert, verlangt. Das dafür nötige Wissen ist eher eines über Handlungsalternativen und deren Bewertung, als eines über langfristige Entwicklungen. Dadurch stehen solche Ansätze in engem Zusammenhang mit den entsprechenden Prognoseverfahren, die stärker qualitativ und explorativ angelegt sind.

Synergetik

Parallel zur qualitativen Wende in den 1970er Jahren entstand auf der Basis der alten Modelle die Regionalwissenschaft, die zunehmend Konzepte der Systemtheorie verwendete. Ab den 1980er Jahren entwickelte sich die Synergetik.³ Diese untersucht interdisziplinär offene, komplexe und selbst-organisierende Systeme. Dabei betrachtet sie insbesondere die Zusammenhänge von Mikro- und Makroprozessen und die daraus entstehenden Emergenz-Effekte.

Durch die Synergetik entstand ein Bereich, der imstande sein könnte, zahlreiche Konzepte zu vereinen. Die Synergetik sieht Prozesse als chaotisch und weitgehend unvorhersehbar. Dies gilt somit auch bei deren Anwendung auf die Betrachtung räumlicher Entwicklungen. Dies passt zu postmodernen Annahmen bezüglich der Beschränktheit von Planbarkeit und Planungshorizonten. Andererseits sind solche Modelle durchaus formal und basieren auf der Tradition (allerdings einem mikroanalytischen Verständnis) der alten Modelle wie der Standorttheorie oder der Humanökologie. So erlaubt die Betrachtung von Zusammenhängen zwischen einzelnen Akteuren und Makro-Effekten unter dem Aspekt selbstorganisierter (und damit emergenter) Strukturen eine eher qualitativ ausgerichtete Forschung, die an einem Verständnis für Zusammenhänge und Rahmenbedingungen inter-

1 s. Harvey, 1989, Soja, 1989, Cooke, 1990 bzw. Portugali, 1999, S. 42f.

2 s. Selle, 1996

3 s. etwa Haken, 1977, Weidlich, 1983

essiert ist. Sie enthält damit auch manche Aspekte der ab den 1970er Jahren starken, qualitativen, marxistisch und sozialwissenschaftlich orientierten, Strömungen.⁴

Die Modelle basieren auf Systemen, die von Rückkopplungen innerhalb und zwischen verschiedenen Ebenen geprägt sind – das heißt sie zeigen keine stabilen Gleichgewichte. Die Modelle sind von einer selbst-organisierten Ordnung, die jedoch jederzeit brechen und damit zu einer neuen Struktur führen kann. Der Schwerpunkt solcher Untersuchungen kann daher weniger auf der Prognostik im engeren Sinne – also einer möglichst exakten, quantitativen Vorhersage – als auf dem Entdecken der Zusammenhänge und ihrer Auswirkungen liegen.

Simulation

Da diese Modelle nicht formal berechenbar sind, muss ihr Verhalten anhand von Computersimulationen untersucht werden. Die entsprechenden Verfahren sind Mikrosimulationsmodelle. Grundsätzlich lassen sich Simulationsmodelle zur Theorieprüfung, Theorievermittlung (Didaktik) und zur (im diesem Fall eingeschränkten) Prognostik einsetzen. Die Anwendung solcher Simulationsmodelle bei der Untersuchung sozial-räumlicher Prozesse ist – so wie die Modelle an sich auch – relativ neu.

Überwiegend ungeklärt ist daher die Frage, was Mikrosimulationsmodelle bei der Untersuchung sozial-räumlicher Prozesse leisten können.

Gentrification-Simulation

Diese Fragestellung soll in dieser Arbeit mittels der Betrachtung von Simulationsmodellen für Gentrification-Prozesse untersucht werden.

Die Debatte um Gentrification-Prozesse ist von der Betrachtung mehrerer Maßstabsebenen und von zahlreichen divergierenden Theorieansätzen geprägt. Die Untersuchung der Zusammenhänge auf und von unterschiedlichen Ebenen ist eine der wesentlichen Möglichkeiten von Mikro-Modellen. Die Überprüfung von Theorien auf die innere Konsistenz ihrer Annahmen, der Implikationen von Annahmen über das Verhalten von Akteuren, der Auswirkungen auf andere und das Gesamtverhalten ist das grundlegende Ziel, das sich mittels solcher Verfahren erreichen lassen sollte.

Überblick

Die folgende Arbeit gliedert sich in die Darstellung theoretischer Grundlagen, die Analyse von Modellen und die Darstellung eines eigenständigen Modellansatzes.

⁴ s. Portugali, 1999, S. 305f.

Die theoretischen Grundlagen dieser Arbeit sind sowohl Gentrification-Theorien, als auch die theoretischen Grundlagen von Simulationsverfahren. In Kapitel 2 findet sich ein Überblick über die Geschichte und den Stand der Gentrification-Debatten und die daraus entwickelten Theorien. In Bezug auf Simulationsverfahren werden in Kapitel 3 die wissenschaftstheoretischen Grundlagen und Beschränkungen, ihre technischen und formalen Probleme und ihre Grenzen erörtert. Die Frage nach Grenzen und Möglichkeiten wird auch anhand verschiedener Simulationsverfahren und ihrer Entwicklung gestellt.

Auf dieser Basis werden die – nicht allzu zahlreichen und eher grundlegenden – bisher publizierten Mikro-Modelle, die versuchen, Aspekte von Gentrification zu simulieren, erörtert und kritisch betrachtet.

Im Anschluss wird ein Modell vorgestellt, das versucht, ein Phasenmodell für Gentrification – den doppelten Invasions-Sukzessions-Zyklus – anhand möglichst einfacher Annahmen über Nachbarschaftseffekte und Toleranzen zu beschreiben.

In Summe sollen die praktischen und formalen Möglichkeiten und Probleme, die sich aus der Anwendung der Modelle anderer und der eigenen Simulationsmodelle ergeben, diskutiert werden. Es wird untersucht, wie weit sich die Methoden zur Darstellung von Gentrification eignen.

2 Gentrification

2.1 Einleitung

„One by one, many of the working class quarters of London have been invaded by the middle classes – upper and lower – shabby modest mews and cottages ... have been taken over when their leases expired, and have become elegant, expensive residences. Larger Victorian houses, downgraded in an earlier or recent period – which were used as lodging houses or were otherwise in multiple occupation – have been upgraded again Once this process of „gentrification“ starts in a district it goes on rapidly until all or most of the original working class occupiers are displaced and the whole social character of the district is changed.“

Glass, 1964 nach Blasius, 1993, S. 13

Die britische Soziologin Ruth Glass prägte 1964, für den von ihr in den frühen 1960er Jahren in London beobachteten Prozess des sozialen Wandels eines Wohnquartiers, den Begriff der Gentrification. Ihre Definition und der Begriff sind ironisch und wertend. Die „Gentry“ ist der niedere Landadel, der sich in den frühen Phasen der Industrialisierung zunehmend mit dem Bürgertum vermischte. Gentrification ist somit der Austausch der bestehenden Bevölkerung durch die „Gentry“ oder „Gentrifiers“. Durch den Begriff der „Gentry“ wird der zuziehenden Bevölkerung auch ein gewisser Lebensstil unterstellt, der eher antiurbanistisch ist und sich gerne mit einem Ambiente der Tradition und Destinktion umgibt (indem traditionelle Gentrifier etwa alte Häuser bevorzugten etc.).⁵

Zwar gab es auch davor Prozesse, die durch eine Verdrängung ärmerer Bevölkerungsschichten durch die Mittelschicht geprägt waren, im Wesentlichen verliefen diese jedoch meist anders. Die ersten großen Ereignisse dieser Art waren die, ab der Mitte des 19. Jahrhunderts in Paris durch Hausmann durchgeführten Umbauten, die später auch in zahlreichen anderen Städten erfolgten. Sie zielten darauf ab, schlechte und schwer zu kontrollierende Arbeiterviertel durch breite Straßen zu zerschneiden. An deren Fronten wurden Bauten für die Nutzung durch das Bürgertum installiert, um ihm damit die Kontrolle über die Innenstädte zu sichern. Ab den 1950er Jahren kam es zu einer neuen Welle der inner-

⁵ s. Hamnett, 2003, S.159 f.

städtischen Stadterneuerung in jener Form, die dazu führte, dass Gentrification-Prozesse beobachtet werden konnten. Diese waren ab den 1960er Jahren so wesentlich, dass sich der Begriff schnell etablierte. 1976 war bereits in der Hälfte aller US-Städte mit mehr als 50.000 Einwohnern Gentrification zu beobachten.⁶ Gerade einmal zwölf Jahre nachdem der Begriff von Ruth Glass erstmals verwendet wurde, waren es nicht mehr nur London, Paris oder New York, sondern bereits kleinere Städte, in denen Gentrification beobachtet wurde.⁷

Die Debatte bezieht sich auf einen bestimmten historischen Prozess: Nach der Phase des Wiederaufbaues führte (bis in die 1970er Jahre) der steigende Bedarf an Wohnraum vor allem zum Neubau suburbaner Wohngebiete (in Form von Eigenheimen und Großwohnsiedlungen). Diese Siedlungsstruktur orientierte sich hauptsächlich am Pendlerverkehr mit dem PKW. Dadurch stieg das Verkehrsaufkommen in den Innenstädten und diese wurden noch unattraktiver. Im innerstädtischen Bereich verblieben vornehmlich jene Personen, die zu alt oder zu arm waren, um mobil zu sein. In die frei werdenden Wohnungen zogen etwa „Gastarbeiter“, die ins Land geholt wurden, um den Arbeitskräftemangel in einer Phase des Wirtschaftswachstums zu vermindern. Das Ergebnis ist eine spezielle Bevölkerungsstruktur, die älter und ärmer ist, als der Durchschnitt.⁸

Zwar ist die Forschung in Bezug auf Gentrification umfangreich, doch spricht Friedrichs⁹ von einem unreifen Forschungskonzept und von methodologischen Mängeln.¹⁰ Meist wird Gentrification als relativ spezifisch definiert. So lehnt sich die ursprüngliche Definition von Neil Smith, stark an der von Ruth Glass an:

„By gentrification I mean the process by which working class residential neighbourhoods are rehabilitated by middle class home-buyers, landlords and professional developers. I make the theoretical distinction between gentrification and redevelopment.

Redevelopment involves not rehabilitation of old structures but the construction of new buildings on previously developed land.“

Smith, 1982, S. 139

Auch in der deutschen Debatte wurden ursprünglich sehr genaue Definitionen verwendet:

„Gentrifizierung ist die Verdrängung der ehemaligen Bewohner durch jüngere, besser ausgebildete und in der Regel mit höherem Einkommen versehene Haushalte in innen-

⁶ vgl. Urban Land Institute, 1976 nach Smith, 1996, S. 37-38

⁷ s. Smith, 1996, S. 34f.

⁸ s. Blasius, 1993, S. 15

⁹ s. Friedrichs, 1996, S. 13

¹⁰ Hamnett, 1991 spricht von einem „elephant of gentrification“ und vergleicht damit die Forschung mit einer Parabel aus Südasiens, bei der eine Gruppe Blinder einen Elefanten ertastet und jeweils eine verschiedene Beobachtung berichtet, worüber sie in Streit geraten.

stadtnahen Wohngebieten. Mit Verdrängungen sind Auszüge aufgrund von Mietsteigerungen oder Umwandlungen ehemaliger Mietwohnungen in Eigentumswohnungen gemeint. Damit einher geht in einem Wechselwirkungsprozess eine Veränderung des Wohnungsbestandes in Richtung überdurchschnittlicher Modernisierung, Mietpreissteigerungen und der Umwandlung von Miet- in Eigentumswohnungen respektive eine Veränderung der Infrastruktur, die zunehmend den Bedürfnissen der neu Hinzuziehenden entspricht.“

Dangschat, 1991, S. 32 nach Blasius, 1993, S. 14

Da insbesondere die Frage der Abgrenzung zwischen einem Prozess, der durch eine Bevölkerungsdynamik und einem, der von ökonomischen Interessen und Investitionen geprägt ist, unklar scheint, beschränkt sich Friedrichs auf die Bevölkerungsdynamik und definiert Gentrification als:

„[...] den Austausch einer statusniedrigeren Bevölkerung durch eine statushöhere Bevölkerung in einem Wohngebiet.“

Friedrichs, 1996, S. 14

Um diesen Prozess unabhängig untersuchen beziehungsweise um deren zweifellos vorhandene Kovariation beobachten zu können, wird die oft als Teil der Definition gesehene Modernisierung der Bausubstanz von Friedrichs nicht in das Modell aufgenommen.

Im Gegensatz dazu definiert Neil Smith Gentrification später ausschließlich ökonomisch:

„gentrification: The reinvestment of Capital at the urban centre, which is designed to produce space for a more affluent class of people than currently occupies that space. The term coined by Ruth Glass in 1964, has mostly been used to describe the residential aspects but this is changing, as the process itself evolves.“

Smith, 2000, S. 294

Damit versucht er die neueren Entwicklungen, die auch Neubau und zum Beispiel die Entwicklung von Einzelhandelsstrukturen (Commercial Gentrification) beinhalten, einzubeziehen.¹¹

2.2 Phasenmodelle

In der Tradition von Modellen des Wandels von Nachbarschaften wurden bereits relativ früh Phasenmodelle entworfen, die dem Verlauf des Gentrification-Prozesses eine mehrstufige, regelhafte und irreversible Abfolge von Phasen unterstellen.

¹¹ s. Lees, Slater, Wyly, 2008, S. 129f.

2.2.1 Frühe Phasenmodelle

Eines der ersten Modelle war jenes von Philipp L. Clay¹². Dabei werden folgende fünf Phasen unterschieden:

Phase 1

Eine kleine Gruppe von Personen zieht in ein Gebiet und saniert Häuser und Wohnungen für den eigenen Gebrauch. Weil Fremdkapital schwer verfügbar ist (insbesondere in den USA, wo in den 1970er Jahren noch von Seiten der institutionellen Investoren „redlining“ – also der Ausschluss ganzer Quartiere von regulären Hypothekarkrediten – üblich war), handelt es sich oft um Personen, die die Zeit und das Wissen haben, einen hohen Eigenanteil an Arbeit zu investieren. Es gibt keine große Öffentlichkeit für diesen Prozess, die Information wird über persönliche Netzwerke verbreitet und der Prozess konzentriert sich somit oft auf ein sehr kleines Gebiet. Es kommt dabei noch kaum zur Verdrängung, da vor allem Immobilien betroffen sind, die ohnehin auf dem Markt verfügbar sind oder leer stehen.

Phase 2

Es kommt zu weiteren Zuzügen ähnlicher Personen, zu Investitionen kleinerer Investoren und zu niederschwelliger Vermarktung. Sollte es zu einer Umbenennung des Quartiers und einer Veränderung von symbolischen Grenzen kommen, so in dieser Phase. Möglicherweise werden Hypotheken gewährt, wenn auch nur in geringem Umfang und unter erschwerten Bedingungen. Die leer stehenden Immobilien werden rar. Es kommt zu ersten Verdrängungseffekten und die Renovierungstätigkeit breitet sich in der Fläche aus.

Phase 3

Zu diesem Zeitpunkt kommt es zu medialer Aufmerksamkeit und möglicherweise auch offizieller Beachtung. Es interessieren sich zunehmend Immobilienentwickler und Personen, die die Immobilie nicht (nur) selbst nutzen wollen, sondern als Geldanlage sehen, für das Gebiet. Die neuen Bewohner organisieren sich und bewerben das Quartier nach außen, um mehr Personen anzuziehen und öffentliche Mittel zu gewinnen. Es kommt zu Maßnahmen der Kriminalitätsbekämpfung und Konflikten mit den alten Bewohnern. Schließlich gewähren die Banken Hypothekarkredite und das Gebiet wird für eine große Gruppe von Personen attraktiv. Die Immobilienpreise steigen schnell und sehr stark an.

¹² s. Clay, 1979, S. 57-59

Phase 4

Immer mehr Immobilien werden gentrifiziert und die zuziehende Bevölkerung kommt zunehmend aus der oberen Mittelschicht. Möglicherweise wird versucht, eine Schutzzone für den Gebäudebestand zu erwirken und Gebäude, die aus Spekulationsgründen zurückgehalten wurden, werden vermarktet. Die Gewerbestruktur verändert sich und die Preise steigen weiter stark an. Es werden nun nicht mehr nur Mieter, sondern auch Eigentümer verdrängt. Weitere Quartiere werden „entdeckt“.

Dieses Modell ist, da es relativ früh entwickelt wurde, stark auf die frühen Phasen orientiert und bezieht sich weitgehend auf die Beobachtungen in den USA. Später wurden oftmals die Phasen drei und vier nicht unterschieden.¹³

2.2.2 Doppelter Invasions-Sukzessions-Zyklus

In Anlehnung an diese anfänglichen Phasenmodelle entwickelte Dangschat¹⁴ den doppelten Invasions-Sukzession-Zyklus. Dieser basiert auf einem Modell der Chicagoer Tradition der Humanökologie: dem Invasions-Sukzession-Zyklus. Dabei wird ein sozialer Wandel beschrieben, der auf dem Bevölkerungsaustausch in einem Quartier beruht. Eine Bevölkerungsgruppe dringt in ein Quartier ein, das bisher von einer anderen bewohnt wird (Invasion), und mietet nach und nach alle frei werdenden Wohnungen, bis die eindringende Gruppe zur dominanten Gruppe angewachsen ist (Sukzession). Verstärkt wird der Prozess durch den Wunsch der Gruppen, in jeweils eher homogenen Nachbarschaften der eigenen Gruppe zu wohnen. Ursprünglich wurde dieses Modell in den 1920er Jahren in den USA entwickelt, um den Austausch ethnischer Gruppen in einem Wohnviertel zu beschreiben. Hierbei dringt eine statusniedrigere Bevölkerung einer Minorität in ein Wohngebiet der Majorität ein.¹⁵

Derartige Prozesse verlaufen nicht gleichmäßig, sondern ab gewissen Schwellenwerten rascher ab.¹⁶

Die Erneuerung von Wohnquartieren kann einerseits durch Eigentümer erfolgen, die die Immobilien selbst bewohnen, andererseits durch das Eindringen statushöherer Bevölkerungsgruppen. Ersterer Prozess wird zumeist als „incumbent upgrading“ bezeichnet, der zweite als „Gentrification“.¹⁷ Zwar treten beide Prozesse häufig gleichzeitig

¹³ s. Berry, 1985, S. 78f.

¹⁴ s. Dangschat, 1988

¹⁵ s. Friedrichs, 1996, S. 16

¹⁶ s. etwa Schelling, 1978

¹⁷ s. Clay, 1979

auf, jedoch führt die Sanierung durch die Eigentümer selten zu einer Umwandlung der Wohnungen in Wohnungseigentum, Bevölkerungstausch und damit Spekulation. Daher ist der wesentliche Prozess jener der Gentrification, da er eine Aufwertung in sozialer und baulicher Hinsicht darstellt.¹⁸

Sieht man Gentrification als doppelten Invasions-Sukzessions-Zyklus so werden zumeist folgende Gruppen unterschieden: Alteingesessene, Pioniere, Gentrifier und oft auch Ältere.

Die Alteingesessenen stellen die am Beginn des Prozesses anwesende Bevölkerung dar. Es handelt sich um eine relativ heterogene Gruppe, und zwar größtenteils um Haushalte mit unterdurchschnittlicher bis durchschnittlicher Bildung und Einkommen. Wird noch eine Gruppe der Älteren unterschieden, so ist diese ähnlich heterogen.

Die Pioniere¹⁹ sind junge (meist bis 35 Jahre), kinderlose Personen mit überdurchschnittlicher Bildung, aber relativ geringem Einkommen. Es handelt sich um Singlehaushalte, Paare und Wohngemeinschaften. Aufgrund der Definition finden sich hier häufig Studierende oder Akademiker. Die Pioniere sind jene, die den Stadtteil für sich entdecken, als erste zuziehen und beginnen, diesen für sich neu zu definieren.

Die Gentrifier sind jene, die den Ort erst aufgrund der – durch die Anwesenheit der Pioniere geschaffenen – neuen Identität und Angebote (Handel, Gastronomie, etc.) als Wohnstandort erwägen. Sie sind etwas älter, leben in Single- oder Zweipersonenhaushalten und verfügen über ein überdurchschnittliches Einkommen.

Im doppelten Invasions-Sukzessions-Zyklus ziehen als erstes Pioniere in ein Quartier und beginnen, sich ein ihnen ihren Bedürfnissen entsprechendes Umfeld zu schaffen. Möglicherweise aufgrund eines höheren ökonomischen, aber jedenfalls aufgrund eines höheren sozialen und kulturellen Kapitals als dem der ursprünglichen Bevölkerung, ist es den Pionieren möglich, diese zurück zu drängen. Es entstehen dem neuen Lebensstil entsprechende Geschäfte und Lokale.

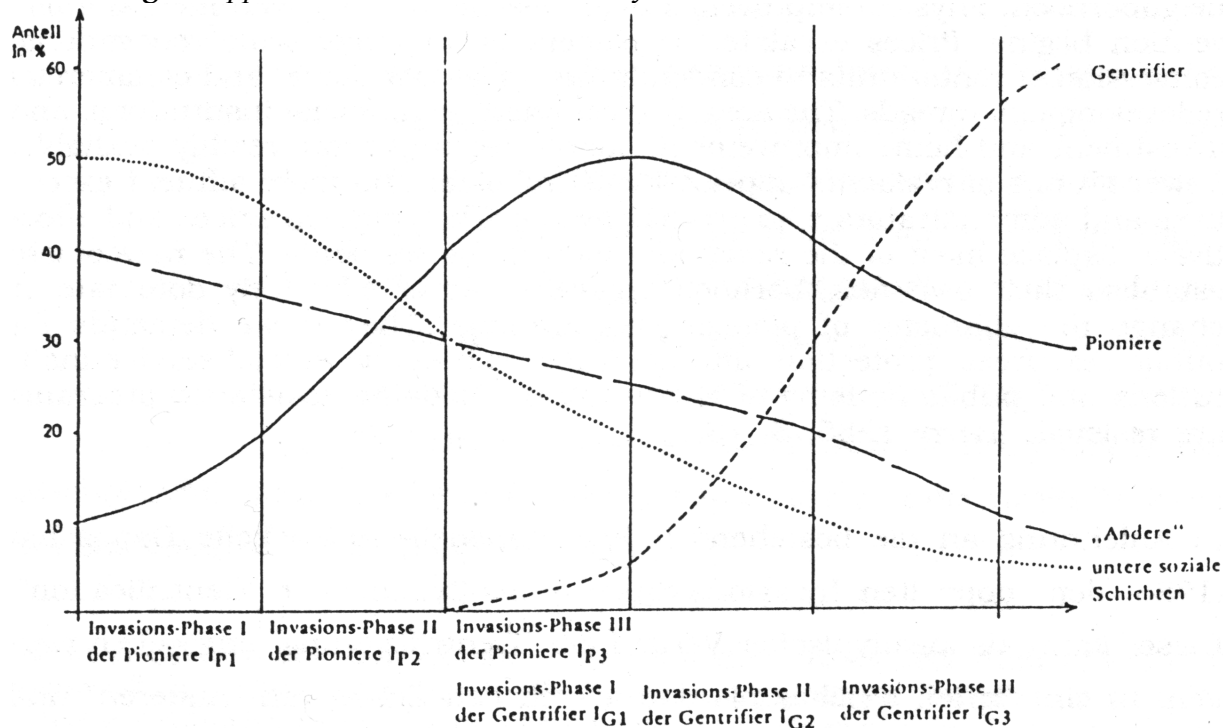
Die „Aufwertung“ macht das Gebiet für die Gentrifier attraktiv. Diese sind aufgrund ihrer ökonomischen Macht in der Lage, die Alteingesessenen und anschließend auch die Pioniere zu verdrängen. Schließlich bleiben sie annähernd alleine zurück.²⁰

¹⁸ s. Friedrichs, 2000

¹⁹ Neil Smith (s. etwa Smith, 1996) kritisiert den Begriff, und auch den Mythos der „Urban Frontier“. Für ihn lehnt sich dieser Mythos des „Grenzlandes“ an den amerikanischen Mythos der Expansion nach Westen an. Dabei wird – wie wohl auch im ursprünglichen Kontext – verdrängt, dass es „zwei Seiten einer Grenze“ (s. Smith, 1986, S. 34) gibt – also es sich um ein Gebiet handelt, dass bereits bewohnt wird.

²⁰ s. Blasius, 2004, S. 24f

Abbildung 1 Doppelter Invasions-Sukzessions-Zyklus



Quelle: Dangschat, 1988, S. 281 nach Blasius, 1993, S. 36

In Abbildung 1 findet sich eine schematische Darstellung der Bevölkerungsanteile der einzelnen Gruppen in den Phasen des doppelten Invasions-Sukzessions-Zyklus.

Das Modell wurde jedoch bisher nicht in klarer Form empirisch bestätigt – so ändern Personen im Laufe der Zeit ihren Status und werden von Pionieren zu Gentrifiern oder zu Älteren. Auch findet man die Gentrifier teilweise bereits vor den Pionieren im Quartier.²¹

Damit hat sich das Modell des doppelten Invasions-Sukzessions-Zyklus nur bedingt empirisch bewährt und scheint dadurch nicht wirklich geeignet zu sein, den Prozess ausreichend zu beschreiben.²²

2.2.3 Neue Phasenmodelle

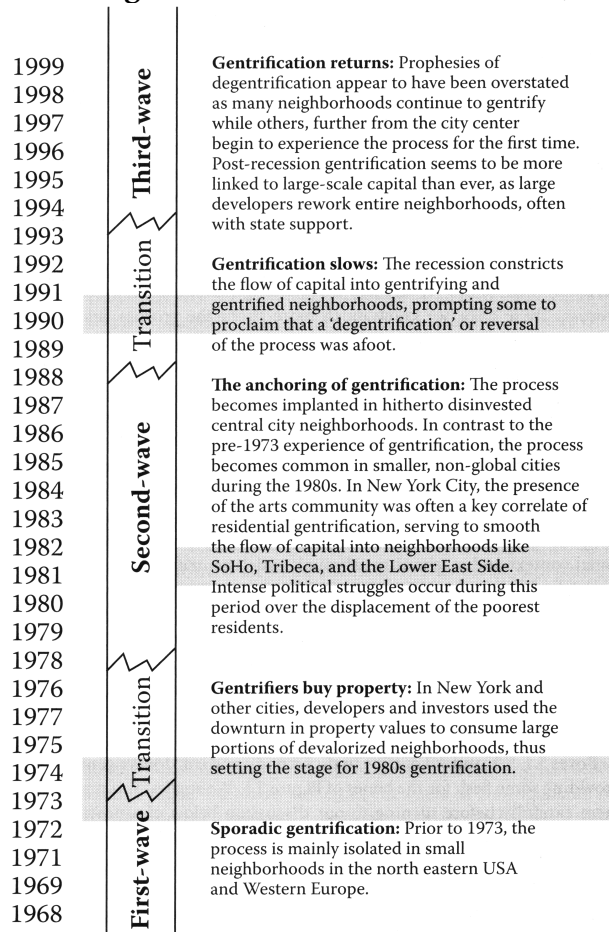
Da die ersten Phasenmodelle in den frühen Stadien der Gentrification entworfen wurden, orientieren sie sich eher an den anfänglichen Stadien des Prozesses. Auch nehmen sie ein stabiles Ende beziehungsweise eine neue Phase des Verfalls am Ende des Prozesses an.

Jason Hackworth und Neil Smith haben 2001 ein Schema der Gentrification in New York gezeichnet, das stark auf Smiths Rent-Gap-Modell beruht.

²¹ s. Blasius, 2004, S. 24f

²² s. Friedrichs, 1996, S. 17

Abbildung 2 Phasenmodell nach Hackworth, Smith, 2001



Quelle: Hackworth, Smith, 2001, nach Lees, Slater, Wyly, 2008, S. 174

Das Modell beschreibt, wie in Abbildung 2 dargestellt, den historischen Verlauf der Gentrification-Prozesse. Sie klassifizieren bis zur Jahrtausendwende drei Phasen, die von zwei Phasen der Rezession, in denen sich vor allem der institutionelle Rahmen verändert, getrennt werden.²³

Lees, Slater und Wyly (2008) sehen seither eine weitere, vierte Welle, die durch die Immobilienblase der letzten Jahre getrieben wurde. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die weitgehende Deregulierung der Hypothekenmärkte, der Handel mit Risiken (Derivate) und die daraus folgende Situation, dass im Gegensatz zu vorhergehenden Phasen stets eine große Menge an Kapital auch bei hohen Risiken verfügbar war, bedeutend. Diese Umstände und entsprechende politische Rahmenbedingungen führten zu umfangreicher und beschleunigter Gentrification.²⁴

²³ s. Lees, Slater, Wyly, 2008, S. 173f.

²⁴ s. Lees, Slater, Wyly, 2008, S. 173f.

2.2.4 Tipping Models

Der Bevölkerungswandel vollzieht sich – das zeigt sich in empirischen Studien – nicht gleichmäßig. Vielmehr kommt es zu qualitativen Sprüngen im Prozess. Diese lassen sich mikrosoziologisch erklären:

Ursache dieser Sprünge ist die Abhängigkeit von Einzelentscheidungen von den beobachteten Entscheidungen anderer Personen; also die Annahme, dass Einzelne eine Nutzenfunktion haben, die dazu führt, eine Handlung zu setzen, wenn sie davor von einer gewissen Anzahl anderer ausgeführt wurde.

Dabei ergibt sich eine „critical mass“, also ein Punkt, ab dem der Sprung wahrscheinlich ist. Prozesse, bei denen es zu einem Austausch der Bevölkerung in einem Wohnquartier kommt, werden als „tipping-models“ beschrieben. Ihren Ursprung haben sie in den 1960er Jahren zur Erklärung von Invasions-Sukzessions-Prozessen beim Eindringen ethnischer Minderheiten in Wohnquartiere der Mehrheitsbevölkerung in amerikanischen Städten.

Der Punkt des qualitativen Umschlags wird als „Tipping-Point“ bezeichnet. Es lässt sich dabei sowohl ein „tipping-out“, ein Sprung in der Auszugswahrscheinlichkeit der ursprünglichen Bevölkerung, als auch ein „tipping-in“, ein Sprung im Zuzug der neuen Bevölkerungsgruppe, beobachten. Nicht nur, dass das Quartier unattraktiver für die Verbleibenden wird, wenn sie ihre Mehrheit gefährdet sehen, es wird auch für die Zuziehenden attraktiver, wenn sie feststellen, dass ihre Gruppe bereits einen relevanten Anteil der Bevölkerung ausmacht.²⁵

Im Gentrification-Prozess lassen sich zahlreiche verschiedene Merkmale annehmen, die sich auf die Entscheidungen von Nachfragenden und Anbietern auswirken können. Zwei beobachtbare Merkmale scheinen jedoch am geeignetsten: Der Anteil der statushöheren Bevölkerung im Quartier und der Anteil an modernisierten Wohngebäuden.

Wesentlich ist die Frage der Wahl der Indikatoren beziehungsweise die Frage, welche Indikatoren für die Entscheidungen ausschlaggebend sind. Friedrichs sieht hier eine Parallele zu dem, im Bereich von Finanzmärkten etablierten, Signaling-Ansatz. Dieser besagt, dass sich unsichere Anleger an etablierten orientieren und daher versuchen, Indikatoren für deren Verhalten zu finden. Sichtbare Modernisierungen, Haushalte mit höherem Einkommen und das Entstehen von entsprechendem Gewerbe üben eine solche Signalwirkung aus. Verbessert sich das Image eines Wohngebietes – auch durch entsprechende Medienberichte – so wirkt dies sowohl auf Haushalte als auch auf Investoren mit (unter-)durchschnittlicher Risikobereitschaft.

²⁵ s. Schelling, 1978, S. 101f.

Übliche Größenordnungen für Schwellenwerte lassen sich aus Studien²⁶ über Auszug beziehungsweise Verfall schätzen. So beginnt eine Phase der Desinvestition üblicherweise ab einer Leerstandquote von drei bis sechs Prozent. Die Schwellenwerte für den Auszug weißer Bevölkerung in den USA beim Zuzug farbiger Bevölkerung wird auf 5 bis 25% geschätzt. Zumeist dürften soziale Prozesse, die als tipping-Modelle beschrieben werden können, in diesem Bereich umschlagen.

Empirische Studien²⁷ über den Verlauf von Gentrification-Prozessen finden einerseits auf der Mikro-Ebene eine kontinuierliche Ausbreitung von Sanierungstätigkeit und andererseits auf der Makro-Ebene eher diskontinuierliche Verläufe. Dies muss jedoch kein Widerspruch sein – vielmehr kann bei Tipping Modellen die kontinuierliche Ausbreitung auf der Mikro-Ebene zu einem diskontinuierlichen Verlauf auf der Makro-Ebene führen.

Friedrichs²⁸ hofft daher, dass die Anwendung dieser Modelle helfen kann, inkonsistente Ergebnisse zu erklären – etwa bei empirischen Untersuchungen auf der Basis des Modells des Invasions-Sukzessions-Zyklus.²⁹

2.3 Theorien

Die Debatte um Gentrification war seit Beginn der 1980er Jahre eine sehr lebendige. Dies hat eine Reihe von Gründen: Es handelt sich um eine Frage, die in dieser Form relativ neu und wesentlich ist und die mit traditionellen Theorien – etwa der Chicago School oder der Sozialökologie – bricht, da diese Fragen der Re-Investition beziehungsweise Rückwanderung von Personen, Nutzungen, Kapital, etc. in die Städte („Back to the City“) nicht erklären können.

Anfänglich wurden im akademischen Diskurs wenig Versuche unternommen, den Prozess zu erklären. Vielmehr wurden die Prozesse und ihre Auswirkungen beschrieben. So werden die sozio-ökonomischen Veränderungen beobachtet, die Akteure klassifiziert, Verdrängungseffekte untersucht und die Rolle des Staates analysiert.³⁰

Die dann entwickelten Erklärungsmodelle trennen sich weitgehend in zwei verschiedene Ansätze: Einer orientiert sich an den Akteuren beziehungsweise der Nachfrage³¹ und der andere an der Kapitalverwertung und damit an der Angebotsseite³².

26 s. Friedrichs, 1996, S. 24

27 s. Friedrichs, 1996, S. 22-23

28 s. Friedrichs, 1996, S. 24

29 s. Kapitel 2.2.2, S. 9

30 s. Smith, 1996, S. 3

31 s. etwa Ley, 1980

32 s. etwa Smith, 1986

Den zwei unterschiedlichen Ansätzen liegen überaus verschiedene Orientierungen zu Grunde: Bei den Nachfragemodellen die nach Kultur, individuelle Nachfrage und Entscheidungen etc., bei den Angebotsmodellen die nach Kapital, Investitionen, sozialen Klassen, etc.³³

Erst in den 1990er Jahren traten die Differenzen in den Hintergrund.

2.3.1 Angebotsmodelle

Neil Smith sieht³⁴ – als wesentlichster Proponent der Angebotsmodelle – zwar die Komplexität eines politischen, kulturellen, sozialen und ökonomischen Prozesses und seiner Implikationen und Bedingungen, jedoch steht für ihn ein ökonomischer Prozess im Mittelpunkt. Dessen Maßstabsebenen sind mehrere: So gibt es sowohl einen lokalen Markt als auch einen globalen ökonomischen Wandel, die den Prozess beeinflussen.

Nach einer Phase des Verfalls kam es in vielen Städten ab den 1950er Jahren – vorerst vor allem in Städten wie London und New York – zu einer Trendumkehr in einzelnen zentralen Gebieten. Ab den 1970er Jahren ist es folglich in der Mehrzahl der größeren Städte in Europa, Nordamerika und Australien zu einer starken Ausbreitung von Gentrification-Prozessen gekommen. Obwohl die Investitionen im Verhältnis zur Neubautätigkeit oft nur einen geringen Anteil ausmachten, ergab sich eine wesentliche Veränderung in der Betrachtung der städtischen Kultur und Entwicklung am Ende des zwanzigsten Jahrhunderts. Es ergibt sich ein Bruch mit den bis dahin üblichen Theorien, die eine Mischung aus neoklassischer Theorie der Konsumentensouveränität und jener der Chicago School, die ein Gleichgewicht durch die Wahl der Standorte („Natural Areas“) annimmt, darstellen.³⁵

Filtermodelle

Einer der wesentlichsten neoklassischen Ansätze zu Fragen des Wohnungsmarktes ist das Filtermodell. Dabei wird angenommen, dass neu errichtete, bessere und größere Wohnungen (die sich oft in einem suburbanen Gebiet befinden) grundsätzlich von Personen bezogen werden, die eine höhere Kaufkraft besitzen. Die dadurch frei werdenden Wohnungen werden von jenen bezogen, die weniger Kaufkraft besitzen. Dadurch haben auch Personen, die sich keine direkte Verbesserung leisten können, einen Vorteil. Die jeweils schlechtesten Wohnungen fallen aus dem Markt und stehen leer beziehungsweise

33 s. Smith, 1996, S. 40f.

34 s. Smith, 1996, S. 3

35 s. ebenda

werden abgerissen³⁶. Dieses Modell stellt eine einfache Annahme der chronologischen Effekte einer Nachfrage-orientierten Betrachtung des Wohnungsmarktes dar.

Dies wiederum führt zur Annahme, dass etwa die Förderung von Eigenheimen auch denjenigen zugute kommt, die auf einen günstigen urbanen Wohnungsmarkt angewiesen sind. Allerdings ergaben empirische Studien,³⁷ dass die Bezieher der gebrauchten Wohnungen ihre Situation nur in geringerem Maße verbessern als jene, die die neuen Wohnungen beziehen. Die Nachziehenden sind überwiegend jüngere Zweipersonenhaushalte. Die Kette der dadurch ausgelösten Umzüge ist nicht sehr lang. Somit profitieren vornehmlich Haushalte, deren Kaufkraft nur geringfügig unter jener der Haushalte der geförderten Neubauten liegt.

Neil Smith³⁸ sieht in der Gentrification einen Widerspruch zu den üblichen Annahmen des Filtermodells. Einerseits, da dabei Wohnraum, der vorher von ärmeren Bevölkerungsschichten genutzt wurde, nun von wohlhabenderen bezogen wird (womit sich die Richtung des Prozesses umkehrt), andererseits da sich die Nachfrage nicht mehr an Neubau und an steigendem Wohnraum orientiert. Nur durch die Annahme externer Faktoren, die die Nachfrage verändern, ließe sich dieses weiter anwenden. Gentrification wäre dann ein einmaliger historischer Prozess.

In diesem Sinn argumentiert etwa Berry³⁹, dass die Grundlagen, die den Suburbanisierungsprozess eingeleitet haben, in der Krise der 1920er Jahre und dem Zweiten Weltkrieg liegen. Noch 1980 sah er die Voraussetzung zu einer Trendumkehr und damit einer Stadterneuerung in den Innenstädten in einer neuen Krise, welche jedoch seiner Meinung nach bis dahin nicht gegeben war.

Vor dem Hintergrund, dass Gentrification seit den 1960er Jahren in zunehmendem Maße beobachtet wurde und der Übergang von der Suburbanisierung keinen klaren Bruch darstellte, sondern von der Gleichzeitigkeit beider Prozesse geprägt war, erscheint dies höchst widersprüchlich.⁴⁰

36 s. Smith, 1996, S. 56

37 s. Jungnickel, 1984, S. 45f.

38 s. Smith, 1996, S. 56

39 s. Berry, 1980

40 s. Smith, 1996, S. 57

Grundrente

Ein Grundstück ist keine Ware, die sich produzieren lässt, sondern ein Recht auf ein Monopol, das Grundstück zu benutzen. Dieses drückt sich in einer Rente aus, die dafür bezahlt wird. Der Barwert dieser Rente sind die Grundkosten.

Die Grundrente lässt sich nur schätzen, wenn man keine neoklassische Preisbildung anhand von Angebot und Nachfrage, sondern eine Trennung von Wert und Preis im Sinn der Tradition der politischen Ökonomie annimmt. Dabei ist der Wert ein Arbeitswert, also der Wert jener Arbeit, die nötig ist, um eine Ware zu erzeugen. Der Preis entsteht erst, wenn die Ware am Markt gehandelt wird, und bewegt sich in der Nähe des Werts.

Der Wert eines Hauses ist somit der Wert der Arbeit, die nötig ist, um es zu errichten, vermindert um seinen Verfall und erhöht um Erhaltungsarbeiten. Wird nun ein Haus gehandelt, so wird es meist mit dem Grundstück gehandelt. Der Preis enthält nun den Barwert der Grundrente (also die Grundkosten) und den Wert des Hauses.

Da die Höhe der Grundrente vom mittels des Grundstücks erzielbaren Ertrags abhängt, ergeben sich unterschiedliche Grundrenten: jene, die bei der höchsten und bestmöglichen Ausnützung des Grundstücks möglich wäre, und jene, die momentan erzielt wird.⁴¹

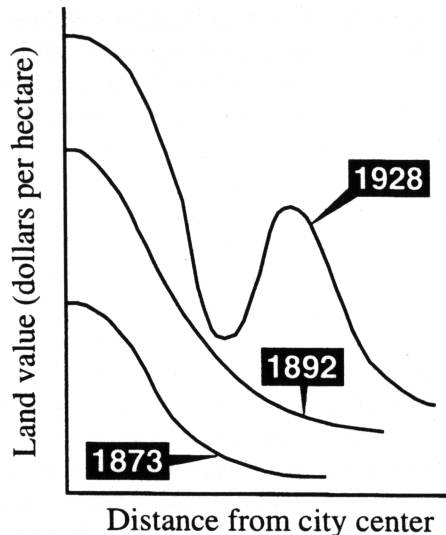
Entwicklung der Grundrenten

Im 19. Jahrhundert war die Verteilung der Grundrenten in den meisten Städten nahe einer konischen Form: Im Zentrum einer Agglomeration war sie am höchsten und fiel konstant zu den Rändern ab. Am klarsten war dies dort der Fall, wo der Bestand insgesamt neu war und die Regulation relativ gering, wie etwa in den USA. Stadterweiterung führte zu einem gleichmäßigen Anstieg der Kurve, die Höhe der Werte korrelierte insgesamt mit der Entwicklung der gesamten Volkswirtschaft. Die einsetzende Suburbanisierung (in den USA deutlich früher als in Europa) stellte im Sinne der Kapitalakkumulation eine sehr umfangreiche Investition an den Rändern dar, wo die Grundkosten relativ gering sind und starke Expansion möglich war. In einer Situation des Wachstums, in der eine Innenentwicklung nicht mehr möglich schien, kam es (unter anderem auch wegen dem Sinken von Transportkosten) zu einem erheblichen Abwandern der Betriebe an die Ränder der Städte. Es folgte eine umfangreiche Wohnbautätigkeit im Umfeld. In den entwickelten Städten kam es in dieser Situation neben dieser Randwanderung zu einer Konzentration auf die unmittelbaren Zentren, in denen sich die Dienstleistungen konzentrierten (Central Business District).⁴²

⁴¹ s. Smith, 1996, S. 59f.

⁴² s. Smith, 1996, S. 55f

Abbildung 3 Grundrenten in Chicago (nach Hoyt 1933)



Quelle: Smith, 1996, S. 60

Das Ergebnis war (wie in Abbildung 3 zu erkennen) ein – erstmals von Homer Hoyt 1933⁴³ in Chicago beobachtetes – (in den äußeren Wohngebieten liegendes) Tal in der Höhe der Grundrenten zwischen dem Zentrum und der Peripherie, das sich während der Phase der ausgedehnten Suburbanisierung der 1940er bis 1960er Jahre weiter vertiefte.

Lebenszyklen

Zu Beginn des Lebenszyklus einer Immobilie ist der Preis am Wohnungsmarkt jener, der dem Wert des Gebäudes und der Grundrente entspricht. Am Anfang ist es wahrscheinlich, dass es durch weitere Investitionen in der Nachbarschaft und Stadterweiterung zu einem Ansteigen der Grundrente kommt, die den Wert trotz des langsamen Verfalls der Substanz steigen lässt. Schließlich fällt der Wert jedoch, weil die Produktivität im Baugewerbe steigt und das Gebäude verfällt. Die Frage des Baualters kann jedoch die Preisentwicklung insofern auch beeinflussen, als ältere Gebäude – je nach Stil – möglicherweise mehr oder weniger gut bewertet werden als Neubauten.

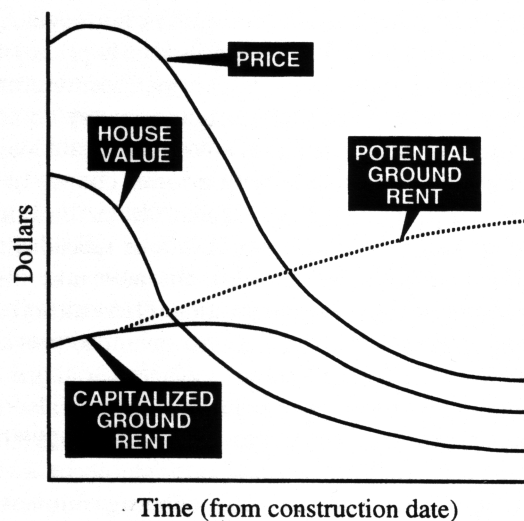
Desinvestition

In einem Markt, in dem die Erträge, die durch Miete oder Verkauf einer Immobilie sinken, beziehungsweise in einer Situation, in der durch Erhaltungs- und Sanierungsmaßnahmen an einem anderen Ort oder in einem anderen Wirtschaftszweig höhere Renditen erwirtschaftet werden können, ist es eine rationale Entscheidung, nicht in bestehende Gebäude zu investieren. Dadurch kommt es zu einem zunehmendem Verfall. Betrifft dies ein ganzes

⁴³ s. Hoyt, 1933

Stadtviertel, so wird es immer schwieriger für den Einzelnen, Fremdkapital (in den USA etwa durch „redlining“) zu erhalten oder die Immobilie zu verkaufen. Ein Einzelner kann nur schwer für eine Immobilie, die nicht durch zunehmenden Verfall gekennzeichnet ist, entsprechende Preise erzielen, da an diesem Standort keine Nachfrage existiert. Lässt sich schließlich keine Miete mehr erzielen, die den Aufwand für die Vermietung und den zusätzlichen Verfall durch Abnutzung abdecken würde, so ist es für den Inhaber rentabler, das Gebäude leer stehen zu lassen als es zu vermieten – daher kommt es zu Leerstand und das insbesondere bei jenen Objekten, die noch in relativ gutem Zustand sind.⁴⁴

Abbildung 4 Die Entwicklung der Rent-Gap



Quelle: Smith, 1996, S. 65

Abbildung 4 zeigt die Entwicklung der aufgrund zunehmenden Verfalls sinkenden Preise und erzielten Grundrenten bei gleichzeitig steigenden potentiellen Grundrenten.

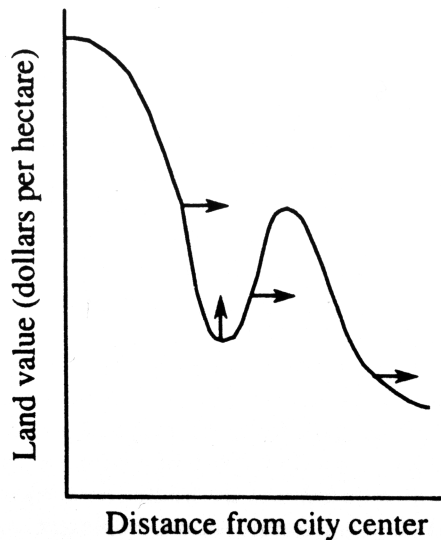
Rent-Gap

Ist nun aufgrund anhaltender Desinvestition die erzielte Grundrente stark gesunken und die Differenz zur potentiellen Grundrente durch eine Reinvestition hoch genug, so kann es zu Gentrification kommen.

Durch die Re-Investition steigen – wie in Abbildung 5 dargestellt – die Grundrenten in den Tälern wieder an und der Verlauf verlagert sich nach außen.

⁴⁴ s. Smith, 1996, S. 65-67

Abbildung 5 Veränderung der Rent-Gap durch Gentrification



Quelle: Smith, 1996, S. 71

Es ist jedoch auch möglich, dass die potentielle Grundrente plötzlich steigt und dadurch ein Aufwertungsprozess ausgelöst wird: etwa wenn ein Markt, auf dem durch starke Regulation die Grundrente niedrig gehalten wird, dereguliert wird (Smith sieht dies etwa in Budapest oder Amsterdam).

Zu diesem Zeitpunkt ist es jedem Akteur am Grundstücks- und Wohnungsmarkt möglich, den Prozess anzustoßen. Smith sieht einen weiteren Widerspruch zu den Nachfrage-orientierten Ansätzen darin, dass es nun nicht einzelne Konsumenten sind, die den Anstoß leisten, sondern meist Akteure aus der Immobilienbranche, die entweder staatlich sind oder vom Staat unterstützt werden.

Value-Gap

Chris Hamnett entwickelte auf Basis der Entwicklungen des Londoner Wohnungsmarkts eine ergänzende Alternative zur „Rent-Gap“: die „Value-Gap“.⁴⁵

Die value-gap ist die Differenz zwischen dem Barwert der Rendite aus den laufenden Mieteinnahmen eines Gebäudes und dem Erlös des Verkaufs im Wohnungseigentum nach einer Sanierung. Bei steigender Nachfrage nach Eigentumswohnungen, deren Förderung und restriktiver Regulierung der Miethöhen wird die Umwandlung profitabel.⁴⁶

Im anglikanischen Raum waren bis in die 1960er Jahre Eigentumswohnungen und das damit verbundene gemeinschaftliche Eigentum an Allgemeinflächen und Grund und

⁴⁵ s. Hamnett, Randolph, 1986

⁴⁶ s. Blasius, 2004, S. 26

Boden rechtlich schwierig umzusetzen und damit unüblich. Regulation am Mietwohnungsmarkt, eine entsprechende Rechtslage, die gemeinschaftliches Eigentum erleichtert, und die Tatsache, dass die Umwandlung eines Mietshauses in Eigentum dem Entwickler das investierte Kapital schnell zurückbringt, machten Eigentumswohnungen attraktiv. Den Eigentümern bietet das Wohnungseigentum eine Geldanlage und ein anderes – weil sozial kontrollierteres – Wohnumfeld.⁴⁷

Die Werte für die Rent-Gap beziehungsweise die value-gap sind anhand empirischer Daten nicht einfach zu schätzen. So lässt sich im Falle der Rent-Gap die potentiell höchste Rente oft schwer bewerten, bei der value-gap der potentielle Verkaufspreis einer Eigentumswohnung. Insbesondere, wenn Alternativen zur unmittelbaren Wohnnutzung möglich erscheinen (etwa Nutzung als Büroflächen oder Beherbergungsbetrieb), wird, da eine solche Nutzung meist eine höhere Rendite abwirft, die Schätzung vage.

Rent-Gap und value-gap sind keine Widersprüche, sondern beschreiben ähnliche Fragen, die unterschiedlich bedeutend für verschiedene Gebiete sind. In Gebieten, in denen eine Nachfrage nach Wohnungseigentum besteht – das sind die attraktiveren Lagen mit besserer Baustruktur – hat die value-gap eine höhere Bedeutung, in anderen die Rent-Gap.⁴⁸

2.3.2 Nachfragemodelle

„The values of consumption rather than production guide central city land use decisions“
Ley, 1978, S. 11

Die Nachfrage-orientierten Erklärungen sehen einen Wandel im Lebensstil und den Arbeitsverhältnissen sowie die Bedingungen der Nachfrage als wesentlicher als die der Produktion.

Die frühen Phasenmodelle sind an der veränderten Nachfrage nach Innenstadt-nahem Wohnraum orientiert. Für diese Nachfrage-Veränderung werden eine Reihe von Gründen gesehen. Zwar spricht die ursprüngliche Literatur von einer „back to the city“-Bewegung – diese ist jedoch eher nicht die bestimmende Größe. Vielmehr handelt es sich um Haushalte, die erst gar nicht suburbane Wohnformen wählen⁴⁹.

⁴⁷ s. Ley, 1996, S. 49f.

⁴⁸ s. Friedrichs, 1996, S. 28f.

⁴⁹ s. Lees, Slater, Wyly, 2008, S. 46

Friedrichs⁵⁰ sieht als Bedingung für Gentrification eine Zunahme von Haushalten mit überdurchschnittlichem Einkommen, einem urbanen Lebensstil sowie innerstädtische Arbeitsplätze. Er stimmt Hamnett⁵¹ zu, wenn dieser meint:

„...there has in fact been no preference shift and [...] a section of the middle class have always preferred proximity to the city centre; [...] there are just many more of them today, [...] there has simply been a spill-over of demand from the very expensive central and inner-city high status areas into the adjacent lower-class and lower-priced areas.“
Hamnett, 1991, S. 46 nach Friedrichs, 1996

Die im Folgenden behandelten Fragen – die von Anhängern der Nachfrage-orientierten Modelle meist als die wesentlichen Ursachen für den Prozess gesehen werden – sieht Friedrichs nur als Anschlusstheorien, die dazu geeignet sein können, die Rahmenbedingungen für den Wandel aufzuzeigen.

Post-industrielle Gesellschaft

Als wesentlichste Ursache wird oft⁵² der Wandel zu einer „Post-industriellen“ Gesellschaft gesehen. Am Beginn der Debatte standen generelle Hypothesen, die 1973 von Daniel Bell formuliert wurden. Mittlerweile sind insbesondere die Annahmen in Bezug auf die Entwicklung des Arbeitsmarkts relativ unumstritten.⁵³

In den hoch entwickelten Ländern kommt es zu einem starken Wachstum des tertiären Sektors: Industrien werden verlagert und der Anteil der Dienstleistungsarbeitsplätze nimmt zu. Zwar führt die Anwendung elektronischer Kommunikation zur Möglichkeit, Dienstleistungen zu dezentralisieren. Das ist im Zusammenhang mit Verwaltungstätigkeiten auch zunehmend der Fall. Die zentralen Orte der Steuerung und Entscheidung drängen aber umso mehr in die Zentren der Städte. Sie benötigen eine spezifische Umgebung, die ihnen vor allem die Nähe zu spezialisierten Unternehmensdienstleistern, aber auch den Zentralen anderer bietet.

Als Grund für die Notwendigkeit räumlicher Nähe wird meist die Bedeutung von direkter, persönlicher Kommunikation gesehen.⁵⁴ Wesentlich erscheint jedoch auch der Unterschied im Zeitablauf der Produktion von Dienstleistungen in der Peripherie und der Steuerung von Prozessen. So sind die Abläufe in der Produktion vorhersehbar und steuerbar, die im

50 s. Friedrichs, 1996

51 s. Hamnett, 1991, S. 96

52 s. etwa Ley, 1996

53 s. Bell, 1973

54 s. Sassen, 2001, S. 12f.

Management erfolgen aber Anlass-bezogen und damit oft relativ spontan und unter großem zeitlichem Druck. Somit ist es wichtig, die entsprechenden Partner, aber auch die Konkurrenten im Anlassfall schnell zur Verfügung zu haben. Dies macht eine starke räumliche Konzentration attraktiv.⁵⁵

Durch die in diesem Zusammenhang steigende Anzahl von flexiblen, prekären und selbstständigen Arbeitsformen wird die Nähe zum Arbeitsort und eine gewisse Durchlässigkeit von Arbeit und Freizeit wesentlich. Auch das macht städtische Wohn- und Lebensformen notwendig.⁵⁶

Gerade in den Zentren der „Global Assembly Line“ – also jenen Städten, in denen sich die Kontrolle multinationaler Konzerne konzentriert – ergibt sich eine starke Veränderung des Arbeitsmarkts. Es entsteht einerseits eine große Anzahl an gut bezahlten Arbeitsplätzen in diesen Betrieben und in den Betrieben hochrangiger Wirtschaftsdienstleistungen, die diesen zuarbeiten. Andererseits sind die Konsummuster der dort Beschäftigten anders als die traditioneller Mittelschicht-Haushalte. Nicht nur werden am Wohnungsmarkt vermehrt sanierte – und damit in der Produktion eher arbeitsintensive denn kapitalintensive – Wohnungen nachgefragt, auch im Bereich von Handwerk und Dienstleistungen entsteht eine höhere Nachfrage nach Produkten, die nicht aus fordistischer Massenproduktion stammen. Dies führt zu einem Anwachsen von Beschäftigten in Branchen, die von informellen und schlecht bezahlten Arbeitsverhältnissen geprägt sind – es entstehen wachsende Einkommensunterschiede. Solche Entwicklungen sind die Rahmenbedingung dafür, dass in diesen Städten Gentrification in bis dahin unbekannter Intensität aufgetreten ist.⁵⁷

Diese – etwa von Saskia Sassen vertretene – „Polarisationshypothese“ wurde jedoch von Chris Hamnett wiederholt kritisiert. Er sieht außerhalb der großen amerikanischen Städte, die starke Zuwanderung erfahren, keinen wachsenden Anteil unqualifizierter Arbeit – eher ein Anwachsen der Arbeitslosigkeit in diesem Bereich. Er sieht demnach vorrangig eine Polarisation zwischen jenen, die im regulären Arbeitsmarkt Beschäftigung finden und deren Qualifikation weiter steigt, und jenen, die davon ausgeschlossen sind.⁵⁸

55 s. Smith, 1968, S. 134

56 s. Blasius, 1993, S. 24

57 s. Sassen, 2001, S. 248ff.

58 s. Hamnett, 2003, S. 57f.

In der Nachkriegszeit wuchsen die meisten Städte zunehmend an den Rändern. Dieses Wachstum stellt im Umland eine Zentralisierung und auf der Ebene der Stadt eine Dezentralisierung dar. Die Hauptursache liegt neben dem Wegfall von Hemmnissen (etwa durch die Orientierung auf den motorisierten Individualverkehr) in den vergleichsweise geringen Grundkosten und den sich daraus ergebenden Möglichkeiten, mit der Entwicklung dieser Grundstücke vergleichsweise gute Renditen zu erwirtschaften.

Die dadurch abnehmende Nachfrage nach innerstädtischen Lagen, fallende Preise und die damit verbundene geringere Investitionstätigkeit führten zu geringen Bodenrenten. Andererseits stiegen die Preise im Umland – somit ergibt sich zunehmend die Situation, dass es zu einer teilweisen Umkehr der Tendenz kommt, da die Rückkehr in die Stadt profitabel wird.⁵⁹

Lebensstil

Im Zusammenhang mit Gentrification lässt sich auch der Begriff „Lebensstil“ als ein Konzept anwenden. Die Gewohnheiten derjenigen, die den Prozess vorantreiben, unterscheiden sich oft wesentlich von den bisherigen Lebensweisen. In diesem Zusammenhang geht es um andere Haushaltsformen (wie Wohngemeinschaften oder unverheiratet zusammen lebende Personen) und andere Konsumwünsche, sowohl was das Wohnen unmittelbar betrifft (alte Bausubstanz, „Loft-Living“), als auch etwa den häufigen Besuch von Restaurants. Geprägt ist dies meist von hohem verfügbarem Einkommen – etwa von Doppelverdienern ohne Kinder, die nötig sind, um den Status aufrecht zu halten. Lebensstile sind gleichzeitig Abgrenzungen von Gruppen, die sich durch Anhänger gleicher Lebensstile bilden. Gerade am Anfang von Gentrification-Prozessen sind häufig gegenkulturelle Lebensstile zu beobachten. Es entwickeln sich alternative Lebensweisen.⁶⁰

Demographischer Wandel

Die Anzahl kleinerer Haushalte steigt. Weiters nimmt die Anzahl kinderreicher Familien ab und die kinderloser Paare zu. Es verlängert sich die Phase der Post-Adoleszenz, also jener Zeit, in der Ausbildungen absolviert werden und Haushalte sowie Beziehungen wechseln. Dies führt zu einer steigenden Nachfrage nach Wohnraum in den Städten und einer Konkurrenzsituation mit den „alten“ Haushalten.

⁵⁹ s. Smith, 1986, S. 132f.

⁶⁰ s. Blasius, 2004, S. 28f.

Einerseits sind durch die starke Suburbanisierung die Preise im Umland der Städte gestiegen, andererseits ist für die „neuen“ Haushalte die Nähe zu sozialen Kontakten sowie Lokalen, Restaurants und kulturellen Einrichtungen wesentlich. Dadurch wird für viele Haushalte das Umland als Wohnort unattraktiv und es entsteht der Wunsch nach Innenstadt-nahem Wohnen.⁶¹

Gender & Sex

Gentrification is in large part a result of the breakdown of the patriarchal household. Households of gay people, singles and professional couples with central business district jobs increasingly find central locations attractive. Gentrification corresponds to the two-income (or more) professional household that requires both a relatively central urban location to minimize journey-to-work costs of several wage earners and a location that enhances efficiency in household production (stores are nearer) and in the substitution of market-produced commodities (laundries, restaurants, child care) for household production.

Markusen, 1981, S. 32

Ab Beginn der 1980er Jahre wurde beobachtet, dass die steigende Frauenerwerbsquote einen zunehmenden Anteil an der Entwicklung von Gentrification hat. Gerade in der Gruppe derjenigen, die anfangs in ein ärmeres Quartier ziehen, finden sich Frauen, die zwar gut ausgebildet sind, aber in prekären Beschäftigungsverhältnissen stehen oder allein-erziehend sind. Gerade für diese Personengruppe bieten Innenstadt-nahe Strukturen eine wesentlich höhere Dichte an sozialen Kontakten und Sozialeinrichtungen.⁶² Auch finden sich in diesen Gebieten eher Zugangsmöglichkeiten zu Dienstleistungen, die von nicht berufstätigen Frauen in der Regel selbst durchgeführt werden. Unter den Gentrifiern finden sich somit auch weniger Personen, die an traditionellen Modellen der Rollenaufteilung festhalten. Damit wird ein Ansatz, das Verhältnis zwischen unbezahlter und bezahlter Arbeit anders aufzuteilen, zum Auslöser für eine neue Nachfrage nach innerstädtischem Wohnraum, der oft als wesentlicher gesehen wird als nur das Anwachsen einer Schicht von höher qualifizierten Arbeitskräften.⁶³

In vielen Gebieten, die zu den ersten gehören, in denen Gentrification beobachtet wurde, spielen Homosexuelle sowohl als Nachfrager als auch als Entwickler eine wesentliche Rolle. Einerseits handelt es sich oft um relativ mobile Haushalte mit höherem Einkommen,

⁶¹ s. Blasius, 1993, S. 24

⁶² s. Rose, 1984, S. 63f.

⁶³ s. Lees, Slater, Wyly, 2008, S. 101f.

andererseits ist erst ab einer gewissen räumlichen Konzentration so etwas wie eine eigenständige Gemeinschaft möglich. Zu Beginn der amerikanischen Schwulen- und Lesbengewegung in den 1960er Jahren bildeten sich solche Gemeinschaften (wie etwa in Castro, San Francisco). Durch die zunehmende Medienöffentlichkeit für diese Gebiete kam es zunehmend zu Zuzug aus anderen Teilen der USA. Die Dichte und Größe der Gruppe an einem Ort machten eigenständige Netzwerke und damit Erfolge im Kampf um Rechte erst möglich. Daneben ergaben sich innerhalb der Gruppe spezifische eigene Netzwerke und Kommunikationswege, die den Zuzug weiterer Personen beschleunigten.⁶⁴

Die Debatte um den Einfluss homosexueller Bevölkerung hat in den letzten Jahren durch Richard Florida Beachtung gefunden. Seine Hypothese zur Frage der „Creative Class“ und den Rahmenbedingungen, unter denen Städte im globalen Wettbewerb erfolgreich sein können, geht von einer Nachfrage-Orientierung aus, bei der es wesentlich ist, die führenden Personen der Kreativwirtschaft zu gewinnen. Die Mischung der drei Faktoren Technologie, Talent und Toleranz ist wesentlich für deren Erfolg. Um dies zu messen, erfand er unter anderem den „gay index“ und versuchte zu belegen, dass diejenigen Orte, an denen die meisten Homosexuellen leben, jene sind, an denen sich die fortschrittlichsten Wirtschaftszweige befinden. Die Schlussfolgerungen sind jedoch eher oberflächlich und unkritisch. Florida befasst sich nicht mit den Auswirkungen, wie etwa der Gentrification.⁶⁵

2.3.3 Gentrification-Debatten

Von Anfang an war die Gentrification-Debatte von starker wechselseitiger Kritik seitens der Vertreter von Nachfrage- beziehungsweise Angebotsmodellen geprägt.

Kritik an der Rent-Gap-Hypothese

Die Rent-Gap-Theorie bietet zwar eine einfache und klare Erklärung, warum es zu Investitionen in Innenstadt-nahen Gebieten kommt, seitens der Vertreter Nachfrage-orientierter Modelle wird sie jedoch gerade deshalb kritisiert. Es lässt sich etwa schwer erklären, warum es an manchen Orten mit ähnlicher Rent-Gap zu Veränderungen kommt und an anderen nicht. Der Ort der größten Rent-Gap muss nicht der erste sein, an dem der Prozess auftritt. Möglich ist, dass es gar nicht erst zu einer Desinvestition und damit einem Entstehen einer Rent-Gap kommt.⁶⁶

⁶⁴ s. Lees, Slater, Wyly, 2008, S. 103f.

⁶⁵ s. Florida, 2003, S. 250f.

⁶⁶ s. Ley, 1996, S. 43

In Manhattan kam es nicht an den Orten, die die höchste Rent-Gap aufwiesen (wie etwa die Lower East Side) zuerst zu Gentrification, sondern an jenen, die an bestehende Wohnquartiere der Mittelschicht angrenzten (wie etwa Greenwich Village). Ley sieht bei den in den 1970er Jahren in Kanada beobachteten Gentrification-Prozessen die Nähe zu bestehenden gut situierten Wohnquartieren als besten Indikator. Der wesentliche Faktor scheint nicht die absolute Höhe einer potentiellen Rent-Gap, sondern diese in Verhältnis zum empfundenen Risiko von Investoren und Immobilienentwicklern zu sein.⁶⁷

Eine weitere verbreitete Kritik ist, dass staatliche Regulation nicht berücksichtigt wird und die Frage von Akteuren und ihre Risikobewertungen am Immobilienmarkt nicht betrachtet werden. Die Immobilienbranche scheut in der Regel hohe Risiken, wie sie bei Investitionen in die Stadterneuerung auftreten können. Viele bekannte Beispiele von Gentrification sind entweder von staatlicher Beteiligung (welche die Risiken teilweise trägt), oder von der Tätigkeit einzelner, relativ kleiner und innovativer Entwickler (die diese Risiken eher in Kauf nehmen), geprägt. Oft sind es Akteure mit spezifischer Ortskenntnis, welche den Prozess starten, weil sie die Potentiale eines Quartiers anders beurteilen. Die Gebiete mit hoher Rent-Gap sind im öffentlichen Diskurs oft mit negativen Bildern assoziiert. Deshalb ist ein Bezug zu potentiellen Nachfragenden von Bedeutung, da sich für den Entwickler die Frage stellt, wie er ein Umdenken erreichen beziehungsweise einen anderen Diskurs fördern kann. Später, wenn der Prozess etabliert ist, finden sich auch institutionelle Investoren und Immobilienentwickler, die weniger Risiken eingehen wollen.⁶⁸

Schließlich lässt sich natürlich die Nicht-Berücksichtigung der Immobiliennachfrage kritisieren:

Smith is clearly right regarding the importance of capital depreciation and subsequent reinvestment in helping to explain gentrification, but his Achilles' heel is his inability or unwillingness to appreciate demand for inner-city locations from the middle class.

Hamnett, 2003, S.169

Neil Smith sieht zwar, dass ein ökonomischer Wandel existiert, der dazu führt, dass mehr Beschäftigte im sogenannten vierten Sektor beschäftigt sind (und diese überproportional häufig zu den Gentrifiern zählen). Er widerspricht jedoch der von Hamnett und Ley vertretenen These einer „Neuen Mittelschicht“. Die Existenz einer „neuen Mittelschicht“ würde eine Veränderung der Einkommensverteilung bedingen, was seiner Meinung nach nicht passiert ist. Hamnett meint jedoch ganz im Gegenteil, diese sei erfolgt – vor allem in

⁶⁷ s. Ley, 1996, S. 44

⁶⁸ s. Ley, 1996, S. 45f., Seidl, 2009

den großen Städten der hoch entwickelten Staaten. Daher meint er, dass Smith nicht erkläre, warum Gentrification vor allem in den großen Städten mit der höchst entwickelten Dienstleistungsbranche auftritt und nicht in alten Industriestädten. Schließlich erkläre Smith auch die Nachfrage nach saniertem Wohnraum in den Innenstädten nicht.⁶⁹

Smith selbst sieht die Grenzen des Rent-Gap Modells vor allem in der Frage der Prognose, wo und in welcher Reihenfolge Gentrification auftritt. Weiters sieht er den Mangel an Bezügen zu Modellen des sozialen Wandels, hier insbesondere zu Fragen der Dynamik und der Zusammenhänge von Mikro- und Makroprozessen. Im Grunde handelt es sich bei der Rent-Gap-Theorie eher um ein Makro-Modell.⁷⁰

Kritik an der Nachfrage-Orientierung

Die zentrale Kritik an der Nachfrage-Orientierung beruht auf der Tatsache, dass es etwa zum gleichen Zeitpunkt in Nordamerika, Europa und Asien zu Gentrification kommt, aber die verschiedenen Regionen sich – etwa was den Grad und das Verhältnis der Suburbanisierung betrifft – grundlegend unterscheiden. Nur die Annahme⁷¹ einer grundlegenden kulturellen Veränderung, wie zum Beispiel die „Post-Industrielle Gesellschaft“, kann einen internationalen Trend erklären.

Es tritt jedoch ein Widerspruch auf: Einerseits besteht Konsumentensouveränität, andererseits ändert sich die Nachfrage aufgrund internationaler kulturell gleichförmiger Trends. Diese Trends stellen damit die Souveränität in Frage. Für Smith ist eine Nachfrage-Orientierung nur dann möglich, wenn diese auf eine Gruppe und deren soziale Normen sowie Präferenzen bezogen wird, nicht aber auf individuelle Entscheidungen.⁷²

2.4 Weiterentwicklung?

“[...] neither the memory nor the profits of gentrification are likely to be erased so quickly. Indeed, it may not be too much of an exaggeration to surmise that proclaiming the end of gentrification today may be akin to anticipating the end of suburbanisation in 1933”

Smith, 1996, S. 230

69 s. Hamnett, 2003, S. 169f.

70 s. Smith, 1996, S. 71f.

71 wie etwa Ley, 1978

72 s. Smith, 1996, S. 55f.

Immer wieder wurde von manchen ein Ende der Gentrification gesehen, und zwar dann, wenn der Immobilienmarkt, wie etwa Anfang der 1990er Jahre, gerade rückläufig war. Wenn sich die Märkte jedoch erholten, kam es stets wieder zu neuen Investitionen.

David Ley sah die Situation der zentrumsnahen Desinvestition und der der Suburbanisierung gar als historische Ausnahme:

„If present trends accelerate, the social geography of the nineteenth century may appear to urban scholars as a temporary interlude to a more historically persistent pattern of higher status segregation adjacent to the down-town core“ Ley, 1981, S.145

Mittlerweile hat sich der Begriff der Gentrification stark erweitert. War er anfangs nur auf die Stadterneuerung bezogen, so wurde dieser Begriff auf alle Bereiche im Umfeld erweitert. Neubau, Tourismus oder gar ländliche Gebiete wurden zum Gegenstand von Untersuchungen, weil die Abgrenzung schwierig erschien beziehungsweise die Prozesse im Wesentlichen ähnlich sind.⁷³

Die Debatte über Nachfrage- oder Angebots-Orientierung hat seit Anfang der 1990er Jahre zu dem Konsens geführt, dass beide Seiten Teil des „gleichen Elefanten“⁷⁴ sind und der jeweiligen Sichtweise entweder die Gentrifier oder die Gebäude fehlen.

Was sich jedoch nicht auflösen lässt, sind die unterschiedlichen Positionen in ihrer Methodik und den zugrunde liegenden Theorien:

„The importance of methodology has seldom been stressed in studies of gentrification, despite the long-standing interest in the differing outcomes of different theoretical frameworks such as Marxism, humanism, and post-modernism. But different methodological frameworks result in different outcomes of gentrification.“
Lees, 1998, S. 2258

⁷³ s. Lees, Slater, Wyly, 2008, S. 129f.

⁷⁴ s. Hamnett, 1991

3 Simulation

3.1 Simulation als Methode

„Definiert man den Begriff Simulation wie üblich als die Beobachtung von Modellverhalten im Zeitablauf, so wird hiermit eine Methode zur Modellanalyse bezeichnet, bei der über eine Vielzahl von Zeitpunkten und ausgehend von festgelegten Randbedingungen Zustände von Modellelementen berechnet werde, deren Gesamtheit ein Modellverhalten beschreibt.“

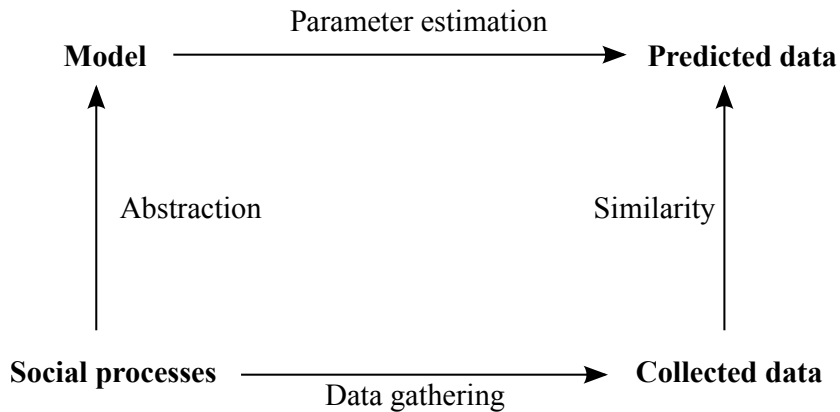
Engel, Möhring, 1995, S. 47 nach Weber, 2007, S.1

Der Begriff des Modells kann dabei sowohl gegenständliche Abbilder als auch eine formale Abstraktion einer Realität beschreiben. Im Zusammenhang mit sozialen Fragestellungen liegt der Schwerpunkt auf der zweiten Variante, wobei hier die Frage von räumlichen Strukturen im Zusammenhang mit sozialen Prozessen an der Grenze zwischen den Varianten anzusiedeln wäre.

Unterschiede zu statistischen Methoden

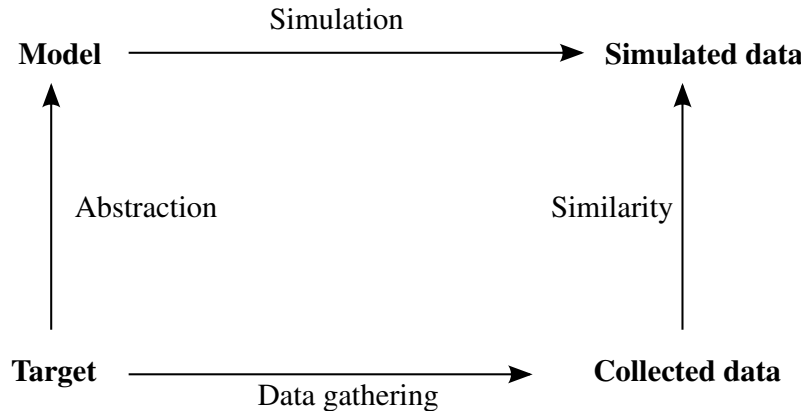
Die gängigsten eher quantitativ angelegten sozialwissenschaftlichen Modelle basieren auf statistischen Verfahren, die versuchen, eine Reihe von abhängigen Variablen anhand von Eingangswerten zu schätzen.⁷⁵ Dabei werden diese Zusammenhänge in mathematischen Formeln ausgedrückt und die Parameter dieser Formeln mittels statistischer Verfahren auf der Grundlage empirischer Daten geschätzt. Sind diese Zusammenhänge im Modell gültig (was mittels statistischer Testverfahren ermittelt wird), so lassen sich für beliebige Eingangswerte Ergebnisse abschätzen. In Abbildung 6 findet sich eine Darstellung dieses Schemas.

⁷⁵ s. Gilbert, Troitzsch, 2005, S. 3-4

Abbildung 6 Logik statistischer Modelle

Quelle: Gilbert, Troitzsch, 2005, S. 16

Simulationsmodelle haben üblicherweise auch Anfangswerte, die in das Modell eingegeben werden, und Ausgabewerte, die sich während der Simulation verändern. In das Modell fließen Annahmen über Struktur und Ausprägung des zu simulierenden Gegenstands ein, die dazu führen sollen, dass das System – und damit seine Ergebnisse und sein Verhalten – einem möglichen realen Prozess entsprechen. Das Modell erzeugt simulierte Daten, die zur Überprüfung mit empirischen Daten verglichen werden können, um. Wie sich in Abbildung 7 erkennen lässt, ist dieses Verfahren damit ähnlich dem statistischer Modelle.⁷⁶

Abbildung 7 Logik von Simulationsmodellen

Quelle: Gilbert, Troitzsch, 2005, S. 16

Der Unterschied zwischen statistischen Modellen und Simulationsmodellen liegt darin, dass sich die ersteren üblicherweise mit direkten Zusammenhängen befassen, die anderen jedoch mit Prozessen und Strukturen. Diese werden in einem Simulationsmodell explizit dargestellt. In einem statistischen Modell sind die Mechanismen der Zusammenhänge zwischen den Variablen hingegen kaum Teil des Modells.

⁷⁶ s. Gilbert, Troitzsch, 2005, S. 16f.

Durch den Bezug zur Struktur lassen sich Simulationsläufe und damit einem Experiment ähnliche Versuche durchführen. Experimente sind in vielen Bereichen nicht möglich, aufwändig oder zu teuer. Auch etwa Prozesse, die einmalig waren und in der Vergangenheit abgelaufen sind, erlauben das nicht. Daher ist Simulation hier die einzige Möglichkeit eines experimentellen Zugangs.

3.1.1 Anwendung

Der Ausgangspunkt für ein Simulationsmodell ist die Definition eines Untersuchungsgegenstands und damit der zu modellierenden Prozesse und Objekte. Meist gibt es Beobachtungen und Theorien über diesen Gegenstand. Schließlich muss man Annahmen über die Strukturen und Zusammenhänge treffen und ein Modell entwerfen.

Die wesentlichste Frage ist dabei die der Abstraktion und dadurch des Umfangs des Modells. Je umfangreicher das Modell, desto schwieriger ist es, entsprechende Parameter zu schätzen, das Modell zu testen und seine Gültigkeit zu überprüfen. Je einfacher das Modell, desto schwieriger wird die Übertragung von Ergebnissen des Modells auf den modellierten Gegenstand. Die Entscheidung, wie der Abstraktionsgrad gewählt wird, ist abhängig vom Ziel des Modells, der Verfügbarkeit von Daten, dem Stil des Erstellers, etc. Im Wesentlichen wird bei Modellen, die der Prognose dienen, die Genauigkeit, was die berücksichtigten Faktoren betrifft, von höherer Bedeutung sein, als bei Modellen, die dazu dienen, Prozesse zu erklären.

Das Modell muss in einem Softwaresystem implementiert und entsprechend getestet werden. Dabei muss nicht nur die Validität – also die Gültigkeit der simulierten Ergebnisse anhand empirischer Beobachtungen –, sondern auch die Richtigkeit des Software-Modells geprüft werden. Scheinbar kleine Faktoren, wie etwa die Größe des Matrixraums bei einem Zellulären Automaten oder dessen Rand, können wesentlichen Einfluss auf den Verlauf nehmen. Auch softwaretechnische Probleme wie Rundungsfehler können zu inkorrekten Ergebnissen führen. Je komplexer die Umsetzung eines Modells ist, desto wahrscheinlicher sind Fehler in der Umsetzung.⁷⁷

Schließlich kann das Modell dazu dienen, Simulationsläufe durchzuführen. Im einfachsten Fall wird eine Analyse des Systemverhaltens in Abhängigkeit von den wesentlichsten Parametern (Sensitivitätsanalyse) dazu dienen, das Modellverhalten zu untersuchen.⁷⁸

⁷⁷ s. Weber, 2007, S. 116

⁷⁸ s. Gilbert, Troitzsch, 2005, S. 18f.

3.1.2 Möglichkeiten

Mit Simulationsmodellen lassen sich im Wesentlichen zwei verschiedene Ziele verfolgen: Theorieprüfung und Prognostik. Die Theorieprüfung, bei der das Verständnis für einen Prozess und der Versuch, diesen in einem Simulationsmodell abzubilden, im Mittelpunkt stehen, wird in der Regel vor dem Versuch stehen, Prognosen mittels eines solchen Modells zu erstellen.⁷⁹

Zusätzlich ist es möglich, Simulation zur Ausbildung oder zur Unterhaltung zu verwenden. Beispiele wären etwa Flugsimulatoren oder Computerspiele, die oft zu den komplexesten Simulationsmodellen gehören, die entwickelt werden.

Theorieprüfung

Innerhalb der Sozialwissenschaften werden Simulationsmodelle vor allem als erklärende Modelle verwendet. Sie helfen damit, Zusammenhänge und Prozesse zu erforschen und zu formalisieren. Dazu müssen Theorien, die üblicherweise in schriftlicher Form ausgedrückt werden, in formale Regeln, die in einem Simulationssystem programmiert werden können, transformiert werden. Dadurch lassen sich die Theorien und die Möglichkeiten ihrer Formalisierung in einer Art „Künstlichen Gesellschaft“ testen.⁸⁰

Unabhängig von der Frage, auf welchen Annahmen die jeweilige Forschungslogik basiert, ist Theorieprüfung die Erstellung von Prognosen und der Abgleich dieser mit der Realität. Grundlage der Prognosen sind (nach DN-Modell) Gesetze und Randbedingungen. Diese müssen jedoch einen empirischen Gehalt besitzen, wobei dieser jedenfalls bedeutet, dass Beobachtungen oder Experimente möglich sein müssen. Daraus ergibt sich, dass wenn Beobachtungen oder Experimente (die etwa bei sozialen Phänomenen oft nicht direkt möglich sind) durch Simulation ersetzt werden, es nicht sinnvoll möglich ist, eine Theorie zu prüfen.

Unter einer instrumentalistischen Perspektive könnte die Frage des empirischen Gehalts der angenommenen Gesetze jedoch ignoriert werden. Solange das Modell geeignet ist, Prognosen ausreichender Qualität zu liefern, sind diese Annahmen nicht wesentlich. Allerdings ist die Anwendung eines Modells, das nicht auf empirischen Grundlagen basiert, sondern ausschließlich auf der Möglichkeit, vergangene Prozesse zu prognostizieren, mit einem hohen Risiko behaftet. Wird die Frage der Bewährung der enthaltenen Annahmen

⁷⁹ s. Gilbert, Troitzsch, 2005, S. 15-16

⁸⁰ s. Gilbert, Troitzsch, 2005, S. 4-6

und damit auch die nach der Ursache der bisher richtigen Prognosen nicht gestellt, so gibt es wohl keinerlei Grund dafür, wieso die Prognose im nächsten Fall zutreffen sollte.

Die Überführung von Modellen in eine Simulation hat zahlreiche Implikationen und bietet andere Möglichkeiten der Theorieprüfung: Durch die Formulierung in einer Computersprache müssen viel präzisere Aussagen getroffen werden, als in einer natürlichen Sprache. Am Computermodell werden keine semantischen Interpretationen und damit etwa Ergänzungen vorgenommen. Dieser Prozess kann für sich bereits einen Erkenntniswert haben, da er Widersprüche aufzeigen kann.

Daneben lassen sich – vor allem bei dynamischen Simulationsverfahren, deren Elemente voneinander wechselseitig abhängig sind und sich daher Emergenzeffekte ergeben können – die impliziten Konsequenzen der Annahmen offen legen. Dadurch lässt sich die Plausibilität der getroffenen Annahmen überprüfen.

Diese Möglichkeiten stellen jedoch für sich noch keinerlei Bezug zwischen dem Modell und der Empirie her. Dieser kann nicht alleine durch Simulation erreicht werden. Wird der Bezug nicht hergestellt, so erlaubt dies die Entwicklung von Planspielen (etwa in der Form künstlicher Gesellschaften wie zum Beispiel „Sugarscape“⁸¹).⁸²

Prognostik

Prognostik ist die Anwendung eines Modells, um einen möglichen zukünftigen Zustand vorhersagen zu können. Oft soll sie dazu dienen, Handlungsalternativen abzuwägen. Dazu muss zuvor das angewandte Modell auf die Gültigkeit seiner inneren Annahmen und seiner Aussagen geprüft werden.

Anfangs waren in der räumlichen Prognostik vor allem statistische Modelle wie Trendextrapolation vorherrschend. Später wurden zunehmend auch Simulationsmodelle wie System-Dynamics bedeutend. Die Modelle konnten immer nur einen Teil der Prozesse abbilden und waren oft auf einzelne Sektoren beschränkt. Durch den Versuch dies zu lösen, wurden sie immer komplexer. Damit wurde jedoch ihre Anwendbarkeit immer stärker eingeschränkt. Auch waren diese Modelle Ausdruck für die Idee langfristiger und grundlegender Planung und daher vorrangig in diesem Rahmen anwendbar. Die Erhöhung der Komplexität bei gleichzeitig schwindender Aussagekraft und sinkender Relevanz (aufgrund einer grundlegenden Krise langfristiger Planungsansätze) führte zu einem Paradigmenwechsel.

⁸¹ s. Kapitel 3.2.6, S. 45 bzw. Epstein, Axtell, 1996

⁸² s. Weber, 2007, S. 119f.

Man wandte sich zunehmend explorativen und qualitativen Prognosemethoden zu. Diese wurden anfangs aufgrund ihrer geringeren formalen Regelhaftigkeit als „unwissenschaftlich“ kritisiert. Sie erlauben jedoch einen viel offeneren Zugang. Wesentlich sind etwa die Szenarien-Modelle, in denen verschiedene extremere „Zukünfte“ gezeichnet werden. Damit sollen mögliche Entwicklungspfade erklärt und Handlungsalternativen aufgezeigt werden.

Im Schnittfeld dieser beiden Bereiche entwickelten sich schließlich die Assessment-Strategien. Diese versuchen zwar vom Umfang beschränkte, aber dafür wiederum quantitative und damit schärfere Aussagen treffen zu können. Es wird versucht, die Wirkungen einzelner Entscheidungen zu untersuchen – vor dem Hintergrund unterschiedlicher möglicher Entwicklungen. Anhand solcher Prognosen soll es ermöglicht werden, Handlungsalternativen objektivierbar zu bewerten.

Was modernere, dynamische Simulationsverfahren wie etwa Mikrosimulation betrifft, so stellt sich aufgrund der Tatsache, dass diese Systeme mit Rückkopplung und damit oft abseits von Gleichgewichtszuständen betrachten, die Frage, ob diese – so wie traditionelle Simulationsverfahren – als quantitative Verfahren gesehen werden können. Wenn ein Modell im Wesentlichen dazu geeignet ist, eher das Verhalten als die genaue Ausprägung eines Systems zu simulieren, dann ist die dadurch gewonnene Information wohl eher eine qualitative Aussage über die Tendenzen, Ordnungsprinzipien und eventuell die Wahrscheinlichkeit von Ereignissen, als eine quantitative Prognose.⁸³

3.1.3 Anwendbarkeit

Die Verwendung von Simulation zur Analyse und Prognostik von sozialwissenschaftlichen Fragestellungen ist eine relativ neue Methode. Zwar wurden erste Versuche bereits in den 1960er Jahren gemacht, die breite Anwendung ist aber erst ab den 1990er Jahren zu finden. Simulationsmodelle erlauben eine Betrachtung sozialer Prozesse, die auf der Annahme nicht-linearer Zusammenhänge beruhen. Damit werden Fragen von Emergenz und Komplexität wesentlich. In diesem Zusammenhang entstand – als Teil der Systemtheorie – die Komplexitätstheorie, die sich allgemein und damit interdisziplinär mit komplexen Systemen befasst.⁸⁴

Traditionelle mathematische Methoden sind in Bezug auf ihre Anwendbarkeit auf soziale Prozesse Grenzen gesetzt. Im Wesentlichen sind hier nur statistische Verfahren von Bedeutung, welche aber in der Regel lineare Zusammenhänge zwischen den Variablen

⁸³ s. Stiens, 1996

⁸⁴ s. Gilbert, Troitzsch, 2005, S. 1

annehmen. Nicht-lineare Zusammenhänge sind schwieriger zu untersuchen, da sie selten analytisch lösbar sind. Oft gibt es kein System von Formeln, deren Lösung das Verhalten vorhersagen kann. Simulationsverfahren können dazu dienen, diese Grenzen zu durchbrechen, da sie dann die einzige Möglichkeit bieten, das Systemverhalten zu untersuchen. Auch wenn es möglich ist, das Verhalten komplexer Systeme zu verstehen, ist es trotzdem kaum möglich, Vorhersagen zu treffen. Sogar wenn die Faktoren und Bedingungen des Verhaltens Einzelner in einem System bekannt sind, ist das nicht ausreichend, um das Verhalten einer Gruppe vorher zu sagen.⁸⁵ Die Komplexitätstheorie widerspricht hier traditionellen Annahmen, die einen klaren Zusammenhang zwischen der Erklärung eines Prozesses und der Prognose herstellen.

Emergenz

Emergenz ist eines der wesentlichsten Konzepte der Komplexitätstheorie. Emergenz entsteht, wenn die Handlungen und Interaktionen von Objekten einer Betrachtungsebene andere Objekte auf einer anderen Ebene entstehen lassen. Somit ist Emergenz dann zu beobachten, wenn ein Phänomen auf einer Ebene nicht durch die Kategorien der anderen Ebene beschrieben werden kann, aber durch sie entsteht. So ist etwa Temperatur eine emergente Eigenschaft der Bewegung von Atomen, da Atome keine Temperatur besitzen, eine verbundene Gruppe von Atomen jedoch schon.

Autopoiesis (oder Selbstorganisation)

Ein weiteres Konzept, das in der Systemtheorie beziehungsweise der Biologie entstanden ist, wird im Zusammenhang mit komplexen Systemen zunehmend angewandt: „Autopoiesis“. Dieses beschreibt Systeme, die sich selbst erzeugen und erhalten. Die menschliche Gesellschaft ist etwa ein Produkt der menschlichen Gesellschaft und damit ein solches System. In so einem System gibt es Elemente, die durch Interaktionsprozesse laufend das System erhalten, das sie produziert hat.⁸⁶

3.2 Simulationsverfahren

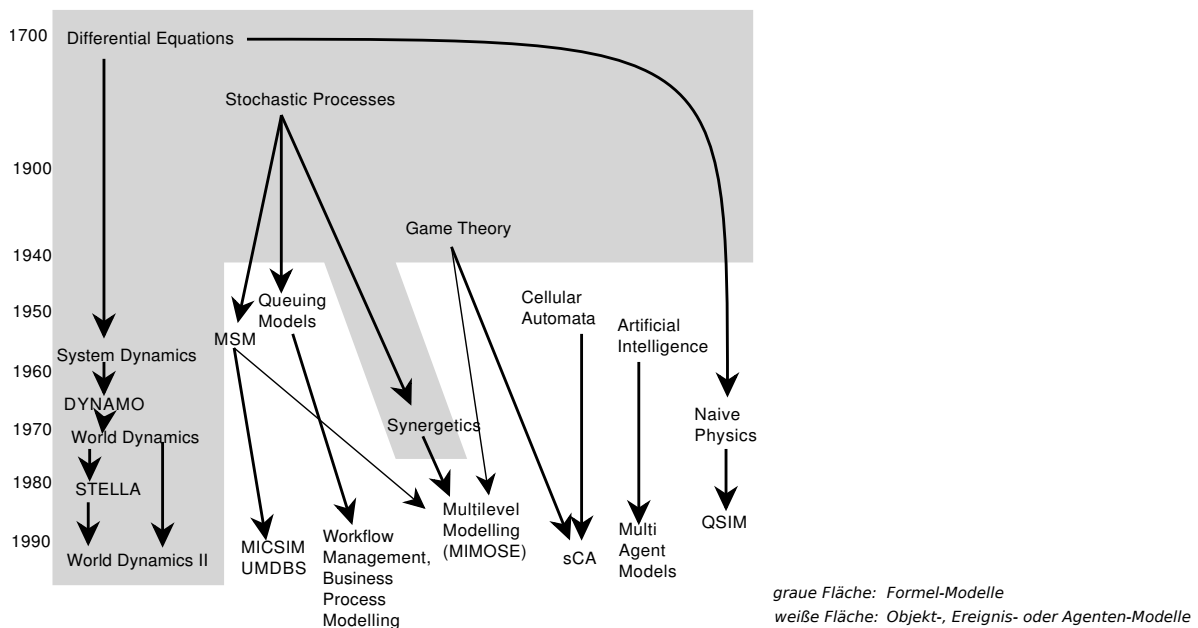
Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über die historische Entwicklung von Simulationsverfahren und damit ihre spezifischen Möglichkeiten und Grenzen gegeben werden. Abbildung 8 zeigt schematisch die Entwicklungspfade der einzelnen Methoden und damit, dass – wie später erläutert – die meisten modernen Verfahren nicht mehr nur auf

⁸⁵ s. Gilbert, Troitzsch, 2005, S. 12

⁸⁶ s. Gilbert, Troitzsch, 2005, S. 1

analytisch lösbaren Formeln, sondern vielmehr auch auf der Simulation diskreter Entscheidungen basieren.

Abbildung 8 Geschichte der Simulationsverfahren

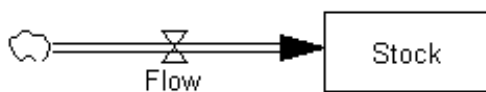


Quelle: Gilbert, Troitzsch, 2005, S. 7

3.2.1 System Dynamics

System Dynamics ist jener Simulationsansatz, dessen Anwendungen in den Sozialwissenschaften die höchste Bekanntheit erlangt haben. Ab Ende der 1960er Jahre wurden, ausgehend vom Club of Rome, verschiedene Modelle erarbeitet, die möglichst globale und langfristige Prognosen über die zukünftige Entwicklung von Bevölkerung, Wirtschaft etc. liefern sollten.⁸⁷

Abbildung 9 System-Dynamics Diagramm



Quelle: eigene Darstellung (aus Vensim, s. <http://www.vensim.com>)

Die Grundlage der System-Dynamics sind – wie auch anhand des Diagramms in Abbildung 9 erkennbar – zwei Elemente: Stocks und Flows. Die Bestandsgrößen (Stocks) stellen den Zustand des Systems dar und bilden Mengen ab (etwa Produktion, Bevölkerung, etc.). Die Dynamik wird modelliert, indem der spätere Zustand (zum Beispiel

⁸⁷ s. Forrester, 1971, Meadows, 1974

ein Monat später) des Systems jeweils aus dem vorhergehenden Zustand mittels Differenzgleichungen (Flows) definiert wird. Aus diesem kann dann wiederum der nachfolgende Zustand errechnet werden.

Im Wesentlichen handelt es sich dabei um Makro-Modelle, da, wenn etwa zwei Regionen abgebildet werden sollen, diese explizit als eigene Stocks und die Beziehungen zwischen ihnen als entsprechende Flows definiert werden müssen.

Die Bedeutung der System Dynamics – vor allem in den 1970er Jahren – beruht auf ihrer relativ übersichtlichen Struktur, und darauf, dass sie gegenüber einfacher Trendfortschreibung Zusammenhänge zwischen den Faktoren abbilden. Aufgrund dieser Klarheit lassen sich die Modelle relativ gut kommunizieren. Dadurch ist eine breitere und offener Diskussions über ihre Annahmen und Aussagen möglich.⁸⁸

Andererseits zeigen gerade auch die Versuche, Prognostik zu betreiben – etwa der Weltmodelle von Forrester und Meadows – die Grenzen in Bezug auf die Abhängigkeit der Modelle von ihren Annahmen von quantitativen Zusammenhängen. Die von ihnen prognostizierten globalen ökologischen Katastrophen traten jedenfalls bisher nicht ein. Allerdings waren zahlreiche Modellannahmen kaum durch empirische Daten gesichert.

Ein weiterer Grund, warum die damaligen Modelle – neben ihrer begrenzten prognostischen Aussagekraft – nur eingeschränkt zu einem anhaltenden Trend, soziale Prozesse zu simulieren, geführt haben, dürfte in der Orientierung auf die Prognostik liegen. Der Schwerpunkt der meisten sozialwissenschaftlichen Untersuchungen liegt eher auf dem Versuch, Prozesse zu verstehen, als auf dem Versuch, Voraussagen zu treffen – einerseits, weil dies aufgrund der Komplexität schwer möglich ist, andererseits aber auch deshalb, weil alleine die Voraussage bereits das Ergebnis verändern könnte. So ist etwa nicht klar, inwieweit die Prognosen von Forrester und Meadows und ihre Verbreitung dazu beigetragen haben, dass sie nicht zutreffen.⁸⁹

3.2.2 Diskrete Ereignissimulation

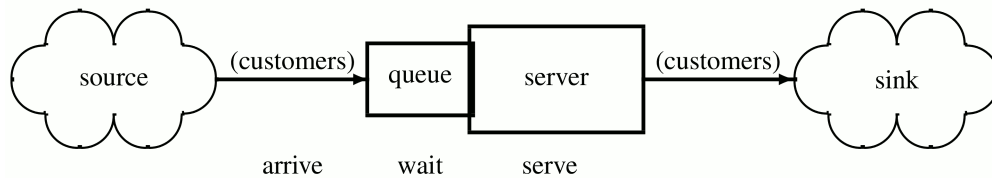
Diskrete Ereignissimulation basiert auf der Annahme diskreter Ereignisse. Diese besitzen jeweils gewisse Abhängigkeiten von einem Systemzustand (und damit etwa von vorangegangenen Ereignissen) und statistische Verteilungsfunktionen über die Wahrscheinlichkeit des Eintretens und/oder den Zeitpunkt des Eintretens.

⁸⁸ s. Troitzsch, 2000, S. 181-182

⁸⁹ s. Gilbert, Troitzsch, 2005, S. 6f.

Damit lassen sich logistische Abläufe wie etwa Lieferketten oder Produktionsabläufe simulieren. Am bekanntesten ist (wie in Abbildung 10 dargestellt) die Anwendung im Zusammenhang mit der Planung von Kapazitäten bei einem System, in dem Kunden innerhalb einer gewissen Zeit mit einer gewissen Sicherheit bedient werden sollen. Daher wird oft auch von Warteschlangensimulation gesprochen.

Abbildung 10 Diagramm für ein Warteschlangenmodell



Quelle: Gilbert, Troitzsch, 2005, S. 83

Am Ende ist das Ergebnis eine Summenverteilung, die eine Aussage darüber erlaubt, mit welcher Wahrscheinlichkeit sich das System innerhalb gewisser Grenzen befindet. Direkte Anwendungen von diskreten Ereignissimulationen sind aufgrund der begrenzten Möglichkeiten außerhalb der Betriebswirtschaft eher selten – die Methoden lassen sich jedoch mit Mikrosimulationsverfahren kombinieren.⁹⁰

3.2.3 Mikroanalytische Simulation

Mikrosimulationsverfahren wurden für jene Bereiche entwickelt, die mittels System-Dynamics nicht oder nur mit sehr großem Aufwand berechenbar sind. Dabei werden keine Aggregate und deren Zusammenhänge, sondern einzelne Elemente eines Systems betrachtet. Diese Elemente können als Stichprobe für ein Gesamtsystem herangezogen werden.

Statische Mikrosimulation

Statische Mikro-Modelle bilden den Ausgangszustand eines Systems ab und definieren dann Regeln, wie sich aus diesem andere Zustände ergeben. Nimmt man eine Stichprobe einer Bevölkerung mit gewissen Eigenschaften, wie zum Beispiel Einkommen, Berufstätigkeit, Haushaltgröße etc., so lassen sich aus Gesetzen Regeln definieren, wie etwa ein aktueller Pensionsanspruch aussehen würde. Bei Änderung der Regeln für den Pensionsanspruch lassen sich damit auch die Veränderungen für gewisse Gruppen von Personen und Veränderungen der gesamten potentiellen Auszahlungen abschätzen. Aufgrund der zahlreichen Abhängigkeiten und diskreten Entscheidungen, die in solchen Berechnungen

⁹⁰ s. Troitzsch, 2000, S. 184-185

anfallen, ließe sich eine solche Rechnung nicht anhand von aggregierten – also ausschließlich den Makro-Zustand beschreibenden – Werten durchführen.⁹¹

Dynamische Mikrosimulation

Wird die Abhängigkeit eines zukünftigen Zustands von einem momentanen definiert, wird das System dynamisch. Würde man obiges Pensionsmodell zum Prognoseinstrument erweitern, so müssten biographische Veränderungen in der simulierten Stichprobe modelliert werden (etwa Sterbewahrscheinlichkeiten, Berufstätigkeit, Einkommensentwicklung etc.). Daraus ließe sich schließlich schätzen, wie die Verteilung und der Aufwand der Mittel zu einem zukünftigen Zeitpunkt wären.

Ein weiterer Vorteil gegenüber einem zum Beispiel auf System-Dynamics basierenden Makro-Modell wäre auch, dass sich gewisse Abhängigkeiten wie etwa die der Fertilitätsrate von Ausbildung, Berufstätigkeit oder Einkommen nur in einem Mikro-Modell mit annehmbarem Aufwand darstellen lassen.⁹²

3.2.4 Mehrebenenmodelle

In den vorher genannten Beispielen sind zwar zwei Ebenen vorhanden – nämlich die Ebene einzelner Akteure und die Aggregatebene der Gesamtbevölkerung – aber es bestehen keine Abhängigkeiten zwischen diesen Ebenen beziehungsweise zwischen den Entscheidungen der Akteure.

Viele Fragestellungen sind jedoch eng mit der Frage, wie sich Akteure in Abhängigkeit von anderen Entwicklungen verhalten, verknüpft. Im einfachsten Fall beeinflussen die modellierten Akteure den Zustand eines Gesamtsystems, auf den sie wiederum reagieren. Die Untersuchung solcher Wechselwirkungen ist das Feld der Synergetik.

Ein Beispiel für ein solches Modell wurde 1968 von Downs entwickelt. Dabei wurde versucht, die Beobachtungen von Veränderungen in einer politischen Skala im Umfeld von Wahlen zu erklären. Werden Personen gefragt, wo sie sich in ihrer politischen Einstellung auf einer Skala von links bis rechts einschätzen, ergibt die Streuung dieser Ergebnisse annähernd eine Normalverteilung um die Mitte. Im Vorfeld von Wahlen entwickelt sich aber oft zunehmend eine Polarisierung in eine bimodale oder gar trimodale Verteilung. Downs erklärt dies damit, dass die Parteien und damit ihre Positionen eine Anziehungskraft ausüben. Wenn man jedem Einzelnen unterstellt, dass er eine gewisse Tendenz besitzt, sich eher in Richtung einer als stärker repräsentiert wahrgenommenen Meinung zu

⁹¹ s. Troitzsch, 2000, S. 186-187

⁹² s. Troitzsch, 2000, S. 187-189

bewegen und diese Entscheidungen wieder auf die (in Folge beobachtete) Verteilung wirken, so kann sich eine Dynamik ergeben, bei der nicht mehr die Mitte wächst, sondern in der sich mehrere stabile Häufungspunkte ergeben.⁹³

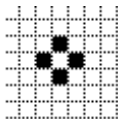
3.2.5 Zelluläre Automaten

Zu den ersten Methoden der Mikro-Modellierung zählten Zelluläre Automaten. Diese bestehen aus vier Elementen:

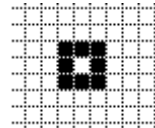
- Gleichartigen **Zellen**, die verschiedene Eigenschaften besitzen können, die in einem
- **Raum** angeordnet sind, der in den meisten Fällen eine regelmäßige, meist zweidimensionale Matrix ist und einer
- **Transformationsregel**, die für alle Zellen angewandt wird, um aus dem Zustand der jeweiligen Zelle und dem Zustand der umgebenden Zellen in einer
- definierten **Nachbarschaft** den jeweils nächsten Zustand zu ermitteln.

Aufgrund der Beobachtung der Nachbarschaft eignen sich Zelluläre Automaten, Prozesse mit lokalen Interaktionen abzubilden. Werden die Zellen als ein regelmäßiges Gitter angenommen, so gibt es zwei übliche Definitionen von Nachbarschaften: die Von-Neumann-Nachbarschaft (vier Zellen) und die Moore-Nachbarschaft (acht Zellen). Abbildung 11 zeigt diese möglichen Definitionen.

Abbildung 11 Nachbarschaften



The von Neumann neighbourhood



The Moore neighbourhood

Quelle: Gilbert, Troitzsch, 2005, S.134

Nachbarschaften können jedoch jede Größe annehmen – bis zum Umfang des gesamten Raums. In diesem Fall würde der Zustand jeder Zelle den jeder anderen beeinflussen. Um größere Nachbarschaften abzubilden, werden oft Modelle angewandt, bei denen der Einfluss des Zustands einer Zelle auf den einer anderen mit zunehmender Entfernung abnimmt.

Ihren Ursprung haben Zelluläre Automaten in der Mathematik und der Physik – sie wurden 1940 von Stanislaw Ulam in Los Alamos im Rahmen des Manhattan Projects entwickelt. Sie dienten dazu, das Verhalten von Flüssigkeiten, Kristallen, etc. näherungsweise

⁹³ s. Troitzsch, 2000, S. 189f.

zu berechnen. Dabei wird das Gesamtverhalten des Systems anhand von Interaktionen zwischen einzelnen Elementen (Partikeln, Molekülen, etc.) modelliert.⁹⁴

Game of Life

Der bekannteste der ersten Zellulären Automaten ist das „Game of Life“⁹⁵ (Gardner 1970). Bei diesem Spiel hat jede Zelle nur zwei mögliche Zustände: tot oder lebendig. Die Transformationsregel ist relativ einfach: Hat eine Zelle drei Nachbarn (innerhalb einer Moore-Nachbarschaft), so ist sie am Leben. Hat sie genau zwei Nachbarn, so bleibt sie am Leben (wenn sie bereits am Leben war). In allen anderen Fällen ist sie tot – unabhängig davon, wie der Zustand vorher war. Dadurch ergeben sich gewisse Muster, die stabil sind, sich bewegen oder etwa in mehreren Schritten mit einem gewissen Versatz wieder die gleiche Struktur wiederholen.

Segregation

Als übliches – weil klares – Beispiel für ein Modell, das versucht, sozialen Wandel auf der Basis der Auswirkungen von Einzelentscheidungen zu erklären, gilt Schellings⁹⁶ Modell der residentiellen Segregation.

Basis ist ein Zellulärer Automat mit einem regelmäßigen zweidimensionalen Matrixraum. Es gibt zwei mögliche Zustände einer Zelle: Entweder wird sie von der Gruppe A oder von der Gruppe B bewohnt.

Die Zellen besitzen eine Toleranzschwelle, was ihren eigenen Minderheitenstatus beziehungsweise den Anteil der anderen Gruppe in der Nachbarschaft betrifft. Wird dieser Anteil zu hoch, so versucht der Bewohner der Zelle an einen möglichst nahen Ort zu wandern, wo er von genügend Bewohnern der gleichen Gruppe umgeben ist. Ist diese Suche erfolgreich, dann wird die Zelle besetzt und die bisherige Zelle frei.

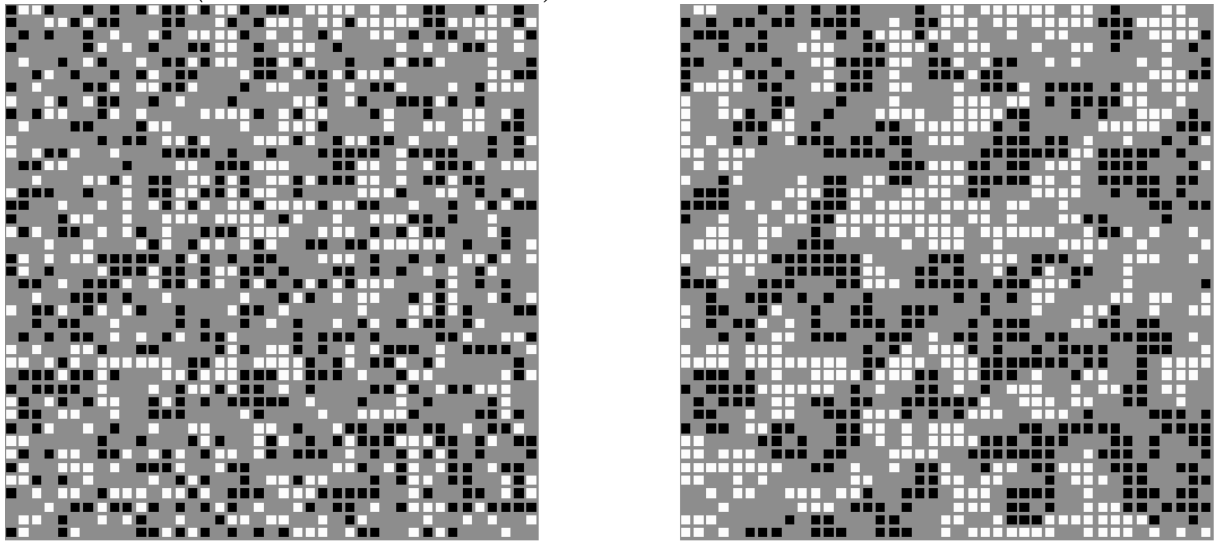
Der wesentliche Effekt ist die Rückkopplung, die sich durch diese Abwanderung einstellt. Wandert nämlich ein Mitglied einer Gruppe ab, weil seine Toleranzschwelle bereits überschritten ist, so wird die Nachbarschaft für die verbleibenden Mitglieder seiner Gruppe unattraktiver und deren Abwandern wird wahrscheinlicher. Dadurch ergeben sich auch bei relativ großer Toleranz (von bis zu nur 30% Anteil an Nachbarn der gleichen Gruppe) gegenüber gemischten Nachbarschaften relativ schnell starke Segregationseffekte.

⁹⁴ s. Gilbert, Troitzsch, 2005, S. 9

⁹⁵ s. Gardner, 1970

⁹⁶ s. Schelling, 1978, S. 137f.

Abbildung 12 Zufällige Ausgangssituation und Ergebnis von Schellings Segregationsmodell
(bei einer Toleranz von 38%)



Quelle: Gilbert, Troitzsch, 2005, S.147

Abbildung 12 zeigt eine zufällige Ausgangssituation und das segregierte Ergebnis eines solchen Automaten bei einer Toleranz von bis zu nur 38% der eigenen Bevölkerung in der Nachbarschaft.

3.2.6 Multi-Agenten-Modelle

Eine Weiterentwicklung der Mehrebenenmodelle stellen die Multiagenten-Modelle (auch als agentenbasierende Modelle oder – eher außerhalb der Sozialwissenschaften – als Multi-Agenten-Systeme und agentenbasierende Systeme bezeichnet) dar. Dabei werden die modellierten Objekte als Agenten dargestellt, die mehr bieten als einfache stochastische oder deterministische Automaten.

Das Konzept der Agenten kommt aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz. Agenten sind eigenständige Programme, welche aufgrund der Beobachtung ihrer Umwelt handeln. Üblicherweise besitzen Agenten folgende Eigenschaften:⁹⁷

- **Autonomie:** die Agenten besitzen verborgene innere Zustände und sie agieren nach einer unabhängigen Entscheidungslogik ohne direkten Einfluss von außen
- **Sozialfähigkeit:** die Agenten interagieren miteinander
- **Reaktivität:** die Agenten besitzen eine Wahrnehmung ihrer Umwelt, auf die sie reagieren
- **Proaktivität:** Agenten können Ziele besitzen, die sie aktiv verfolgen

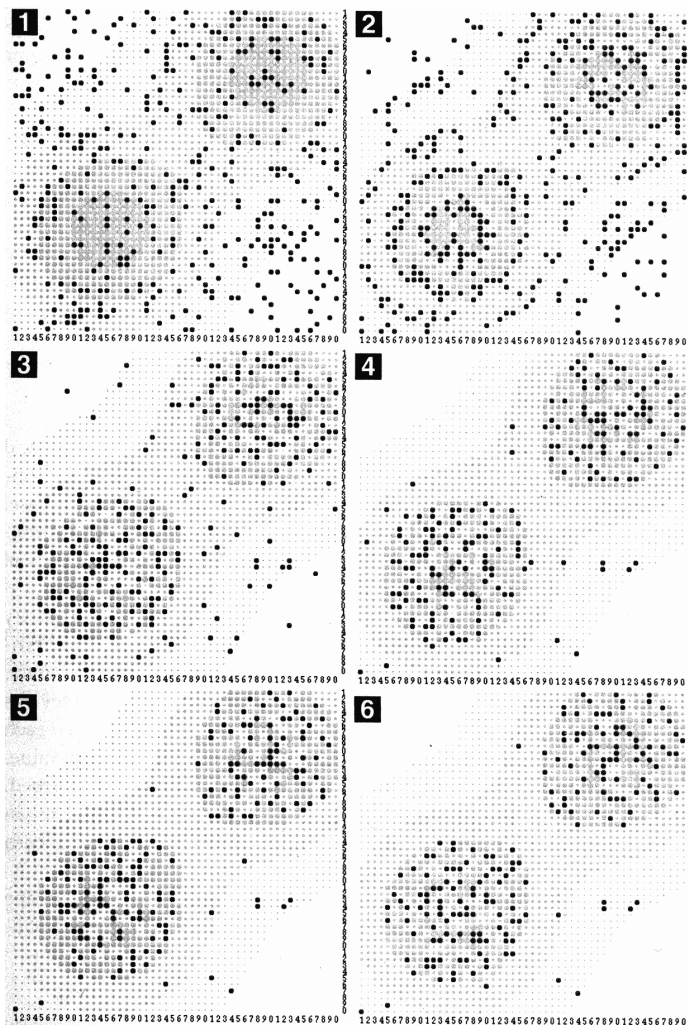
⁹⁷ s. Wooldridge, Jennings, 1995

Agenten werden oft als Objekte mit Zielen und Absichten beschrieben. Diese können jedoch keine Ziele oder gar einen Willen – in einem menschlichen Sinn – besitzen, vielmehr werden sie so konstruiert, dass sie manche Aspekte davon simulieren können.

Sugarscape

Eines der bekanntesten Modelle für ein Multiagenten-Modell ist Sugarscape von Joshua M. Epstein und Robert Axtell.⁹⁸ Basis ihrer relativ einfachen Versuche, die Emergenz simulierter sozialer Beziehungen zu untersuchen, ist ein Zellulärer Automat. Jede Zelle besitzt eine gewisse Menge an Nahrung (Sugar), die sich erneuert. Die Menge an Zucker ist ungleich verteilt – meist mit zwei Zentren, von denen aus die Konzentration abnimmt. Die Agenten brauchen diesen Zucker, um zu überleben. Dazu können sie ihn sammeln und in komplexeren Szenarien auch damit handeln.

Abbildung 13 Sugarscape



Quelle: Epstein, Axtell, S. 29

⁹⁸ s. Epstein, Axtell, 1996, S.146-147

Die Agenten können in einer (ihrer jeweils unterschiedlichen Veranlagung entsprechenden) Entfernung Zucker wahrnehmen. Sie versuchen, jene Stellen aufzusuchen, die frei sind und wo der meiste Zucker zu ernten ist.

Abbildung 13 zeigt den Verlauf einer Simulation, wenn die Agenten versuchen, möglichst viel Zucker zu sammeln und dieser gleichmäßig nach wächst.

Die Agenten besitzen einen Stoffwechsel, der pro Zeitschritt eine gewisse (wieder unterschiedliche) Menge ihrer Zuckervorräte verbraucht. Wenn sie keine Vorräte mehr haben oder sie ein gewisses Alter überschreiten, so sterben sie.

Neue Agenten werden zufällig (mit beliebigen Eigenschaften) erschaffen. Es ergibt sich eine Selektion, da jene Agenten eher sterben, die mehr Zucker verbrauchen oder deren Wahrnehmungshorizont geringer ist. Auch verteilt sich der Wohlstand (die Zuckervorräte) relativ schnell sehr ungleich, da jene Agenten, die bereits viel Zucker gesammelt haben, bessere Chancen haben, weiter gute Erträge zu erreichen, während andere entweder gerade überleben oder sterben.

Auf Basis dieses Modells entwickeln Epstein und Axtell eine Reihe von verschiedenen Varianten, die verschiedene Aspekte einer Gesellschaft darstellen sollen. So gibt es Varianten, wo nur Agenten mit ausreichendem Wohlstand Nachkommen produzieren.

Schließlich führen die Autoren neben Zucker noch eine weitere Nahrung ein (Spice). Jeder Agent hat auch einen für ihn spezifischen Bedarf an Spice, der vom Zuckerbedarf unabhängig ist. Die Agenten können nun mit ihren jeweiligen Nachbarn handeln. Die Preise und Mengen werden jeweils zwischen zwei Agenten auf Basis des jeweiligen Nutzens, der sich aus dem individuellen Verbrauch ergibt, bestimmt. Dadurch versuchen Epstein und Axtell einen Markt zu simulieren und damit Differenzen zu neoklassischen Annahmen zu untersuchen. In diesem Modell bewegen sich die Preise mit starken Schwankungen um einen Gleichgewichtspreis, die gehandelte Menge ist deutlich geringer als bei Markträumung. Wesentlich ist auch, dass sich durch den Handel die Unterschiede im Wohlstand zwischen den Agenten weiter verstärken.

Diese Form der Simulation ist seit Mitte der 1990er Jahre dabei, die führende Methode in den Sozialwissenschaften zu werden. Dies liegt neben der neuen Qualität auch daran, dass alle bisherigen Ansätze integriert werden können.

3.3 Zusammenfassung

„Perhaps one day people will interpret the Question, 'Can you explain it?' as 'Can you grow it?'“

Epstein, Axtell, 1996, S. 4

Die Entwicklung neuer Simulationsverfahren hat stets zu Versuchen geführt, diese Verfahren in immer mehr Disziplinen und immer umfassender anzuwenden. War dies ab den 1960er Jahren im Zusammenhang mit System-Dynamics der Fall, so findet sich eine ähnliche Entwicklung in den vergangenen 20 Jahren in Bezug auf Mikrosimulationsverfahren.

In der Sozialwissenschaft werden Simulationsmodelle vor allem dazu verwendet, Zusammenhänge und Prozesse zu erforschen und zu formalisieren. Die Programmierung in einem Softwaresystem zwingt dazu, Theorien in einer eindeutigen Weise abzubilden.

Dadurch ergeben sich bereits erste Möglichkeiten, innere Widersprüche und Unklarheiten offen zu legen. Werden durch Simulation dann die dynamischen Konsequenzen dieser Annahmen untersucht – wie etwa in den von Epstein, Axtell (1996) entwickelten „Künstlichen Gesellschaften“ – so lassen sich Widersprüche zwischen dem angenommenen und dem simulierten Systemverhalten aufzeigen.

Diese Untersuchungen haben noch keinerlei empirischen Gehalt und daher ist es etwa bei den von Epstein, Axtell (1996) entworfenen künstlichen Gesellschaften nicht möglich, von einer Erklärung zu sprechen.

Dazu wäre es notwendig, dass die für ein Modell getroffenen Annahmen einen empirischen Gehalt besitzen und die simulierten Ergebnisse mit denen empirischer Prozesse verglichen werden können. Nur dann kann ein Simulationsmodell als eine, in einer Programmiersprache formalisierte Variante einer Theorie betrachtet werden, die sich testen lässt und damit entsprechenden Erklärungswert haben kann.

Inwieweit, insbesondere bei Simulationssystemen, die von Rückkopplungen und Wechselwirkungen mehrerer Ebenen geprägt sind, Prognosen möglich sind, ist unsicher. Da diese Systeme sich abseits von stabilen Gleichgewichtszuständen befinden, scheinen eher qualitative Aussagen über Entwicklungstendenzen, Strukturen und Wahrscheinlichkeit möglich.

4

Simulation von Gentrification

4.1 Einleitung

In der nunmehr schon über 40 Jahre dauernden Debatte um die Gentrification hat es Versuche gegeben, die Theorien empirisch – anhand von Beobachtungen – zu beweisen oder zu widerlegen. Die Mechanismen des Gentrification-Prozesses sind keine explizit klaren und auch keine, die gut über Makro-Modelle wie die traditionellen Gleichgewichtsmodelle erklärt werden können. Selbst wenn man davon ausgeht, dass diese Modelle zutreffen und Gentrification ausschließlich von der Veränderung der allgemeinen Rahmenbedingungen wie etwa der „Post-Industrial-Society“ verursacht wird, so ergeben sich immer noch lokale Effekte – etwa in der Form von Nachbarschaftseffekten. Diese können am besten als das Ergebnis von Einzelentscheidungen und deren Abhängigkeiten untereinander erklärt werden.

Methoden, um komplexe Systeme „bottom-up“ zu modellieren und damit die Komplexität als einen emergenten Effekt von einzelnen Interaktionen zu erklären, sind relativ neu⁹⁹.

Im Folgenden sollen die bisherigen Versuche, Gentrification und damit die Komplexität des Prozesses mit Mikrosimulationsverfahren zu simulieren, vorgestellt und analysiert werden. Was sich dabei vorrangig zeigt, ist die Vielfalt der angewandten theoretischen Konzepte mit ihrer unterschiedlichen Berücksichtigung von Prozessen und Akteuren.

4.2 Kritische Nachbarschaften

Kleine Veränderungen der Parameter können am Immobilienmarkt große Veränderungen nach sich ziehen, die durch neoklassische Gleichgewichtsmodelle nicht erklärt werden können. Oft kommt es zu zyklischem Verhalten, teilweise zu sogenannten „Blasen“, die aber durchaus auf kleiner Ebene – zum Beispiel teilweise innerhalb einer Stadt – verschieden sein können. Die häufigste Erklärung dafür ist eine weiterhin hohe Produktion zu einem Zeitpunkt, an dem der Anteil der Leerstände bereits wächst.

⁹⁹ s. etwa Batty, Longley, 1994 oder Portugali, 1999

Qualitative Veränderungen in einer Stadt sind das Ergebnis zahlreicher Einzelentscheidungen. Wann und welche Entscheidungen zu einem quantitativen Sprung führen, ist schwierig zu bestimmen.

4.2.1 Self-Organized Criticality

2003 publizierte Fulong Wu ein Gentrification-Modell, das sich auf die Theorie der Self-Organized Criticality stützt¹⁰⁰. Diese beschreibt komplexe Systeme, die sich eigenständig in einen kritischen Zustand bewegen, in dem schließlich eine kleine Veränderung einen qualitativen Sprung auslösen kann. Dabei ist das kritische Verhalten des Systems bei Veränderung der Parameter relativ stabil. Vielmehr wird der Verlauf durch die innere Logik des Systems determiniert. Die Systeme befinden sich nicht in einem Gleichgewicht, sondern sie bewegen sich um einen kritischen Punkt.

Das von Per Bak¹⁰¹ ursprünglich herangezogene Bild ist das eines Sandhaufens: Wenn zufällig Sand auf eine Fläche gestreut wird, bildet sich ein Haufen. Die abrutschenden Lawinen werden immer größer, bis schließlich im Schnitt die Menge an Sand, die herunterrutscht, derjenigen entspricht, die hinzugefügt wird. Das Sandkorn, das eine große Lawine auslöst, ist genauso groß wie jenes, das eine kleine verursacht.

Das Modell wurde in einem sehr einfachen Zellulären Automaten verwirklicht. Im Wesentlichen kommt es mit nur eine Regel aus, die ab einer gewissen Höhendifferenz zu einer Nachbarzelle ein „Abrutschen“ auf diese auslöst.¹⁰²

Die Verteilung der Größen der ausgelösten Lawinen entspricht dem Potenzgesetz. Dieses definiert eine Verteilung, die Skalen-unabhängig ist – das heißt, das Verhältnis der Wahrscheinlichkeiten zweier Ereignisse zueinander ergibt sich einzig und allein aus dem Verhältnis ihrer Größe und nicht aus ihrem absoluten Betrag. Die Verteilung findet sich auch in einer Vielzahl von anderen Phänomenen. Sie zeigt sich, wenn Prozesse mit exponentiellem Wachstum betrachtet werden, an der Größenverteilung mehrerer Prozesse. Dadurch ist diese Verteilung in rekursiven Systemen häufig vorzufinden. Auch Conways Game of Life folgt dieser Regel.¹⁰³ Wenn man in einem stabilen Systemzustand des Game of Life eine beliebige Zelle zum Leben erweckt, so sind die Größen der dadurch ausgelösten Veränderungen nach dem Potenzgesetz verteilt.

100 s. Wu, 2003

101 s. Bak, Tang, Wiesenfeld, 1988

102 für eine einfache Implementation siehe Wilensky, 2006

103 s. Bak, Chen, Creutz, 1989

Fulong Wu entwickelte einen Zellulären Automaten, der Schwankungen in der Entwicklung einer Stadt simulieren soll. Er versucht anhand der Sandhaufen-Modelle ein Modell zu entwickeln, das möglichst einfach ist, aber eine entsprechende Nachbarschaft betrachtet und die Eigenschaften eines Systems mit Self-Organized Criticality zeigen soll. Allerdings gelingt es ihm dadurch nicht, ein System zu entwerfen, das in Bezug auf diese Eigenschaft derart von Parametern unabhängig ist, wie die Sandhaufen-Modelle.

Wichtig ist Wu dabei die Betrachtung der Nachbarschaft. Er sieht darin eine wesentliche Möglichkeit, unvollständige Information – in einem räumlichen Sinn – zu berücksichtigen. Diese Beschränkung der Information ergibt eine wesentliche Nicht-Linearität des Systems.

Er entwickelt somit – einem Zellulären Automaten entsprechend – lokale Transformationsregeln, die universell angewandt werden und die Basis für die gesamte Veränderung darstellen. Sie basieren auf der beobachteten Nachbarschaft.

4.2.2 Das Modell

Das Modell ist ein Zellulärer Automat, dessen Zellen die Eigenschaft Dichte (an Einwohnern) aufweisen:

$$Q_i = \{q_i\} \quad \begin{array}{l} Q_i \dots \text{Zustandsmenge} \\ q_i \dots \text{Dichte} \end{array}$$

Wesentlich ist nicht die absolute Dichte einer Zelle, sondern deren relative Dichte, das ist die Dichte in einer Zelle im Verhältnis zur mittleren Dichte:

$$v_i = \frac{q_i}{(\sum q_i) / mn} \quad \begin{array}{l} v_i \dots \text{relative Dichte der Zelle } i \\ q_i \dots \text{Dichte der Zelle } i \\ m, n \dots \text{Anzahl der Zeilen und Spalten der Matrix} \end{array}$$

Nun wird angenommen, dass die Entscheidung zur Entwicklung (Verdichtung) auf Grundlage des Vergleichs der Dichte der Zelle mit der Dichte der Nachbarschaft erfolgt:

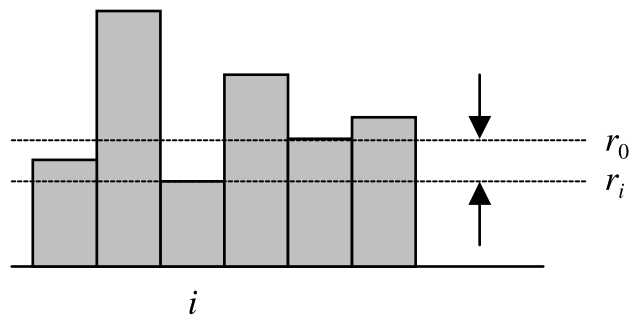
$$r_i = \frac{v_i}{\sum v_d} \quad \begin{array}{l} r_i \dots \text{relative Entwicklung der Zelle im Verhältnis zur Nachbarschaft} \\ v_i \dots \text{relative Dichte der Zelle } i \\ v_d \dots \text{relative Dichten der Zellen der Nachbarschaft} \end{array}$$

Ist die Zelle gleich entwickelt wie der Durchschnitt der Nachbarschaft, so ist dieses Verhältnis der Kehrwert der Anzahl der Zellen, die zur Nachbarschaft zählen. Im Modell wird eine Moore-Nachbarschaft verwendet – somit ist das Verhältnis 1/8. Von Interesse ist die Differenz zu dieser Gleichverteilung. Ist diese größer als ein gewisser Schwellenwert, so wird angenommen, dass diese verdichtet werden soll:

$r_0 - r_i > \gamma$ $r_0 \dots$ Verhältnis bei Gleichverteilung (1/8)
 $r_i \dots$ relative Entwicklung der Zelle im Verhältnis zur Nachbarschaft
 $\gamma \dots$ Schwellenwert

Abbildung 14 zeigt diesen Vergleich mit der Nachbarschaft:

Abbildung 14 Die Entwicklungsnische zwischen der Zelle und der Nachbarschaft



Quelle: Wu, 2003, S. 198

Die Transformationsregel prüft für alle Zellen, ob sie diesen Schwellenwert überschreiten. Ist das der Fall, wird die Dichte um einen gewissen Betrag (α) erhöht, was zu einer Kettenreaktion führen kann, da dadurch möglicherweise weitere Lücken entstehen, die wiederum Entwicklungen auslösen, wodurch wieder Lücken entstehen können etc. Schließlich kann es zu einem stabilen Zustand kommen, in dem alle Lücken geschlossen sind. Um die Dynamik anzustoßen, wird definiert, dass dann eine zufällig gewählte Zelle verdichtet wird, wenn keinerlei Lücken vorliegen.

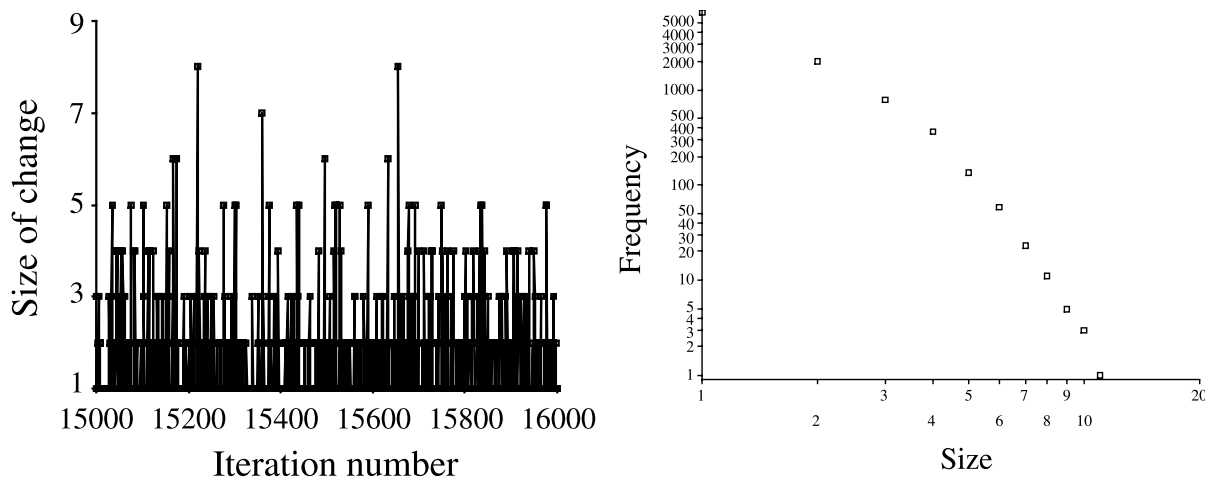
4.2.3 Anwendung

Die Modellparameter sind (neben der Größe der simulierten Matrix) der Schwellenwert (γ) und der Betrag der zusätzlichen Dichte (α). Innerhalb bestimmter Größenordnungen verhält sich das Modell so, dass es zu einer Zunahme der Kettenreaktionen kommt, bis schließlich eine „Lawine“, welche fast so groß ist wie die gesamte Matrix, zu einem annähernd stabilen Zustand führt. Abbildung 15 zeigt den zeitlichen Verlauf der Änderungen und deren Größenverteilung bei durchschnittlichen Modellparametern.

Die Größe der ausgelösten Lawinen ist nach dem Potenzgesetz verteilt. Die zeitliche Abfolge bildet ein Fraktal.¹⁰⁴ Aufgrund dieser Eigenschaften kann das System als eines mit Self-Organized Criticality betrachtet werden.

¹⁰⁴ Ein Fraktal ist ursprünglich eine ungleichmäßige bzw. bruchstückhafte geometrische Struktur, die in Teile zerlegt werden kann, die der gesamten Struktur ähnlich sind (Mandelbrot, 1983, S.14). Die Bestimmung, ob eine Struktur diese Eigenschaft besitzt, ist sowohl analytisch als auch statistisch an empirischen Daten möglich. Bei einer Zeitreihe lässt sich ein Fraktal erkennen, wenn die Abfolgen von Ereignissen in kurzen Zeiträumen denen in längeren ähnlich sind.

Abbildung 15 Verlauf und Verteilung der ausgelösten Änderungen (mit $\alpha=5,0$, $\gamma=0,025$)



Quelle: Wu, 2003, S. 202, 204

Das Modell versucht somit, anhand der Theorie der Self-organized-Criticality den Effekt lokaler Beobachtung auf die Entwicklung von Nachbarschaften zu zeigen. Veränderungen an einem Ort können eine Kette an Auswirkungen auf die Umgebung auslösen. Im zeitlichen Verlauf der Entwicklung ergeben sich komplexe Schwankungen.

Die meisten Modelle auf der Basis von Zellulären Automaten, die sich mit der Entwicklung und Struktur von Städten befassen¹⁰⁵, betrachten die räumlichen, nicht die zeitlichen Muster der Entwicklung.¹⁰⁶ Weniger beachtet wurde zumeist die Komplexität zeitlicher Verläufe und Entwicklungen. Historische und räumliche Komplexität sind jedoch zwei Ausprägungen eines komplexen Systems. Wu versucht zu zeigen, dass sich die Struktur von Städten nicht nur in ihrer Form, sondern auch in ihrer Entwicklung als Fraktal betrachten lässt.

Nimmt man an, dass kleine Veränderungen größere auslösen können, so befindet sich das System nicht in der Nähe eines Gleichgewichts, sondern in einem kritischen Zustand. Ohne jedoch den genauen Zustand des Systems zu kennen (was in der Praxis nicht möglich ist), ist es unmöglich, die Größe des ausgelösten Effekts zu schätzen.

4.2.4 Möglichkeiten und Grenzen

Wu sieht in Systemen, die sich von selbst in kritische Zustände bewegen, eine mögliche Anwendung für Modelle von Stadterneuerung. Insbesondere sieht er einen Zusammenhang mit Smiths Rent-Gap-Hypothese, die so wie sein Modell Entwicklungsnischen betrachtet.

¹⁰⁵ s. etwa Batty, Longley, 1994, Riedl, 1999

¹⁰⁶ Allerdings betrachtet Wu nicht etwa Batty, Xie (1999), die durchaus diese Frage behandeln und Self-Organized Criticality als eine wesentliche Möglichkeit für die Modellierung von Stadtsimulationen sehen.

Auch bei Gentrification kommt es zu einer „Welle“ – anfängliche Einzelentwicklungen führen zu einer Ausbreitung von Renovierungstätigkeit. Daher befindet sich das System zu diesem Zeitpunkt – ähnlich einem Sandpile-Modell – in einem kritischen Zustand.

Schließlich stellt sich die Frage, inwieweit Investitionsentscheidungen tatsächlich auf der Grundlage lokaler Gegebenheiten getroffen werden. Dies ist wohl eher im Zusammenhang mit einer Überinvestition, bei der die unmittelbare Rendite nicht so beschränkend wirkt (also in einer Immobilienblase) der Fall. Wu fehlen aber die empirischen Daten.

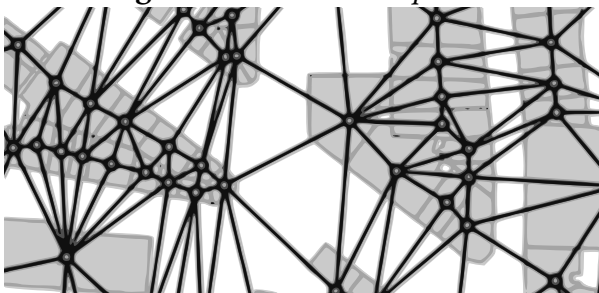
Bei diesem Modell handelt es sich um einen grundlegenden Versuch, eine gewisse Struktur zu untersuchen. Das kann dazu dienen, zu überlegen, welche Auswirkungen gewisse Faktoren und deren Zusammenhänge haben. Die Einflüsse auf dynamische räumliche Systeme können in drei Teile geteilt werden: äußere Einflüsse (etwa Nachfrage), innere Dynamik (zum Beispiel Ungleichheiten, Information) und die Regulation durch die Politik (etwa Steuerung der Ausbreitungseffekte). Wu sieht den Nutzen dieser Modelle insbesondere darin, Interventions- und Regulationsmöglichkeiten zu untersuchen.

4.3 Zellulärer Rent-Gap-Automat

David O'Sullivan hat 2002 versucht, Neils Smiths Rent-Gap-Hypothese in einem Zellulären Automaten zu modellieren.¹⁰⁷ Sein Modell ist ein Entwurf, der aber seither von ihm nicht mehr weiterentwickelt wurde. Er versucht, einen Teil der Kritik an Smiths Theorie zu berücksichtigen. So will er die Frage der Nachbarschaftseffekte stärker berücksichtigen als in der ursprünglichen Theorie.

Um eine bessere Berücksichtigung einer realen Nachbarschaft zu ermöglichen, verwendet er einen Zellulären Automaten, dessen Struktur nicht ein Matrixraum ist, sondern der auf einem Graphen basiert, der die Zellen untereinander verbindet. Abbildung 16 zeigt ein Beispiel für die Übertragung einer tatsächlichen Struktur in so einen Graphen.

Abbildung 16 Struktur des Graphen als Basis des Zellulären Automaten



Quelle: O'Sullivan, 2002, S. 256

¹⁰⁷ s. O'Sullivan, 2002

4.3.1 Das Modell

Die Zustandsmenge einer Zelle beschreibt drei verschiedene Eigenschaften:

$$Q_i = \{X_i, C_i, I_i\}$$

$Q_i \dots$ Zustandsmege
 $X_i \dots$ Vermietungszustand
 $X_i \in \{NOT\ FOR\ SALE, FOR\ SALE, SEEKING\ TENANTS, RENTED\}$
 $C_i \dots$ Zustand des Gebäudes
 $I_i \dots$ Einkommen der Bewohner

Die Gebäude befinden sich somit in einem definierten Vermietungszustand. Die metrischen Variablen sind normiert. Die Variable für den Gebäudezustand soll – im Sinne der Rent-Gap-Theorie – den Wert des Gebäudes pro Fläche ausdrücken.

Die Modellparameter sind relativ zahlreich. Es wird ein globaler Status des Quartiers definiert, der bestimmt, wie hoch die Einkommen von potentiellen Mietern und Käufern sind. Dieser Status verändert sich mit der Veränderung der Bausubstanz und der Einkommen:

$$S(t+1) = S(t) + \frac{\sum_{i=1}^n (C_i(t+1) - C_i(t)) + \sum_{i=1}^n (I_i(t+1) - I_i(t))}{n} + N(\mu=0, \sigma=S_\delta)$$

$S \dots$ Status der gesamten Nachbarschaft
 $n \dots$ Anzahl der Zellen
 $C_i \dots$ Zustand des Gebäudes
 $I_i \dots$ Einkommenn der Bewohner
 $N \dots$ normalverteilter stochastischer Faktor
 $\mu \dots$ Mittelpunkt der Verteilung
 $S_\delta \dots$ Varianz der Verteilung (Modellparameter)

Weiters wird jeweils eine Auszugswahrscheinlichkeit für Mieter und für Bewohner, die gleichzeitig Eigentümer sind, definiert. Der Verfall von Gebäuden wird als linear angenommen. Der Zustand eines Gebäudes ändert sich konstant um einen gewissen Betrag – allerdings wird dieser bei (versuchter) Vermietung verdoppelt, um die Annahme einer schlechteren Erhaltung der Gebäudesubstanz im Mietsektor zu simulieren. Wird versucht, ein Gebäude zu vermieten, so gibt es eine maximale Zeit, nach der, wenn es nicht zu einem für den Inhaber akzeptablen Preis kommt, das Gebäude zum Verkauf steht.

Übergangsfunktionen

Für jeden der diskreten Zustände wird eine spezifische Übergangsfunktion definiert. Ist das Gebäude im Zustand „NOT FOR SALE“, so wird es vom Besitzer bewohnt und dieser zieht mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit aus. Diese steigt, wenn das eigene Einkommen höher ist als der Durchschnitt der Nachbarschaft und sinkt mit der Höhe des Status der

gesamten Nachbarschaft. Zieht der Eigentümer aus, so wird der Status auf „FOR SALE“ gesetzt und der Preis wird auf das Mittel aus dem Gebäudezustand und den mittleren Einkommen der Nachbarschaft gesetzt.

Ist das Gebäude zu verkaufen, so wird ein potentieller Käufer ermittelt. Dessen Einkommen wird mittels einer Normalverteilung errechnet, deren Mittelpunkt der Durchschnitt aus aktuellem Preis und dem Status der gesamten Nachbarschaft ist. Die Varianz wird konstant mit 0,1 angenommen und die Verteilung ist beschränkt, indem die Ziehung wiederholt wird, wenn das Ergebnis um mehr als 0,75 vom Mittelpunkt abweicht. Ist das Einkommen größer als der Preis, wird die Immobilie gekauft.

Wenn nun das Einkommen höher ist als das mittlere der Nachbarschaft, wird angenommen, dass der Käufer die Wohnung selbst bewohnt und der Status ändert sich auf „NOT FOR SALE“. Ist der Zustand des Gebäudes schlechter als der Durchschnitt der Nachbarschaft und das Einkommen des neuen Eigentümers höher als der Zustand, so wird eine Sanierung angenommen. Der Umfang der Sanierung wird statistisch ermittelt. Dieser ist umso größer, je größer die Differenz zwischen dem Gebäudezustand und dem Status der gesamten Nachbarschaft ist (der Endzustand kann jedoch schließlich nicht besser beziehungsweise höher als 1.0 sein).

Ist das Einkommen des Käufers niedriger als der Mittelwert der Nachbarschaft, so wird die Immobilie vermietet und der Status wird auf „SEEKING TENANTS“ gesetzt. Es wird eine Miete festgelegt, die dem Mittelwert aus dem Minimum der Einkommen der Nachbarschaft und dem Gebäudezustand entspricht.

Kann kein Käufer gefunden werden, so wird der Preis um die Hälfte der Differenz zum potentiellen Käufer diskontiert. In der folgenden Periode wird wiederum versucht, einen Käufer zu finden.

Wird ein Mieter gesucht, so wird äquivalent zur Ermittlung eines potentiellen Käufers ein potentieller Mieter bestimmt. Ist dieser entsprechend, so ändert sich der Status in „RENTED“. Ist dieser Versuch nicht erfolgreich, so wird nach einer durch einen Modellparameter festgelegten Anzahl an Perioden der Status auf „FOR SALE“ gesetzt. Der Preis wird gleich hoch festgesetzt als wäre der Besitzer ausgezogen.

Ist das Objekt vermietet, so kann einerseits der Besitzer und damit Vermieter entscheiden, es zu verkaufen (was mit steigender Differenz aus der Miete und dem Status der gesamten Nachbarschaft wahrscheinlicher wird), andererseits kann der Mieter ausziehen (was von einem Modellparameter und der Höhe der Differenz zwischen seinem Einkommen und

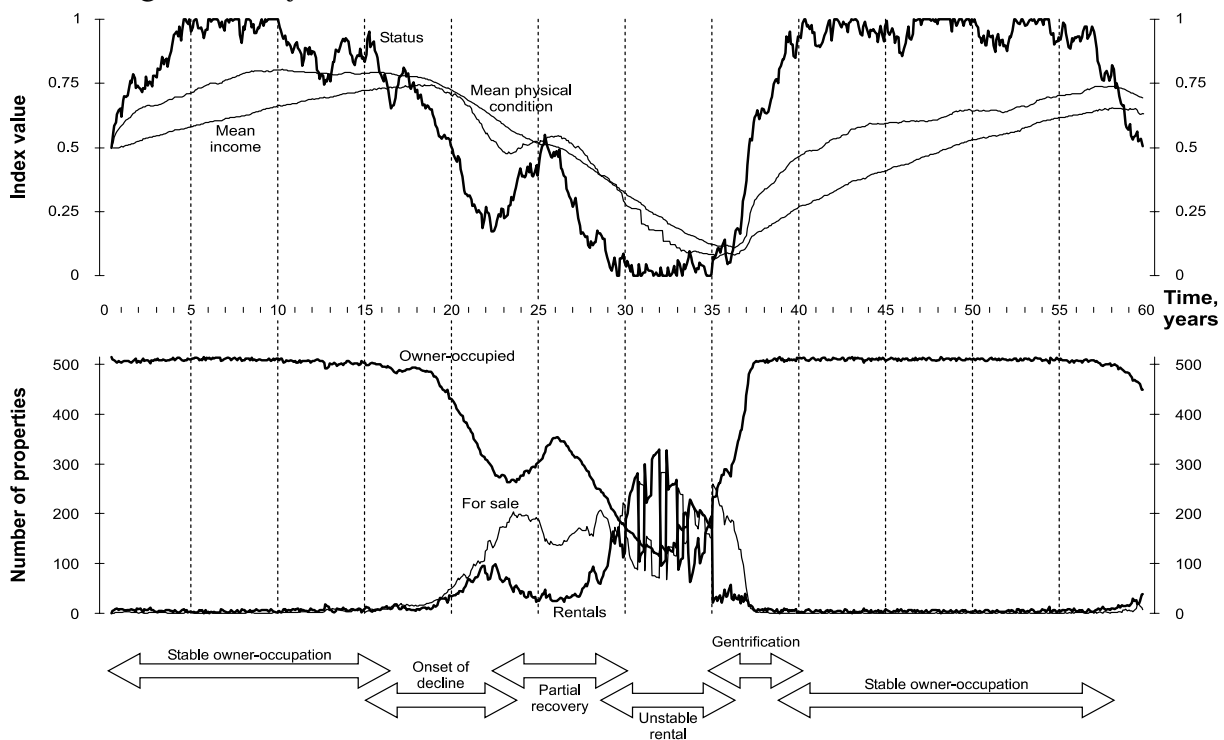
dem der Nachbarschaft abhängt). Je höher das Einkommen des Mieters im Verhältnis zur Nachbarschaft ist, desto eher wird er ausziehen.

4.3.2 Anwendung

O'Sullivan versucht für die Simulation das Modell mit empirischen Daten aus Hoxton (London) zu füllen, bei dem es sich um ein Quartier handelt, in dem Gentrification beobachtet werden kann. Der Graph lässt sich relativ gut erstellen, die Daten über den Gebäudewert werden aus den Werten eines hedonischen Zentralitätsmodells der Verwaltung geschätzt. Einkommensdaten sind jedoch nicht erhältlich – somit nimmt er Einkommen an, die sich mit einer gewissen Streuung um den Wert des jeweiligen Gebäudes bewegen.

Wie sich in Abbildung 17 erkennen lässt, ist der typische Verlauf einer Simulation eine längere, relativ stabile Phase mit einem geringen Anteil an Mietern. Danach bewegt sich das System in eine kritische Phase, in der der Verfall zunimmt, die Eigentümer zunehmend verkaufen und der Status sinkt. Schließlich kommt es zu einer sehr instabilen Phase, in der die Vermietung von Immobilien dominiert. Am Ende steigt jedoch der Anteil der Eigentümer, diese sanieren zunehmend den Bestand und innerhalb von relativ kurzer Zeit bewegt sich das System wieder in einen eher stabilen Zustand mit wenigen Mietern.

Abbildung 17 Verlauf einer Simulation



Quelle: O'Sullivan, 2002, S. 269

Wesentlich ist sowohl in absteigenden als auch im aufsteigenden Phasen der Status der gesamten Nachbarschaft. Dieser bewirkt einen Rückkopplungseffekt. O'Sullivan sieht die Annahme eines Status, der sich nur in Abhängigkeit von einem geschlossenen Modell ohne Bezüge nach außen – also auf eine gesamt-städtische Entwicklung – verändert, als unzureichend. Auch sieht er, dass das Modell relativ komplex ist (ein früherer Versuch, der sich auf Einkommen und Gebäudezustand beschränkte, war jedoch nicht imstande, ein zyklisches Verhalten zu erzeugen¹⁰⁸). Schließlich meint er, dass eine Modellierung mit Agenten möglicherweise eher entsprechen würde.

4.3.3 Möglichkeiten und Grenzen

Das Modell ist sehr umfangreich und enthält zahlreiche Annahmen. Trotzdem ist es in etlichen Punkten unflexibel und ungenau. So besteht ein Gebäude immer nur aus einer Einheit. Die Orientierung auf Bewohner, die die Immobilien selbst bewohnen und auch die Annahme, dass nur diese sie sanieren, ist einerseits stark auf anglikanische Zustände orientiert, andererseits wird sie aber auch diesen nicht gerecht, da sie die Rolle von Immobilienentwicklern ausschließt.

Auch werden zahlreiche Annahmen über die Verteilung von Einkommen und Preisen, den Wertverfall etc. getroffen, die keinerlei empirische Grundlage haben und deren Auswirkung auf den Verlauf der Simulation nicht untersucht wird. Am Ende wird ein umfangreiches Modell entworfen, dessen Aussagekraft gering scheint. Außer einen zyklischen Verlauf abzubilden, der einem empirischen Verlauf entsprechen könnte, scheint es wenig zu leisten.

4.4 Nachfragedynamik

Torrens und Nara¹⁰⁹ versuchen die Dynamik von Gentrification anhand eines Modells zu simulieren, das den Raum und damit die Immobilien und ihre Eigenschaften wie in einem Zellulären Automaten abbildet, die Akteure jedoch als mobile Agenten. Damit konstruieren sie ein „Free Agents in Cellular Space“ (FACS) Modell¹¹⁰.

Um das Modell einfach zu halten, verwenden sie eine regelmäßige Matrix und weisen den Zellen eine Größe als Attribut zu. Es gibt eine konstante Oberfläche, die gewisse Eigenschaften, wie etwa Nähe zum Zentrum, zu Verkehrsknotenpunkten oder zu Geschäften definiert. Weiters wird ein Aggregatobjekt eingeführt, das Informationen über den

108 s. O'Sullivan, 2000

109 s. Torrens, Nara, 2007

110 s. Portugali, 1999, S. 75f.

gesamten Markt, wie etwa das Durchschnittseinkommen oder durchschnittliche Preise, bietet.

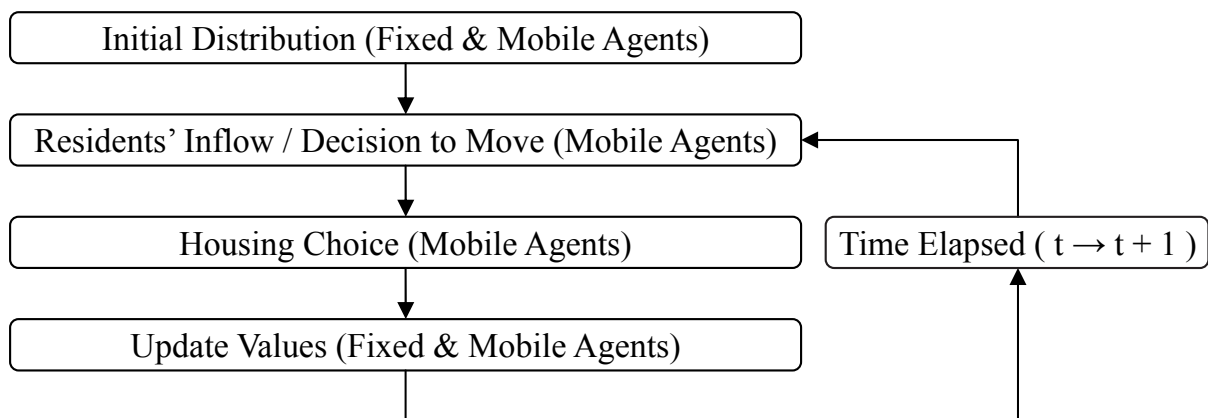
Die Matrix besteht aus einzelnen Objekten, die Informationen über die Immobilie enthalten. Die Einwohner werden als mobile Agenten modelliert. Die Zustandsvariablen werden jeweils auf einen Bereich von 0 bis 1 normiert.

$$S_m = \{Ec, Et, P, T_C, T_L\} \quad S_m \dots \text{Zustand des mobilen Agenten}$$

$Ec \dots$ Ökonomischer Status
 $Et \dots$ Ethnischer Status
 $P \dots$ Bündel an Präferenzen
 $T_C \dots$ Schwellenwert für die Wahl einer Immobilie
 $T_L \dots$ Schwellenwert für den Auszug aus einer Immobilie

4.4.1 Ablauf

Abbildung 18 Verlauf einer Simulation



Quelle: Torrens, Nara, Atsushi, 2007, S. 10

Abbildung 18 zeigt den Ablauf der Simulation. Nach einer Initialisierungsphase, bei der das Modell mit Anfangswerten für den Raum und die Bevölkerung befüllt wird, werden jene Bewohner ermittelt, die (aufgrund ihrer jeweiligen Präferenzen) versuchen, um zu ziehen. Die Wahrscheinlichkeit ergibt sich aus der Zufriedenheit mit der aktuellen Situation:

$$Pb_{Lij} = 1 - Pb_{Cij} \quad Pb_{Lij} \dots \text{Wahrscheinlichkeit des Haushalts } i \text{ die Immobilie } j \text{ zu verlassen}$$

$$Pb_{Cij} \dots \text{Wahrscheinlichkeit des Haushalts } i \text{ die Immobilie } j \text{ zu wählen}$$

Neue Bewohner werden zum Modell hinzugefügt. Diese versuchen eine Wohnung zu finden. Haben sie Erfolg, bleiben sie, ansonsten werden sie wieder aus dem Modell entfernt. Auch umziehende Bewohner, die keinen Erfolg haben, werden entfernt.

Schließlich werden die Werte der globalen Daten aktualisiert und damit die Eigenschaften der Agenten neuerlich normiert.

4.4.2 Entscheidungen

Die Entscheidungslogik der Agenten wird relativ umfangreich modelliert. So gibt es einen Alterungsprozess, der dazu führt, dass sich die Präferenzen der Agenten verschieben. Die Wahrscheinlichkeit, um zu ziehen, basiert sowohl auf inneren Eigenschaften, als auch auf der beobachteten Umwelt.

Entscheidungen werden in einem Discrete-Choice-Modell getroffen. Der jeweilige Agent besitzt ein Bündel an Präferenzen für verschiedene Eigenschaften einer Immobilie (etwa Nähe zum Zentrum, Nahversorgung etc.), auf deren Grundlage die Wahrscheinlichkeit, eine Alternative zu wählen, berechnet wird. Die Verwendung von Wahrscheinlichkeiten statt der direkten Wahl des höchsten individuellen Nutzens soll abbilden, dass sich die Bewohner nicht immer rational verhalten.

Sucht ein Bewohner eine Wohnung, so wird ein hierarchischer Suchalgorithmus verwendet. Dabei wird – angelehnt an die Beobachtungen realer Suchprozesse – zuerst eine Entscheidung für ein Quartier getroffen und danach innerhalb dieses Quartiers für eine Wohnung:

$$P_{bij} = \sum (b_{HE} N_{HE}) + \sum (b_{NE} N_E)$$

P_{bij} ... Wahrscheinlichkeit für den Haushalt i die Immobilie j zu wählen

b_{HE} ... Gewichtungen des Haushalts für die Eigenschaften der Immobilie

N_{HE} ... Eigenschaften der Immobilie

b_{NE} ... Gewichtungen des Haushalts für die Eigenschaften der Nachbarschaft

N_E ... Eigenschaften der Nachbarschaft

Die Preise von Immobilien werden mit einem hedonischen Preismodell anhand ihrer Eigenschaften bestimmt:

$$P_j = C + \sum_{k=1}^n V_k Q_k$$

P_j ... Preis der Immobilie j
 V_k ... Wertfaktor der Eigenschaft k
 Q_k ... Wert der Eigenschaft k für die Immobilie j

Die Preise werden im Verlauf der Simulation in Abhängigkeit von der Leerstandsrate verändert.

4.4.3 Anwendung

Das Modell wurde von Torrens und Nara unter Anwendung von Daten aus Salt Lake City simuliert. Dabei berücksichtigten sie drei Quartiere, von denen das mittlere eine ehemalige Gewerbefläche ist (Market 2), die von zwei ärmeren innerstädtischen Wohnquartieren

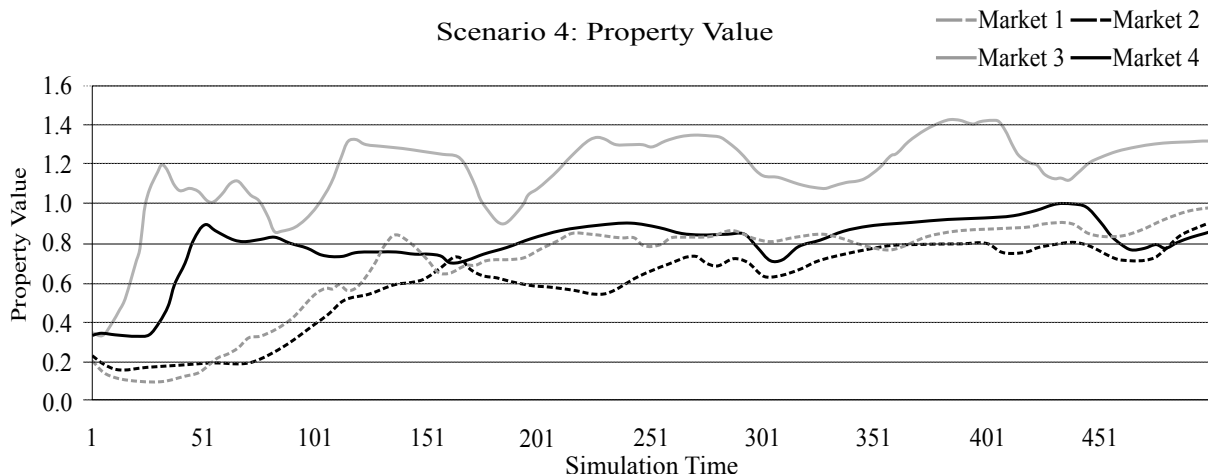
(Market 1 & 3) umgeben wird. Die Gebiete befanden sich zum Beobachtungszeitpunkt in einem frühen Status der Gentrification.

Für die Immobilien und die Struktur der Fläche waren genaue Daten verfügbar. Die Einwohnerdaten mussten aus aggregierten Daten für Zählbezirke geschätzt werden. Auch wurden nur Eigentumswohnungen und Häuser (Owner-Occupation) berücksichtigt. Die ethnische Mischung wurde nur als Latino und Nicht-Latino angenommen.

Das Modell wird anhand von Szenarien untersucht. Es werden möglichst realistische Annahmen über die Modellparameter getroffen und es wird ein Basisszenario entwickelt, in dem sich das System weitgehend stabil verhält.

In einem Szenario wird untersucht, wie sich das Modell verhält, wenn die Zuziehenden ein höheres Einkommen haben als die Bewohner (Gentrifier). Dies führt zu steigenden Preisen. Die anfängliche Bevölkerung wird relativ schnell verdrängt.

Abbildung 19 Verlauf einer Simulation mit wachsender Nachfrage und Angebot



Quelle: Torrens, Nara, Atsushi, 2007, S. 27

Wird diese Annahme mit einem Angebotswachstum (das als neuer Teilmarkt modelliert wird – Market 4) kombiniert, so soll sich eine, einem Gentrification-Prozess entsprechende, Dynamik ergeben (siehe Abbildung 19). Torrens und Nara sehen in der Tatsache, dass in diesem Fall die Immobilienpreise in allen Quartieren längerfristig ansteigen, ein Überspringen zwischen den Quartieren.

4.4.4 Möglichkeiten und Grenzen

Die Autoren sehen die Beschränkungen für die Gültigkeit ihres Modells in der mangelhaften Datenbasis – insbesondere bei den Präferenzen, welche die Grundlage der Entscheidungen der Agenten sind. Ansonsten sind sie der Meinung, das Modell sei ein

Angebots-Nachfrage-Modell (Marktmodell) und als solches ausreichend, um die Dynamik von Gentrification abzubilden.

Allerdings wird in dem Modell die Nachfrage relativ umfangreich mittels Agenten, welche individuelle Präferenzen haben und danach eine Wohnortentscheidung treffen, abgebildet. Die Angebotsseite wird jedoch nur in einem hedonischen Preismodell und in dem – erst im Zuge der Simulation hinzugefügten – neuen Teilmarkt modelliert. So werden Aspekte der Nachbarschaft, des Gebäudezustands, die Rolle von Eigentümern und Entwicklern etc. im Zusammenhang mit dem Angebot an Immobilien nicht berücksichtigt.

Insgesamt bietet das Modell einen guten Weg, die Entscheidungslogik von mobilen Agenten und gewisse Eigenschaften einer fixen Topographie abzubilden, jedoch werden keinerlei Überlegungen zu Fragen der Dynamik und Emergenz behandelt. Weder wird erörtert, wie die Handlungen von Agenten die Beobachtungen anderer beeinflussen, noch scheint klar, inwieweit sich das Modell in einem Gleichgewicht, in Phasenübergängen oder kritischen Zuständen befindet, beziehungsweise wohin es tendiert. So geben sich die Autoren schließlich mit einem Ergebnis zufrieden, bei dem ein gewisses Wachstum – das jedoch eher von außen vorgegeben wird – sich auf Preise und Bevölkerungsstruktur auswirkt. Dieses Ergebnis wäre jedoch wohl in ähnlicher Form auch mittels eines einfacheren Makro-Modells (etwa als System-Dynamics-Modell) zu erreichen.

4.5 Rent-Gap-Agenten

Lidia Diappi und Paola Bolchi versuchen, ein Modell zu entwickeln, das Smiths Rent-Gap-Theorie in einem FACS-Modell abbildet. Ursprünglich¹¹¹ handelte es sich um ein rein abstraktes Modell, später¹¹² versuchten sie, es anhand von Daten und Entwicklungen in Mailand zu testen.

Dazu unterscheiden sie vier verschiedene Klassen von Agenten: Vermieter, Mieter, Besitzer (und damit jene, die eine Immobilie selbst besitzen und nützen) und Immobilienentwickler.

4.5.1 Raum

Der Raum ist eine Matrix aus Immobilienobjekten, deren Zellen vor allem die für eine Schätzung einer Rent-Gap nötigen Daten beinhalten:

¹¹¹ s. Diappi, Bolchi, 2005 erweitert in Diappi, Bolchi, 2008

¹¹² s. Diappi, Bolchi, 2006

$$Q_i = \{PR_i, CR_i, MS_i\} \quad \begin{array}{l} Q_i \dots \text{Zustandsmenge} \\ PR_i \dots \text{Potentielle Rente} \\ CR_i \dots \text{Erzielte Rente} \\ MS_i \dots \text{Erhaltungszustand des Gebäudes} \quad 0.0 \leq MS_i \leq 1.0 \\ \quad 1 \dots \text{neuwertig}, 0 \dots \text{sehr schlecht} \end{array}$$

Die potentielle Rente wird im abstrakten Modell als über die Fläche konstant angenommen beziehungsweise im Fall des Tests mit Mailänder Daten geschätzt. Dazu gehen Torrens und Nara von einem (etwa Hoyt, 1933 oder Alonso, 1964 entsprechenden) Modell eines vom Zentrum zur Peripherie konisch abfallenden Verlaufs aus. Zur Schätzung einer möglichen Kurve verwenden sie die Daten von maximalen Mieten aus Mailand in Abhängigkeit von der Entfernung zum Zentrum.

Die Alterung der Gebäude modellieren sie mittels einer Exponentialfunktion. Die erzielte Rente für ein Objekt entspricht zum Zeitpunkt des Neubaus der potentiellen Rente und sinkt mit seinem Alter durch Verfall:

$$CR_i = PR_i(t_0) e^{-\lambda x_i} \quad \begin{array}{l} CR_i \dots \text{erzielte Rente} \\ PR_i(t_0) \dots \text{Potentielle Rente zum Errichtungszeitpunkt} \\ \lambda \dots \text{Verfallsrate} \\ x_i \dots \text{Alter} \end{array}$$

Das anfängliche Alter der Gebäude am Beginn der Simulation wird statistisch festgelegt.

4.5.2 Agenten

Die Agenten – Mieter und Besitzer – werden nur in ihrem grundsätzlichen Verhalten berücksichtigt. Mieter ziehen aus, wenn die Rente einen individuellen Grenzwert überschreitet und wenn die Qualität des Objekts einen jeweiligen Wert unterschreitet. Hausbesitzer tun dies, wenn die Nachbarschaft in ihrer Qualität unter einen gewissen Wert sinkt.

Wesentlicher sind die Entscheidungen von Vermietern und Immobilienentwicklern. Vermieter treffen in jedem Zyklus eine Entscheidung, ob sie ein Gebäude sanieren oder nicht. Wird ein Gebäude vom Vermieter saniert, so entspricht die erzielbare Rente dem Durchschnitt der erzielten Renten der Nachbarschaft. Die Kosten der Sanierung sind der Anteil der Neubaukosten, der der Differenz zwischen einem neuwertigen und dem momentanen Erhaltungszustand entspricht:

$$C_i = C_0(1 - e^{-\lambda x_i}) \quad \begin{array}{l} C_i \dots \text{Sanierungskosten} \\ C_0 \dots \text{Neubaukosten (für alle Immobilien gleich angenommene Konstante)} \\ \lambda \dots \text{Verfallsrate} \\ x_i \dots \text{Alter} \end{array}$$

Ist nun die Differenz zwischen erzielbarer Rente und momentaner Rente höher als die Sanierungskosten, so wird die Sanierung rentabel und daher durchgeführt:

$$NR_i(r) - CR_i > C_i$$

$NR_i(r)$... Durchschnittliche Rente der Nachbarschaft (mit dem Radius r , einem Modellparameter)

CR_i ... momentane Rente

C_i ... Sanierungskosten

Immobilienentwickler treffen ihre Entscheidungen hingegen nicht aufgrund der lokalen Gegebenheiten, sondern auf Grundlage einer Rent-Gap. Die Rent-Gap wird entweder (je nach Simulationslauf) als ein Verhältnis zur potentiellen Rente oder im Mailänder Test-Szenario teilweise auch als Absolutbetrag modelliert:

$$RG_i = (PR_i - CR_i) / PR_i \quad RG_i \dots \text{Rent-Gap}$$

oder

$$RG_i = PR_i - CR_i \quad PR_i \dots \text{potentielle Rente}$$

$CR_i \dots \text{erzielte Rente}$

Die Immobilienentwickler haben in jedem Zyklus eine gewisse Menge Kapital zur Verfügung und interessieren sich für alle Objekte, deren Rent-Gap größer ist als ein als Modellparameter gesetzter Schwellenwert. In den abstrakten Modellen wird aus diesen Objekten zufällig immer eines gezogen. Im Mailänder Testfall beginnen die Sanierungen bei jenen Objekten, die die höchste Rent-Gap aufweisen. Die Renovierungen werden immer jeweils so lange durchgeführt, bis das Kapital verbraucht ist. Im Gegensatz zur Sanierung durch die Eigentümer entspricht die danach erzielte Rente jedoch nicht dem Durchschnitt der Nachbarschaft, sondern der potentiellen Rente.

4.5.3 Anwendung

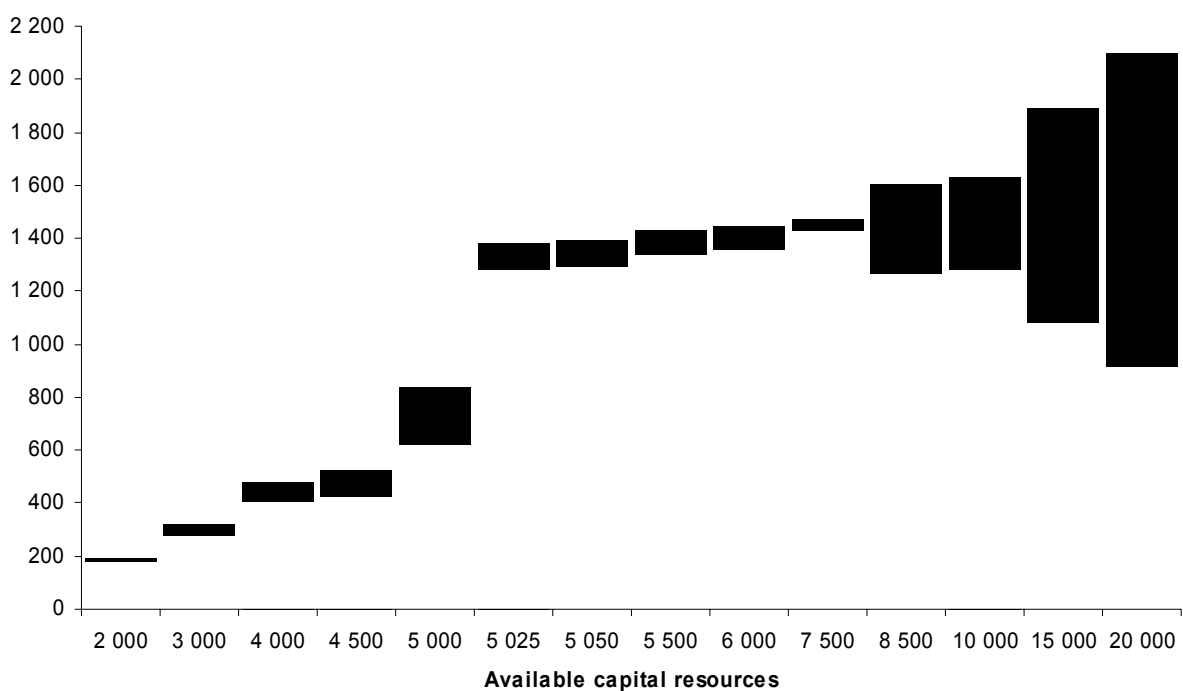
Die Autorinnen testen das Modell relativ umfangreich in Bezug auf die Sensitivität der Modellparameter. Die Auswirkungen werden anhand der durchschnittlich erzielten Rente und der Aufteilung der Objekte auf fünf verschiedene Klassen des Erhaltungszustands gemessen.

Die Größe der Nachbarschaft hat eine relativ geringe Auswirkung auf das Systemverhalten. Wird der Schwellenwert erhöht, ab dem eine Rent-Gap als für einen Investor attraktiv gilt, so verschlechtert sich der Gebäudezustand und es sinkt die durchschnittlich erzielte Rente. Mit zunehmendem Schwellenwert steigen jedoch auch die Schwankungen dieser Werte um einen jeweiligen Mittelwert.

Der wesentlichste Parameter ist jedoch der des verfügbaren Kapitals. Hier ergibt sich ein Tipping-Point. Unterhalb dieses Punkts kommt es kaum zu weiträumiger Sanierung und zu

Rückkopplungseffekten in dem Sinne, dass Vermieter – da sie sich in der Nachbarschaft eines durch einen Investor sanierten Gebäudes befinden – auch sanieren. Um den Tipping-Point zeigt die durchschnittlich erzielte Rente einen starken Anstieg. Wird das verfügbare Kapital weiter erhöht, so beginnt sich das System zunehmend auf einen zyklischen Attraktor, der sich aus dem Zusammenspiel aus dem Verfall und dem Schwellwert für die Re-Investition ergibt, hin zu bewegen. Abbildung 20 zeigt diese Schwankungsbreiten und damit in Abhängigkeit vom verfügbaren Kapital das erst sprunghafte Ansteigen und spätere Schwanken der durchschnittlichen Rente.

Abbildung 20 Schwankungsbreite der durchschnittlichen Rente für unterschiedliche Mengen verfügbaren Kapitals



Quelle: Diappi, Bolchi, 2008, S. 15

Die Anwendung des Modells auf eine Fläche in Mailand erfolgt unter geringfügig geänderten Bedingungen. So wird – wie bereits erwähnt – die potentielle Rente nicht für die ganze Fläche als konstant angenommen, sondern sie hängt für die jeweilige Zelle vom Abstand vom Zentrum ab. Um das Modell zu befüllen, haben Diappi und Bolchi das Gebiet in Zonen geteilt. Diese entsprechen Zählgebieten, für welche Daten über die Verteilung von Gebäudezuständen und Mieten vorlagen. Anhand dieser lassen sich erzielte Renten und der Gebäudezustand schätzen. Die anderen Parameter werden von ihnen anfänglich ähnlich festgelegt, wie sich diese in den vorhergehenden abstrakten Testläufen bewährt hatten.

In diesem Fall existieren auch zwei mögliche Definitionen für die Rent-Gap. Wird diese als Verhältnis zur potentiellen Rente definiert, kommt es zu mehr Sanierungen außerhalb des unmittelbaren Zentrums (was einem Gentrification Modell eher entspricht) und der durchschnittliche Gebäudezustand ist besser, als wenn die Rent-Gap als Absolutbetrag bemessen wird.

4.5.4 Möglichkeiten und Grenzen

Unter den Voraussetzungen des Mailänder Testfalls gelingt es gut, Wellen zu simulieren, die einzelne Teile der Stadt nacheinander betreffen.

Allerdings lösen im Modell eher Investitionen von Entwicklern Sanierungen von Vermietern aus. Die gängigen Annahmen in der Gentrification-Theorie sind jedoch, dass institutionelle Investoren auf kleinere, private reagieren und damit die Rückkopplung genau umgekehrt verläuft. Auf diesen Widerspruch gehen Diappi und Bolchi nicht ein.

Diappi und Bolchi wählen einen ähnlichen Ansatz wie Wu: Eine Rückkopplung in der Entwicklung passiert dort, wo ein gewisser Schwellenwert in der Differenz zur Nachbarschaft unterschritten wird. Damit gelingt ein einfaches Modell, das es gut ermöglicht, das zyklische Verhalten von Investitionen auf Grundlage einer simulierten Rent-Gap abzubilden. Die einfache Struktur ist gleichzeitig auch die Beschränkung des Modells – die Bevölkerung wird zwar als Mieter beziehungsweise Eigentümer erwähnt, findet in der Simulation aber keinerlei Berücksichtigung.

4.6 Segregiertes Marktgleichgewicht

Ferdinando Semboloni hat 2008 ein Modell publiziert,¹¹³ das versucht, sowohl die Nachfrage als auch die Angebotsseite zu berücksichtigen. Im Gegensatz zu den meisten seiner Vorgänger basiert sein Ansatz stark auf den Erkenntnissen der vorhergehenden Modelle von Wu, Diappi und Bolchi, O'Sullivan sowie Torrens und Nara und soll später Teil eines umfassenderen Modells zur Simulation von Stadtentwicklung werden¹¹⁴.

Semboloni entwirft ein FACS-Modell mit einem Raster, der die Immobilien darstellt, sowie mit zwei Klassen von Agenten: Immobilienentwicklern und Haushalten. Das Modell wird mit einem logistischen Wachstum an Haushalten und Gebäuden initialisiert, sodass schließlich eine stabile Phase folgt.

¹¹³ s. Semboloni, 2007

¹¹⁴ s. etwa Semboloni, 2006

Ist der Haushalt nicht Mieter, sondern will Eigentümer werden (was mit einer gewissen – als Modellparameter festgelegten – Wahrscheinlichkeit eintritt), so wird dieser, wenn die Qualität der Immobilie (und damit der angenommene Zustand) einen gewissen (ebenfalls als Modellparameter festgesetzten) Schwellenwert unterschreitet, eine Sanierung vornehmen. Diese Kosten mindern das Gebot:

$$B_{ij} = Y_i - c(f_i S_{ij} + C_{ij}) - r(F_j) \quad \begin{array}{l} F_j \dots \text{Fläche der Immobilie } j \\ r \dots \text{Kosten der Sanierung pro Fläche (Modellparameter)} \end{array}$$

Ist das Angebot höher als die zuletzt bezahlte Miete, so wird angenommen, dass sich diese nur um die Hälfte der Differenz erhöht:

$$B_{ij}^* = \frac{B_{ij} + R_j}{2} \quad \begin{array}{l} B_{ij}^* \dots \text{Endgültiges Angebot} \\ B_{ij} \dots \text{ursprüngliches Angebot} \\ R_j \dots \text{vorhergehende Miete} \end{array}$$

Zur Beurteilung einer Immobilie zieht ein Agent ein Modell heran, das nicht nur die Entfernungen beziehungsweise Transportkosten, sondern auch die Fläche oder die Qualität der Immobilie oder deren Nachbarschaft berücksichtigt:

$$E_{ij} = F_j Q_j \left(1 - \frac{N_j}{\max_j(N_j) + 1} \right)^{\delta_i} e^{-\theta_i(Y_i - \bar{Y}_j)} e^{-\beta(f_i S_{ij} + C_{ij})}$$

$E_{ij}^* \dots$ Bewertung der Immobilie j
 $F_j \dots$ Fläche der Immobilie j
 $Q_j \dots$ Qualität der Immobilie j
 $N_j \dots$ Anzahl der Gebäude in der Nachbarschaft der Immobilie
 $\max_j(N_j) \dots$ Maximum der Anzahl der Gebäude in der Nachbarschaft für alle Immobilien
 $\theta_i \dots$ Toleranz gegenüber einer Differenz zur Nachbarschaft im Einkommen
 $Y_i \dots$ Einkommen des Agenten
 $\bar{Y}_j \dots$ mittleres Einkommen der Nachbarschaft
 $\beta \dots$ Gewicht für den Anteil der Entfernungen an der Bewertung (Modellparameter)
 $f_i \dots$ Häufigkeit mit der der Haushalt Einkaufen geht
 $S_{ij} \dots$ Entfernung zum Einkaufsort
 $C_{ij} \dots$ Entfernung zum Arbeitsort

Über die Toleranz soll ein Segregationsmodell gebildet werden. Durch Berücksichtigung der Fläche der Immobilie, der Dichtepräferenzen und des Einkaufsverhaltens soll sich ein Gleichgewicht zwischen suburbanem und zentralem Raum einstellen.

Ein Haushalt bewertet alle zur Verfügung stehenden Immobilien anhand der (durch den Mittelwert dieses Verhältnisses normierten) Differenz aus Miete und Bewertung:

$$G_{ij} = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{R_i}{E_i}}{n} E_{ij} - B_{ij}^*$$

G_{ij} ... Nutzen aus der Immobilie für den Haushalt
 R_i ... Miete des Haushalts i
 E_i ... Bewertung der Immobilie durch den mietenden Haushalt i
 B_{ij}^* ... Angebot für die Immobilie
 E_{ij} ... Bewertung der Immobilie
 n ... Anzahl der Nachbarn

Der Haushalt bietet auf jene Immobilie, die für ihn den höchsten Nutzen bringt. Wurden von allen Haushalten Gebote abgegeben, so werden jene Immobilien, für die Gebote abgegeben wurden, an den jeweils höchst bietenden Haushalt vermietet. Die Miete wird auf das jeweilige Gebot gesetzt. Dieser Prozess des Bewertens und Bietens wird so lange wiederholt, bis keine Immobilie mehr vermietet wird.

Befindet sich der Haushalt an einem Wohnort, so steigt die Wahrscheinlichkeit, dass er diesen wieder verlässt, mit der Dauer des Verbleibs an. Ein Agent besitzt zehn Freunde, die anhand möglichst ähnlicher Eigenschaften zugeordnet werden. Der Haushalt vergleicht nun sein jeweiliges Verhältnis von Bewertung der Immobilie zu bezahlter Miete mit dem durchschnittlichen Verhältnis seiner Freunde. Mit zunehmender Differenz zu diesem Verhältnis steigt die Wahrscheinlichkeit eines Umzugs. Durch ihren Einfluss auf die Bewertung ergibt ein höheres Einkommen als das der Nachbarschaft oder eine mangelnde Qualität eine steigende Auszugswahrscheinlichkeit.

4.6.3 Immobilienentwickler

Der Entwickler bewertet leer stehende Immobilien und entscheidet, ob er sie sanieren soll. Dies ist der Fall, wenn der Zustand schlechter ist als ein festgelegter Schwellenwert, die Differenz zum Durchschnitt der Nachbarschaft höher ist als ein gewisser Betrag und wenn die Differenz zwischen zuletzt erzielter und zu erwartender Miete (die aus den Mieten der Nachbarschaft geschätzt wird) höher ist als die Sanierungskosten. Daneben sinkt diese Wahrscheinlichkeit noch mit dem Parameter, der die Wahrscheinlichkeit festlegt, dass ein Haushalt zum Eigentümer wird.

4.6.4 Ergebnisse

Mit entsprechenden Parametern gelingt es Semboloni, einen Verlauf zu erzeugen, bei dem die wohlhabenden Haushalte zunächst eher in suburbanem Umfeld leben. Da die Stadt anfangs von innen nach außen wächst und die Immobilien im Zentrum bereits stärker verfallen sind, kommt es später zu einer Invasion in der Innenstadt, Erneuerung und somit Gentrification. Es bleibt jedoch jener Teil dieser Schicht zurück, der wenige Einkäufe tätigt und niedrige Bebauungsdichten bevorzugt. Wie in Abbildung 21 zu erkennen, ergibt sich

am Ende eine Verteilung der Renten und Einkommen, die im Zentrum hoch ist, dann abfällt und in der Peripherie wiederum ansteigt.

Abbildung 21 Mittlere Mieten und Einkommen in Abhängigkeit von der Entfernung vom Zentrum



Quelle: Semboloni, 2008, S. 9

Weiters testet Semboloni die Ergebnisse einer Variation der Modellparameter Toleranz, Anteil der Hauseigentümer und Dichtepräferenzen.

Wird die Sanierung nur durch die Immobilienentwickler durchgeführt (indem der Anteil der Hauseigentümer daran auf Null gesetzt wird), so kommt es zu keinerlei Rückkopplungseffekten und somit kaum zu Invasion und Sanierung verfallener Gebiete. Werden die Dichtepräferenzen verschoben, so verschiebt sich der jeweilige Anteil der wohlhabenderen Bevölkerung im Zentrum beziehungsweise in der Peripherie.

Wird die Toleranz reduziert, so kommt es zu wenig Gentrification, bei hoher Toleranz zu mehr. Ohne Toleranz kommt es schließlich zu keiner Invasion. Dies ist ähnlich zu Schellings Beobachtung¹¹⁶, dass es (in seinem Segregationsmodell) eher zur Invasion einer Gruppe in eine Fläche, die mehrheitlich von der anderen besetzt ist kommt, wenn die eindringende Gruppe tolerant ist. Auch stellt sich (in Schellings Modell) am ehesten Durchmischung ein, wenn nur ein geringer Anteil der eindringenden Gruppe tolerant ist, sodass dieser von der anderen noch toleriert wird. Ist die Toleranz der eindringenden Gruppe allgemein hoch, so kommt es eher zu Sukzession und damit zur Verdrängung.

4.6.5 Möglichkeiten und Grenzen

In Summe meint Semboloni mittels des Modells gezeigt zu haben, dass sich durch die Anwendung von Gleichgewichtstheorien in Kombination mit Theorien der Segregation,

¹¹⁶ s. Schelling, 1978, S. 162f.

Gentrification simulieren lässt. Dabei sieht er vor allem die Bedeutung der Hauseigentümer und die Frage der Toleranz, ohne die sich keine Gentrification-Dynamik bilden lässt. Schließlich hofft er, das Modell im Zusammenhang mit der Untersuchung von Regulationsmöglichkeiten anwenden zu können.

4.7 Gentrification-Karrieren

Jackson, Forest und Sengupta¹¹⁷ publizierten 2008 ein Modell, das versucht, die Nachfrageorientierten Ansätze der Gentrification-Theorie abzubilden. Da ihnen die Nachfrage beziehungsweise die Präferenzen und Möglichkeiten der Bewohner wesentlich sind, greifen sie auf ein Agenten-basiertes Modell zurück. Sie wollen die Bevölkerungsdynamik und die Bodenrenten abbilden und das Modell anhand eines Universitäts-nahen innerstädtischen Gebiets in Boston, in dem Gentrification zu beobachten ist, testen.

Die Bevölkerung wird in vier verschiedene Klassen von Agenten geteilt: „Professionals“, „College Students“, „Non-Professionals“ und „Elderly“. Die Klassifikation treffen sie einerseits anhand der in dem als Testfall dienenden Gebiet anwesenden Bevölkerung, andererseits anhand der Tatsache, dass diese Gruppen oft in der Gentrification-Literatur unterschieden werden.

$S = \{C, R, F, L\}$ $S \dots$ Zustand eines Agenten
 $C \dots$ Klasse des Agenten
 $C \in \{ \text{Professional}, \text{College Student}, \text{Non-Professional}, \text{Elderly} \}$
 $R \dots$ leistbare Miete
 $F \dots$ Freunde (Agenten)
 $L \dots$ Vergangene Wohnorte

Über ihre Klasse wird für alle Agenten eine innerhalb dieser jeweils gleiche, leistbare Miete festgelegt. Der Agent besitzt Freunde (die anfangs rein zufällig aus der gleichen Klasse gezogen werden) und ein Gedächtnis für vergangene Wohnorte.

Der Raum ist eine Rasteroberfläche mit den Bodenrenten pro Fläche (die aus einem Punktdatensatz der Stadt Boston interpoliert wurden). Weiters beinhaltet jede Rasterzelle Informationen über die Entfernung zu Einrichtungen wie Restaurants, Geschäften, der Universität und Geschäftszentren.

$Q_i = \{R_i, Du_i, Dc_i, \dots\}$ $Q_i \dots$ Zustandsmenge der Zelle i
 $R_i \dots$ Miete am Ort i
 $Du_i \dots$ Abstand von der Universität zur Zelle i
 $Dc_i \dots$ Abstand von einem Geschäftszentrum zur Zelle i

¹¹⁷ s. Jackson, Forest, Sengupta, 2008

4.7.1 Verlauf

Über die Zeit werden nun die Mieten mit jedem Simulationsschritt (der ein Achtel eines Jahres repräsentieren soll) um einen fixen Betrag (der den lokalen Gegebenheiten des Testfalls entsprechen soll) angehoben. Weiters wird für jede Zelle, die von einem „Professional“ bewohnt wird, oder bei der das für eine Nachbarzelle zutrifft, eine weitere Erhöhung in diesem Umfang angenommen. Schließlich werden jene Agenten aus der Simulation entfernt, die sich das aktuelle Objekt nicht leisten können.

Bei jedem vierten Schritt werden die komplexeren Veränderungen simuliert:

Einerseits wird – größtenteils anhand von Beobachtungen aus dem als Referenz verwendeten Gebiet – die Bevölkerung verändert: Die Anzahl der „Non-Professionals“ und der „Elderly“ bleibt konstant. Es wird eine gewisse Anzahl an Studierenden hinzugefügt. Von den Studierenden wird wiederum angenommen, dass jeweils pro Jahr ein Viertel abschließt. Von diesen Absolventen werden (angelehnt an empirische Studien) 90% zu „Professionals“ und 10% zu „Non-Professionals“. Dadurch werden die Übergänge zwischen den Schichten als wesentlicher Faktor für Veränderungen berücksichtigt.

Andererseits ziehen in dem Modell Agenten um: Entweder, weil sie sich den momentanen Standort nicht mehr leisten können, oder zufällig, um andere Ursachen, wie etwa die (in der Realität häufigste Ursache) der Veränderung der Haushaltsstruktur abzubilden.

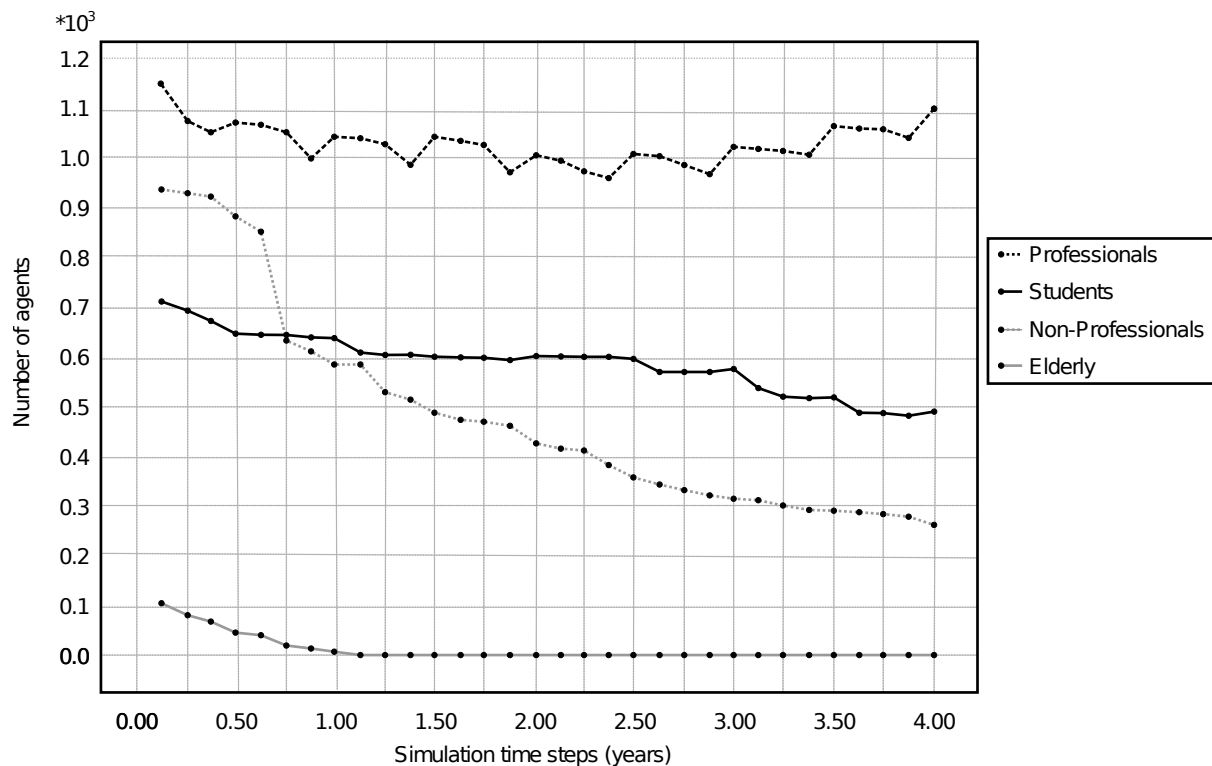
Ein neuer Wohnstandort wird gewählt, wenn dieser frei und leistbar ist und sich in der Nähe zur Universität (für die Studierenden) beziehungsweise zu Geschäftszentren (für die „Professionals“) befindet. Daneben ziehen die Agenten nur an Orte, an denen zumindest ein Nachbar aus ihrer Schicht lebt. Ferner bevorzugen sie die Nähe von Orten, die ihnen von „Freunden“ empfohlen werden beziehungsweise an denen sie selbst bereits gewohnt haben.

Schließlich wird die Kaufkraft aller Agenten, außer die der „Elderly“, erhöht.

4.7.2 Ergebnisse

Das Modell verhält sich so, wie es gewünscht wurde beziehungsweise in etwa wie es der Beobachtung in dem zugrunde gelegten Quartier entspricht. Wie in Abbildung 22 zu erkennen, wächst der Anteil der „Professionals“, und zunehmend verlassen jene, die die steigenden Mieten nicht bezahlen können, die Simulation.

Abbildung 22 Anzahl der Agenten an der Population im Verlauf der Simulation



Quelle: Jackson, Forest, Sengupta, 2008, S. 482

Ändert man die bezahlbare Miete für die jeweiligen Klassen von Agenten, so verändern sich ihre Anteile an der Bevölkerung entsprechend annähernd linear. Einzig die angenommene Kaufkraft der „Non-Professionals“ (etwa die Hälfte der „Professionals“) scheint an einem „Tipping-Point“. Wird diese etwa um 10% erhöht, so erhöht sich deren Anzahl um 44%. Die Autoren sehen dies als Beweis dafür, dass das System imstande ist, komplexes Verhalten zu zeigen.

Auch Veränderungen in der Möglichkeit der Agenten, Freunde zu besitzen, führen zu unerwartetem Verhalten. Die Freunde bewirken, dass Agenten zuerst in deren Nähe nach geeigneten Objekten suchen, wenn ihre Freunde mit ihrem momentanen Wohnstandort zufrieden sind. Zu erwarten – und auch der Fall – ist, dass dies dazu führt, dass es zu stärkerer Segregation kommt. Dies reduziert jedoch die „Überlebenswahrscheinlichkeit“ der „Professionals“, da in deren Umfeld die Mieten schneller steigen und sie meist entfernt werden, wenn sie eine Miete nicht mehr bezahlen können. Damit ist ihr Anteil höher, wenn keine Freunde befragt werden.

4.7.3 Möglichkeiten und Grenzen

Die Autoren sehen die Stärken und auch die Schwächen des Modells vor allem in seiner einfachen Struktur. Einerseits würden sie in einem nächsten Schritt versuchen, mehr Variablen zu berücksichtigen, um ein Modell etwa ähnlich dem von Torrens und Nara (2007) zu erhalten. Andererseits sehen sie die Möglichkeit, mit diesem Modell mittels einfacher Regeln wesentliche Fragen der Komplexität der zu modellierenden Prozesse abzubilden.

Das Modell stellt somit einen einfachen Ansatz dar, mit dem es gelingt, die Frage der Übergänge zwischen den Klassen in einem Modell des sozialen Wandels einer Nachbarschaft zu berücksichtigen.

In einem kurzen Einschub, der allerdings in keinem wirklichen Zusammenhang mit dem Modell steht, behaupten Jackson et al., dass die Rent-Gap-Theorie falsch wäre, da sie zwischen den Investitionen in Großprojekte im untersuchten Gebiet in Boston und gepufferten Immobilienpreisdaten keinen statistischen Zusammenhang feststellen könne. Damit meinen sie zu beweisen, dass ein Nachfragemodell das einzig wesentliche Modell sein könne. Die – wohl ohnehin in ähnlicher Form schon oft versuchte – schnelle Beweisführung anhand beschränkter und nicht nachvollziehbarer Daten, warum Angebotsmodelle empirisch nicht funktionieren können, scheint fragwürdig.

Was die Dynamik betrifft, zeigt das Modell einerseits einen relativ linearen Trend, der sich unschwer soweit kalibrieren ließe, dass er der Realität für einen beschränkten Zeitraum nahe käme (hier wurde sowohl in der Simulation als auch im Vergleich mit den empirischen Daten jeweils nur ein Zeitraum von vier Jahren angewandt). Andererseits sind die Autoren erfreut, dass ein komplexes System am Ende sogar komplexes Verhalten zeigt (den Tipping-Point bei den bezahlbaren Mieten der „Non-Professionals“). Es lässt sich nicht erkennen, wo die Stärken beziehungsweise eine Erklärungskraft dieses Mikro-Modells, die über die Fortschreibung der Annahmen hinaus gingen, lägen.

4.8 Zusammenfassung

Einige der vorgestellten Modelle scheinen wenig Rücksicht sowohl auf eine theoretische Fundierung ihrer Annahmen, als auch auf die Fragen der Rückkopplung und Emergenz zu legen. Es ist – insbesondere im Zusammenhang mit komplexen Systemen, in denen das Systemverhalten kraft seiner Struktur chaotisch ist – wesentlich, stets so wenig Elemente, Strukturen und Regeln zu definieren, wie gerade nötig sind, um das gewünschte Verhalten

zu simulieren. Auch hier zeigt sich, dass einige der Versuche an dieser Gratwanderung scheitern.

Wu und später Diappi und Bolchi zeigen einerseits, wie die Theorie der Self-Organized Criticality und andererseits in diesem Zusammenhang die Rent-Gap-Theorie als eine bottom-up Logik modelliert werden kann. Das System zeigt eine nicht-lineare Veränderung im Spannungsfeld zwischen lokalen und globalen Akteuren auf. Damit greifen sie eine Kritik an der Rent-Gap-Theorie auf, die Neil Smith selbst formuliert – nämlich die Nichtberücksichtigung von Bezügen zwischen Mikro- und Makro-Prozessen.¹¹⁸

Ferdinando Semoboloni gelingt, indem er einen Gleichgewichtsansatz mit Gebäudealterung, Nachbarschaftseffekten und Investitionsentscheidungen¹¹⁹ wählt, ein Modell, in dem eine Stadt wächst und sich mit der Gebäudealterung und dem darauf folgenden Erneuerungsprozess besser verdienende Schichten zuerst in die Peripherie und dann wiederum teilweise zurück in die Städte bewegen. Sein Modell scheint zwar eher an einem möglichst realistischen Verlauf orientiert als an möglichst einfacher Struktur bei maximaler theoretischer Fundierung der Annahmen, aber es ist eine brauchbare Kombination einfacher Annahmen.

¹¹⁸ s. Kapitel 2.3.3, S. 26 bzw. Smith, 1996, S. 169f.

¹¹⁹ Diese Investitionsentscheidungen sind bei Semoboloni entweder vom Zustand der Nachbarschaft oder von der individuellen Bewertung des Objekts in die wiederum die Nachbarschaft einfließt, abhängig. Damit sind diese einer Rent-Gap, wie sie Diappi und Bolchi annehmen, ähnlich.

5 Invasions-Sukzessions Modelle

5.1 Einleitung

Ein Phasenmodell für den Gentrification-Prozess ist das 1988 von Jens S. Dangschat¹²⁰ entworfene doppelte Invasions-Sukzessions-Modell. Jürgen Friedrichs¹²¹ erhofft durch die Anwendung von Tipping-Modellen die Kritik zu entkräften, dass sich dieses Invasions-Sukzessions-Modell empirisch kaum bewährt hat.

Im Folgenden soll zuerst ein Tipping-Modell für einen Invasions-Sukzessions-Zyklus und danach auf dieser Grundlage eines für einen doppelten Invasions-Sukzessions-Zyklus diskutiert werden.

Invasions-Sukzessions-Zyklus

Das Modell des Invasions-Sukzessions-Zyklus basiert auf der Tradition der Sozialökologie und damit der Tradition der Chicago School. McKenzie (1924) definierte Humanökologie als:

„a study of the spatial and temporal relations of human beings as affected by the selective, distributive, and accommodative forces of the environment.“

McKenzie, 1924, S.288

Die Entwicklung von Sozialräumen in der Stadt wird als das Ergebnis einer („natürlichen“) Konkurrenz um Standorte angenommen. Dadurch bilden sich sogenannte „natural areas“ – segregierte Gebiete, die sich durch ihre Sozialstruktur und Lage voneinander unterscheiden.¹²²

¹²⁰ s. Kapitel 2.2.2, S. 9 bzw. Dangschat, 1988

¹²¹ s. Kapitel 2.2.4, S. 13 bzw. Friedrichs, 1996, S. 24

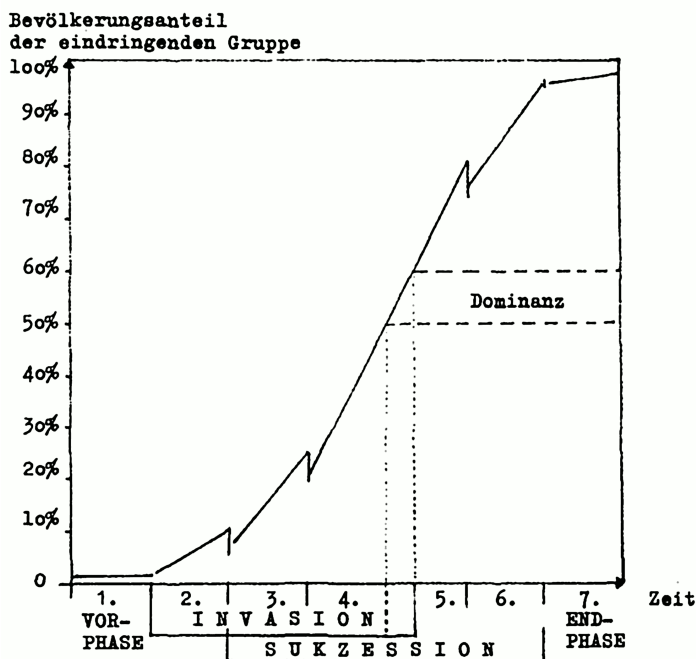
¹²² s. Schnur, 2008, S. 22

Es entstand die Idee eines Invasions-Sukzessions-Zyklus.¹²³ Das Gleichgewicht von Gebieten kann durch Zuwanderung oder externe Faktoren gestört werden: eine Gruppe betritt vermehrt das Gebiet einer anderen Gruppe, es kommt zur Invasion. Darauf beginnt die Bevölkerung der bisher dominanten Gruppe das Gebiet zu verlassen und die eindringende Gruppe wird zur dominanten – Sukzession findet statt.¹²⁴

Ursprünglich wurde dieses Modell als eines, das im Zusammenhang mit der Expansion von Städten anwendbar ist, entworfen. Insbesondere Burgess¹²⁵ ging von einer – anhand der Untersuchung von Chicago entwickelten – Reihenfolge von (vom Stadtzentrum ausgehenden) Zonen aus, die sich nach außen verschieben. Dabei kommt es zur Invasion von statusniedrigerer Bevölkerung aus inneren Gebieten in die statushöheren äußeren Zonen. Das Modell lässt sich genauso für den umgekehrten Prozess der Invasion statushöherer Bevölkerung anwenden.

Der Invasions-Sukzessions-Zyklus ist ein Phasenmodell, daher wurden auch genaue Phasenbeschreibungen und Definitionen für einen, als Invasion und Sukzession zu bezeichnenden, Zeitraum entwickelt (siehe Abbildung 23). Dabei wurden oft auch die Frage von Widerstand seitens der ursprünglichen Bewohner oder die Frage von Tipping-Points (siehe Kapitel 2.2.4, S. 13) diskutiert.

Abbildung 23 Invasions-Sukzessions-Zyklus



Quelle: Hoffmeyer-Zlotnik, 1976, S. 18

123 s. etwa Burgess, Park, McKenzie, 1925

124 s. Häussermann, Siebel, 2004, S. 119-120

125 s. Burgess, Park, McKenzie, 1925

5.2 Invasions-Sukzessions-Automat

Mittels zweier verschiedener Zustände – als Ausdruck zweier verschiedener Gruppen – soll in einem Zellulären Automaten die Invasion einer Gruppe in ein Quartier einer anderen Gruppe modelliert werden.

Die Fläche des Automaten ist eine regelmäßige Matrix, deren Dimension im simulierten Fall 50 mal 50 Zellen beträgt und die einen Torus bildet (das heißt, die Kanten werden jeweils mit der gegenüberliegenden Seite verbunden, sodass jede Zelle gleich viele Nachbarn besitzt).

Als Motor der Invasion wird eine Toleranz der Zelle gegenüber einem bestimmten Anteil der jeweils anderen Gruppe in einer Moore-Nachbarschaft definiert. Dabei besitzt jede Gruppe eine spezifische Toleranzschwelle, ab deren Wert sie die Nachbarschaft verlässt.

Die Zustandsmenge der Zellen ist:

$$Q_i = \{g_i, t_i\} \quad \begin{array}{l} Q_i \dots \text{Zustandsmenge} \\ g_i \dots \text{Gruppenzugehörigkeit der Zelle } g_i \in \{red, blue\} \\ t_i \dots \text{Toleranzschwelle der Zelle gegenüber der anderen Gruppe} \end{array}$$

Die Toleranzschwelle wird definiert als:

$$\frac{n_o}{t_i} \leq n_n \quad \begin{array}{l} n_o \dots \text{Anzahl der Zellen der anderen Gruppe in der Nachbarschaft} \\ t_i \dots \text{Toleranz der Zelle gegenüber der anderen Gruppe} \\ n_n \dots \text{Anzahl der Zellen in der Nachbarschaft (im Falle der Moore-Nachbarschaft 8)} \end{array}$$

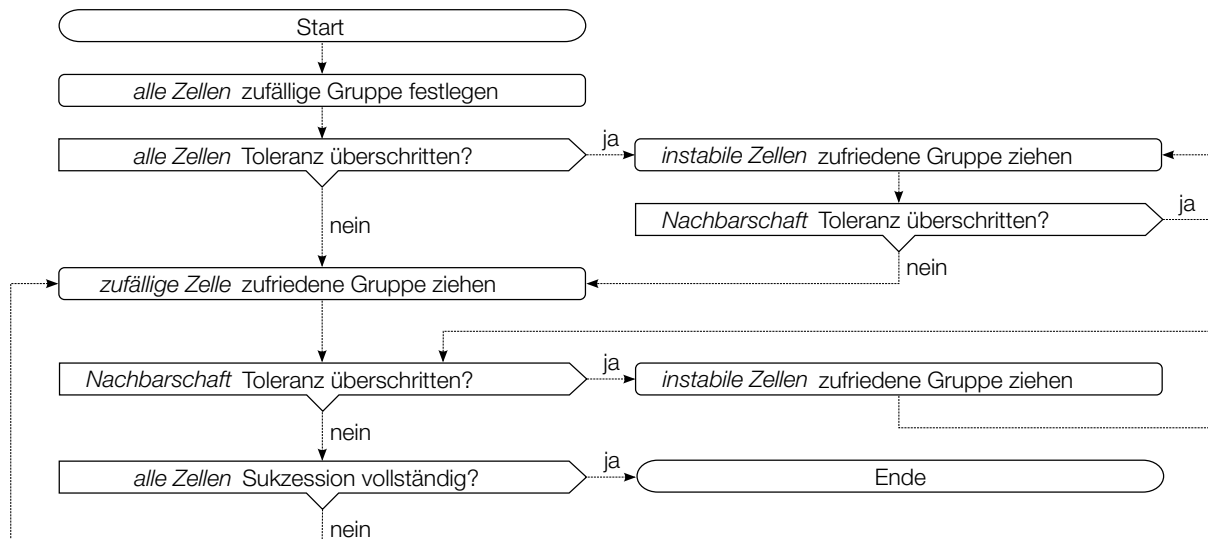
Wird die Nachbarschaft verlassen, so wird die Zelle mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit von der anderen Gruppe besetzt. Dieser Vorgang kann wiederum auslösen, dass die Toleranzschwelle der benachbarten Zellen überschritten wird und weitere Veränderungen ausgelöst werden. Dadurch befindet sich das System bei Zunahme des Anteils der Invasions-Gruppe in einem zunehmend kritischen Zustand. Es handelt sich um eine Dynamik, bei der – ähnlich dem Versuch von Wu, in dieser Form ein Rent-Gap-Modell zu konstruieren¹²⁶ – die Theorie der Self-Organized Criticality anwendbar ist (siehe Kapitel 4.2.1, S. 50).

Übergangsregeln

Die Übergangsregeln werden ähnlich einem Sandpile-Automaten¹²⁷ definiert. Abbildung 24 Stell diesen in einem Flussdiagramm dar.

¹²⁶ s. Kapitel 4.2, S. 49 bzw. Wu, 2003

¹²⁷ s. Wilensky, 2006

Abbildung 24 Ablauf der Simulation

Quelle: eigene Darstellung

In jeder Runde wird in einer zufälligen Zelle die bisherige Gruppe gegen eine, an diesem Ort zufriedene, Gruppe ausgetauscht. Dabei wird anhand einer als Parameter festgelegten Wahrscheinlichkeit die jeweilige Gruppe gezogen. Ist die gezogene Gruppe an diesem Ort unzufrieden, so wird die Ziehung wiederholt, bis die Gruppe zufrieden ist. Vor allem mit zunehmender Verbreitung der Invasions-Gruppe treten Zyklen auf, in denen keine Veränderung stattfindet.

Anschließend werden die Nachbarn der veränderten Zelle betrachtet und untersucht, ob deren Toleranzschwellen überschritten wurden. Ist das der Fall, so wird für die jeweiligen Zellen eine neue zufriedene Gruppe gezogen und danach wieder deren Nachbarschaft untersucht. Dadurch entstehen Wellen, deren Werte aufgezeichnet werden, um ihre Größenverteilung zu untersuchen.

Implementierung

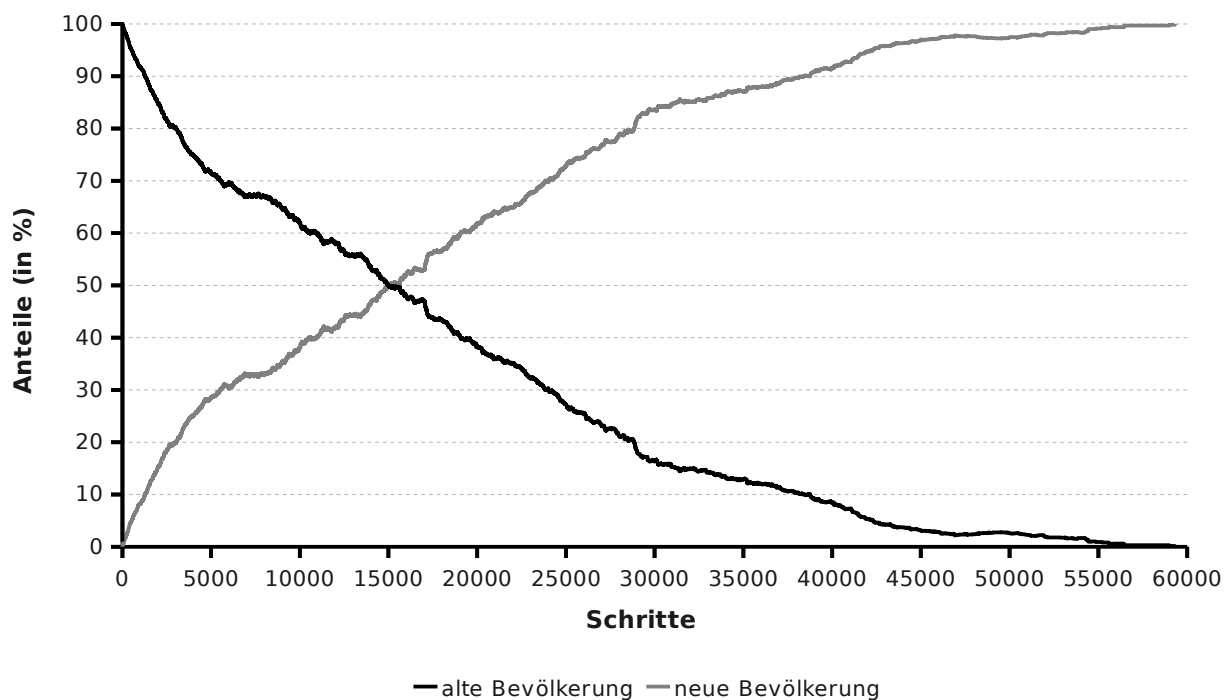
Das Modell wurde in Netlogo implementiert, da dies am einfachsten nachvollziehbar erscheint. Dabei wurde der mathematische Pseudo-Zufall stets mit der gleichen Zahl initialisiert, um eine Nachvollziehbarkeit der konkreten Ergebnisse zu gewährleisten. Der Programmcode, der aufgrund möglichst großer Ähnlichkeit zum folgenden Invasions-Sukzessions-Modell teilweise sehr generisch gehalten ist, findet sich im Anhang (Kapitel 7.1, S. 105).

Verlauf

Als Basis-Szenario wird eine Toleranz der ursprünglichen Bevölkerung von 70% angenommen – das heißt, erst ein Anteil von über 70% der zuziehenden Bevölkerung in der Nachbarschaft führt zum Auszug. Weiters wird angenommen, dass bei der zuziehenden Bevölkerung der Anteil der neuen Gruppe 50% beträgt.

Abbildung 25 zeigt die Veränderungen der Bevölkerungsanteile. Es lässt sich erkennen, dass nach einer anfänglich, aufgrund der gleichen Anteile der beiden Bevölkerungsgruppen bei den ausgetauschten Zellen schnellen Zunahme der alten Bevölkerung deren Anteil danach relativ weit über die Hälfte wächst. Schließlich nähert sich der Anteil der neuen Bevölkerung, da durch die Sättigung ein Austausch der wenigen verbliebenen alten Bevölkerung unwahrscheinlicher wird, langsam 100%.

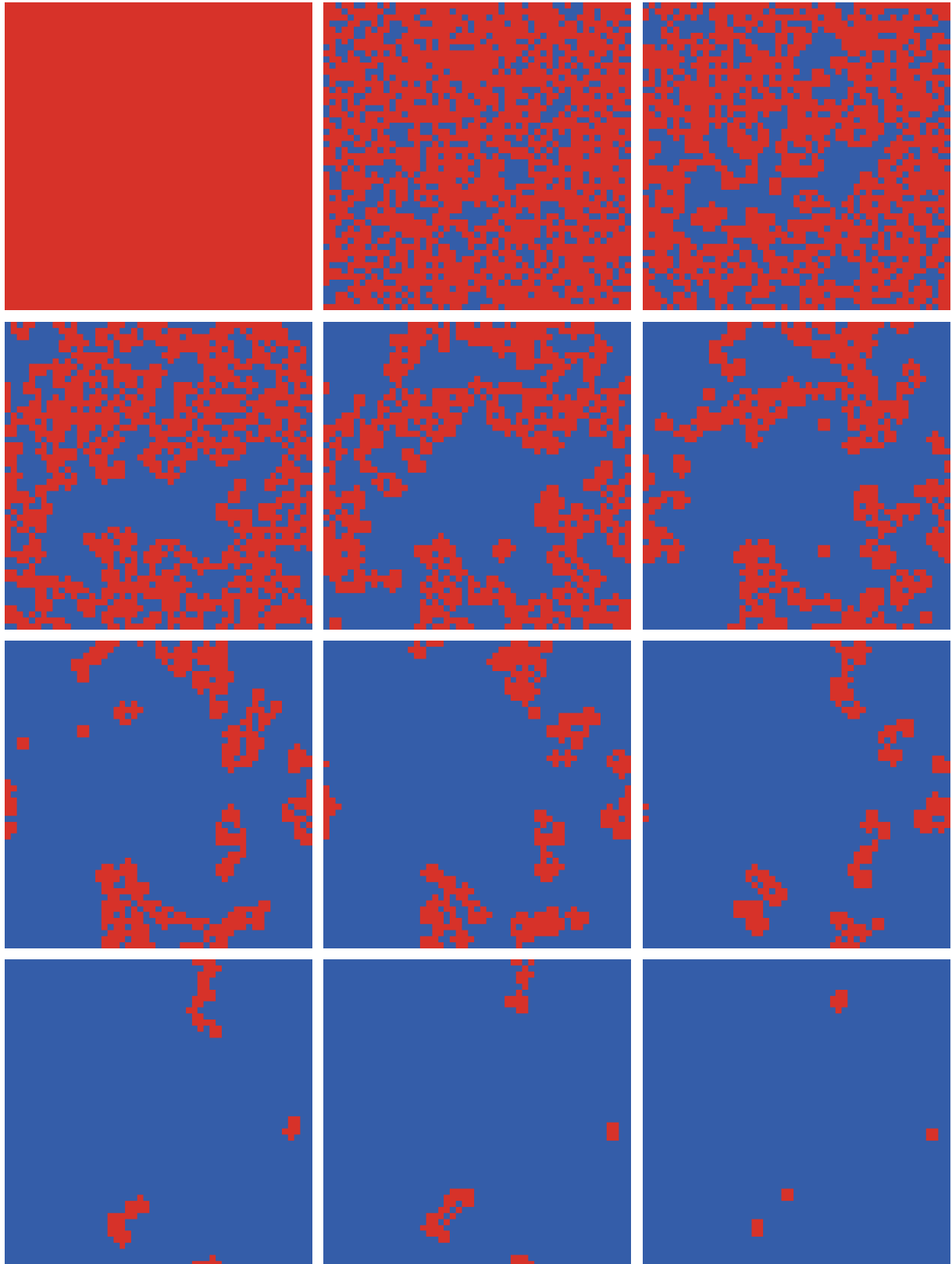
Abbildung 25 Veränderung der Bevölkerungsanteile im Basisszenario



Quelle: eigene Darstellung

In Abbildung 26 wird die Verteilung der Bevölkerung nach Gruppen mittels Farben nach jeweils 5000 Schritten der Simulation dargestellt. Dabei zeigt sich, dass die eindringende Bevölkerung zuerst relativ zufällig im Raum verteilt ist und sich später mit zunehmender Dichte aufgrund der Verdrängung Flächen ergeben, die vollständig von dieser besetzt sind. Am Ende bleiben nur noch einzelne Inseln mit ursprünglicher Bevölkerung zurück, die schließlich auch durch Invasion verdrängt wird.

Abbildung 26 Zustand des Automaten nach jeweils 5000 Schritten



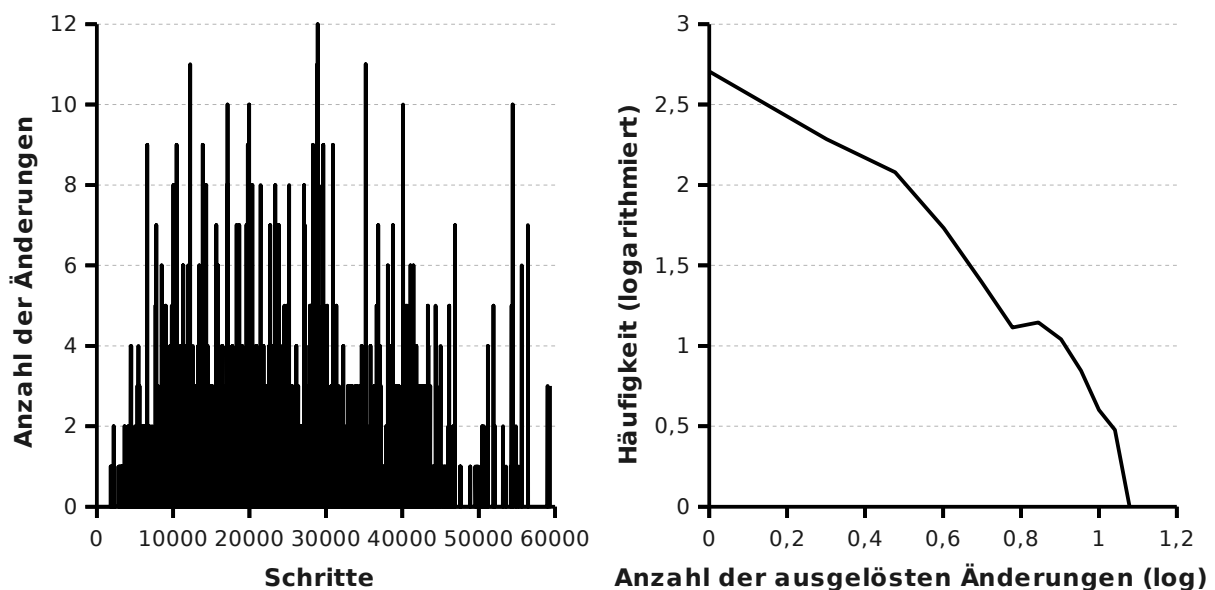
Power-Law

Entsprechend den Annahmen der Self-Organized-Criticality wird die Größenverteilung der ausgelösten „Lawinen“ mit einer Power-Law-Verteilung (statistisches Potenzgesetz) getestet.¹²⁸

Die Verteilung beschreibt eine Wahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Größe eines Ereignisses mittels einer Exponentialfunktion. Die wesentlichste Eigenschaft der Verteilung ist ihre Skalenunabhängigkeit. Zahlreiche Prozesse, wie die Stärken und Häufigkeit von Erdbeben und die Größenverteilung von Städten zeigen diese Verteilung.

Abbildung 27 zeigt die Größen der Veränderungen in der Simulation und deren Verteilung.

Abbildung 27 Verlauf und Verteilung der ausgelösten Änderungen



Quelle: eigene Darstellung

Um diese auf eine Power-Law-Verteilung zu testen, wird eine allgemeine Power-Law-Verteilung definiert, bei der kleine Ereignisse (unterhalb von $x_{\min}$) nicht berücksichtigt werden:

$$p(x) = \frac{\alpha - 1}{x_{\min}} \left(\frac{x}{x_{\min}} \right)^{-\alpha}$$

$p(x)$... Wahrscheinlichkeitsdichte für x
 α ... Parameter der Potenzfunktion
 $x_{\min}$... Minimum von x (Skalenursprung)

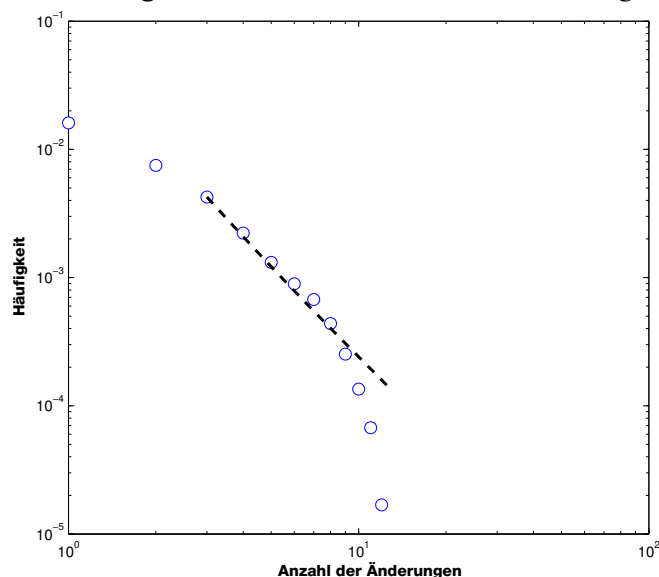
Für die Verteilung werden die Parameter anhand der empirischen Daten mittels der Maximum-Likelihood-Methode geschätzt. Die Qualität der Schätzung beziehungsweise die

¹²⁸ Das Verfahren folgt Clauset, Shalizi, Newman, 2009, die eingesetzten Matlab-Routinen wurden von Aaron Clauset entwickelt und sind unter <http://www.santafe.edu/~aaronc/powerlaws/> zu finden. Die verwendete Version ist am Stand von 1. Oktober 2009.

Übereinstimmung zwischen der geschätzten Verteilung und den Daten lässt sich mittels der Berechnung der Anpassungsgüte (goodness-of-fit) schätzen. Dadurch ist es möglich, die Hypothese, die Daten entsprächen der angenommen Verteilung, zu verwerfen oder nicht. Dafür wird ein Kolmogorow-Smirnow-Anpassungstest verwendet.

Um die Schätz- und Testverfahren anzuwenden, wurde Matlab eingesetzt. Für die aus dem Standardfall errechneten Parameter ($\alpha=3,18; x_{\min}=3$) ergibt sich ein p-Wert von 0,15. Das bedeutet, dass die Annahme einer Power-Law-Verteilung nach den üblichen Wahrscheinlichkeitsannahmen nicht verworfen werden muss – allerdings ist der Grad der Übereinstimmung nicht sehr hoch. Aus der Darstellung der tatsächlichen Größenverteilung und der geschätzten Verteilungsfunktion in Abbildung 28 lässt sich erkennen, dass die Wahrscheinlichkeiten bei großen (und bei den mittels $x_{\min}$ ausgeschlossenen kleinen) Werten tendenziell abweichen. Hier kommt offenbar die Abweichung vom ursprünglichen Sandpile-Modell zum Tragen.

Abbildung 28 Geschätzte Power-Law-Verteilung und empirische Verteilung



Quelle: eigene Darstellung

Sensitivitätsanalyse

Als Parameter für eine Sensitivitätsanalyse kommen sowohl die Toleranz der ursprünglichen Bevölkerung als auch die Zusammensetzung der zuziehenden Bevölkerung in Frage. Daher wurden die beiden Parameter variiert und dabei das Verhalten des Systems beobachtet. In Abbildung 29 wird dargestellt, ob und wie schnell es (in Abhängigkeit von den Parametern) zu einer vollständigen Sukzession kam.

Abbildung 29 Anzahl der Schritte bis zur vollständigen Sukzession (Abbruch nach 250000)

		Toleranz gegenüber der zuziehenden Bevölkerungsgruppe																		
Anteil der ursprünglichen Bevölkerungsgruppe an der zuziehenden		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
	5	1	1	16	16	76	76	76	299	299	2419	2419	2419	6837	6837	8468	8468	8468	15361	15361
	10	1	1	16	16	76	76	76	299	299	2031	2031	2031	6309	6309	12432	12432	12432	17576	17576
	15	1	1	16	16	76	76	76	325	325	2083	2083	2083	8305	8305	9545	9545	9545	30851	30851
	20	1	1	16	16	76	76	76	407	407	3286	3286	3286	6183	6183	20087	20087	20087	50486	50486
	25	1	1	32	32	76	76	76	385	385	2344	2344	2344	7606	7606	16577	16577	16577	82583	82583
	30	1	1	32	32	76	76	76	421	421	2536	2536	2536	9843	9843	17177	17177	17177	250000	250000
	35	4	4	32	32	76	76	76	472	472	2900	2900	2900	9885	9885	20644	20644	20644	250000	250000
	40	4	4	32	32	169	169	169	531	531	3792	3792	3792	12098	12098	28226	28226	28226	250000	250000
	45	4	4	32	32	169	169	169	506	506	3810	3810	3810	10529	10529	35657	35657	35657	250000	250000
	50	4	4	32	32	174	174	174	582	582	4442	4442	4442	18322	18322	67382	67382	67382	250000	250000
	55	4	4	32	32	215	215	215	605	605	4810	4810	4810	16469	16469	215943	215943	215943	250000	250000
	60	5	5	32	32	215	215	215	790	790	6343	6343	6343	19992	19992	250000	250000	250000	250000	250000
	65	5	5	32	32	215	215	215	858	858	7668	7668	7668	38230	38230	250000	250000	250000	250000	250000
	70	6	6	43	43	215	215	215	1083	1083	9376	9376	9376	59321	59321	250000	250000	250000	250000	250000
	75	6	6	94	94	215	215	215	1232	1232	13603	13603	13603	127122	127122	250000	250000	250000	250000	250000
	80	6	6	94	94	525	525	525	2127	2127	21069	21069	21069	250000	250000	250000	250000	250000	250000	250000
	85	6	6	316	316	746	746	746	2441	2441	38034	38034	38034	250000	250000	250000	250000	250000	250000	250000
	90	6	6	316	316	898	898	898	3637	3637	250000	250000	250000	250000	250000	250000	250000	250000	250000	250000
	95	43	43	500	500	898	898	898	14063	14063	250000	250000	250000	250000	250000	250000	250000	250000	250000	250000

Quelle: eigene Darstellung

Es lässt sich erkennen, dass es bereits bei einem relativ hohen Toleranz-Wert von 85% der anfänglichen Bevölkerungsgruppe gegenüber der neu zuziehenden Bevölkerungsgruppe (bei gleichen Anteilen zwischen den beiden Gruppen bei der zuziehenden Bevölkerung) zu einer vollständigen Sukzession kommt.

Bei einer Toleranz von 70% – die etwa dem Tipping-Point bei Schellings Segregationsmodell entspricht¹²⁹ – kommt es auch dann noch zu einer vollständigen Verdrängung der anfänglichen Bevölkerungsgruppe, wenn bei der neu zuziehenden Bevölkerung 75% ebenfalls aus der anfänglichen Gruppe sind. Somit ist ab einem Anteil von etwa 25% der

¹²⁹ s. Kapitel Fehler: Referenz nicht gefunden, S. 43

zuziehenden Bevölkerungsgruppe bereits ein Tipping-Point überschritten und es kommt zu Rückkopplungseffekten.

Diese Größe entspricht der oberen Grenze der zumeist beobachteten Anteile, die einen Tipping-Point in einem Invasions-Sukzessions-Zyklus ergeben. Die Schwellenwerte bewegen sich meist zwischen 5 und 25%.¹³⁰ Ein Anteil von 5% wäre im vorgestellten Modell kritisch, wenn die Toleranz gegenüber der zuziehenden Bevölkerung weniger als 50% betragen würde – also wenn die ursprüngliche Bevölkerung gegenüber der zuziehenden in der Nachbarschaft nicht in der Minderheit sein will.

Möglichkeiten und Grenzen

Es zeigt sich, dass das skizzierte Modell das aufgrund der getroffenen Annahmen erwartete Verhalten zeigt. So handelt es sich sowohl um ein Modell mit Self-Organized Criticality, als auch um eines, das geeignet erscheint, die üblichen Schwellenwerte und Dynamiken bei Invasions-Sukzessions Modellen abzubilden.

Die getroffene Annahme einer Toleranz gegenüber einer Von-Neumann Nachbarschaft ist jedoch relativ beliebig und wurde vor allem wegen ihrer Vergleichbarkeit mit Schellings Segregationsmodell gewählt. Es ließe sich hier sowohl eine Nachbarschafts- als auch eine andere Verdrängungsfunktion realisieren, ohne die grundlegende Dynamik des Systems zu beeinträchtigen.

Wollte man über die Prüfung auf innere Konsistenz hinausgehen und damit versuchen, ein Modell zu entwickeln, das sich nicht nur zur Darstellung von getroffenen Annahmen und ihrer emergenten Effekte, sondern auch zur Darstellung und Simulation empirischer Prozesse eignet, so müssten die Annahmen auf empirischen Daten basieren. Weiters müsste man versuchen, ein überarbeitetes Modell so zu kalibrieren, dass seine Ergebnisse mit den Ergebnissen empirischer Prozesse vergleichbar sind.

5.3 Doppelter Invasions-Sukzessions-Automat

Auf Grundlage der vorgestellten Invasions-Sukzessions-Automaten soll ein Modell für einen doppelten Invasions-Sukzessions Zyklus entwickelt werden. Der doppelte Invasions-Sukzessions-Zyklus ist (wie in Kapitel 2.2.2, S. 9 erläutert) ein Phasenmodell für die Entwicklung der Wohnbevölkerung in einem Quartier, in dem Gentrification beobachtet werden kann.

¹³⁰ s. Kapitel 2.2.4, S. 13 bzw. Friedrichs, 1996, S. 24

Dabei wird die anfangs anwesende Bevölkerung von einer Gruppe von Pionieren mit hoher Toleranz gegenüber der anfänglichen Bevölkerung, aber höherem sozialen und möglicherweise auch ökonomischem Kapital, teilweise verdrängt. Als Folge wird das Quartier für eine Gruppe von Gentrifiern mit höherem ökonomischem Kapital attraktiv und diese verdrängt beide anwesenden Gruppen.

Analog werden im Modell drei Gruppen (rot, gelb, blau) definiert. Die Frage von Verdrängung und Kapital wird, wie im vorangehenden Modell, ausschließlich anhand von Toleranzschwellen gegenüber den Anteilen der anderen Gruppen in der Nachbarschaft modelliert.

Die Zustandsmenge der Zellen ist somit im Wesentlichen die gleiche. Einzig die Toleranzen beziehen sich jeweils auf die anderen Gruppen:

$$Q_i = \{g_i, T_i\} \quad T_i = \{t_{ai}, t_{bi}\} \quad Q_i \dots \text{Zustandsmenge}$$

$g_i \dots \text{Gruppenzugehörigkeit der Zelle} \quad g_i \in \{\text{red}, \text{yellow}, \text{blue}\}$

$T_i \dots \text{Toleranzschwellen der Zelle gegenüber den anderen Gruppen}$

$t_{ai} \dots \text{Toleranzschwelle der Zelle gegenüber der Gruppe a}$

$t_{bi} \dots \text{Toleranzschwelle der Zelle gegenüber der Gruppe b}$

Die Toleranzschwelle wird in diesem Fall aus den Anteilen beider Gruppen in der Nachbarschaft und den jeweiligen Toleranzen definiert:

$$\left\{ \begin{array}{cc} \frac{n_a}{t_{ai}} & \text{if } t_{ai} < 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{cc} \frac{n_b}{t_{bi}} & \text{if } t_{bi} < 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{array} \right\} \leq n_n$$

$n_a \dots \text{Anzahl der Zellen der Gruppe a in der Nachbarschaft}$

$t_{ai} \dots \text{Toleranz der Zelle gegenüber der Gruppe a}$

$n_b \dots \text{Anzahl der Zellen der Gruppe b in der Nachbarschaft}$

$t_{bi} \dots \text{Toleranz der Zelle gegenüber der Gruppe b}$

$n_n \dots \text{Anzahl der Zellen in der Nachbarschaft (im Falle der Moore – Nachbarschaft 8)}$

Allerdings wird bei einer Toleranz von 100% gegenüber einer Gruppe deren Anwesenheit nicht berücksichtigt – bei diesem Wert wird kein Beitrag berechnet. Dies ermöglicht, dass bei einer Zelle, die etwa eine Toleranz von 99% gegenüber Gruppe a und eine von 100% gegenüber b hat, in einer Nachbarschaft, die außer einer Zelle, die zur Gruppe a zählt, nur von Angehörigen der Gruppe b besetzt ist, die Schwelle nicht überschritten wird. Eine Toleranz von 100% wäre ansonsten eine, die gerade eben einen Anteil von 100% der Gruppe in der Nachbarschaft akzeptiert. Jeder weitere Beitrag durch ein Mitglied einer Gruppe, dem gegenüber die Toleranz nicht 100% beträgt, würde sofort den Schwellenwert überschreiten.

Übergangsregeln

Die Übergangsregeln und ihre Implementierung entsprechen dem Invasions-Sukzessions-Automaten. Der Ablauf entspricht daher dem in Abbildung 24 dargestellten.

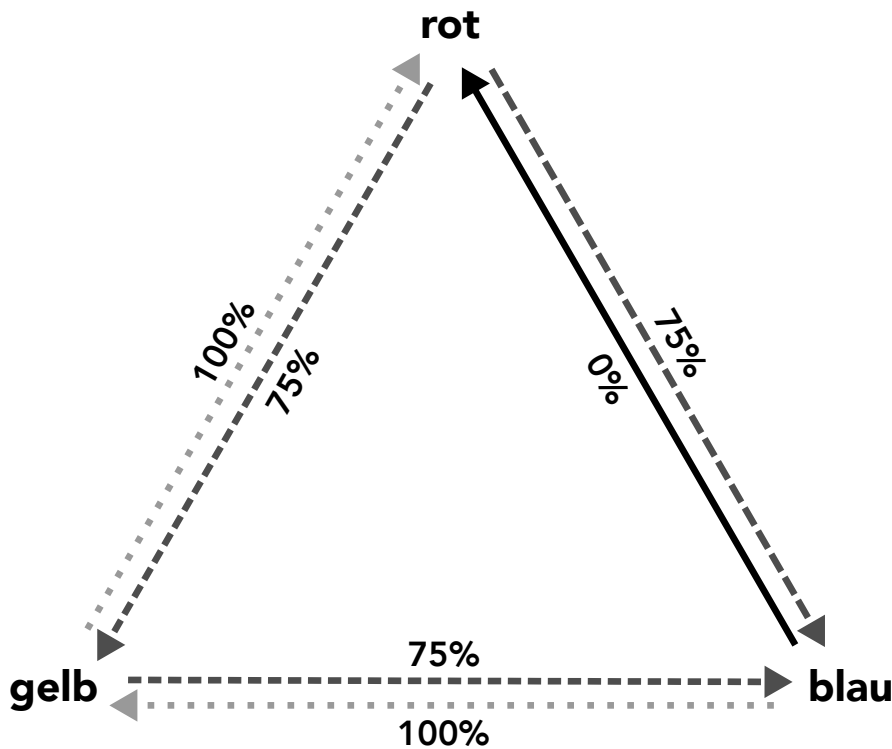
Verlauf

Es wird von einem Anfangszustand ausgegangen, bei dem die Fläche ausschließlich mit der ersten Gruppe (rot) besetzt wird. Daher muss die Toleranz der zweiten Gruppe (gelb) gegenüber dieser 100% betragen, um eine Invasion zu ermöglichen. Um eine weitere Invasion zu ermöglichen, muss die Toleranz der dritten Gruppe (blau) gegenüber der gelben auch 100% betragen. Andere Toleranzwerte wären hier nur anwendbar, wenn von einem bereits gemischten Anfangszustand ausgegangen werden würde.

Entsprechend den Ergebnissen für die Schwellenwerte beim einfachen Invasions-Sukzessions Automat wurden die Toleranzen der roten Gruppe gegenüber der gelben und der blauen sowie die der gelben gegenüber der blauen mit 75% angenommen.

Die Toleranz der blauen Gruppe gegenüber der ersten beträgt 0% – sie wird also kein Gebiet besiedeln, in dem Angehörige der ersten Gruppe anzutreffen sind. Abbildung 30 bietet einen Überblick über die Toleranzen zwischen den Gruppen.

Abbildung 30 Toleranzen der Bevölkerungsgruppen im Basisszenario

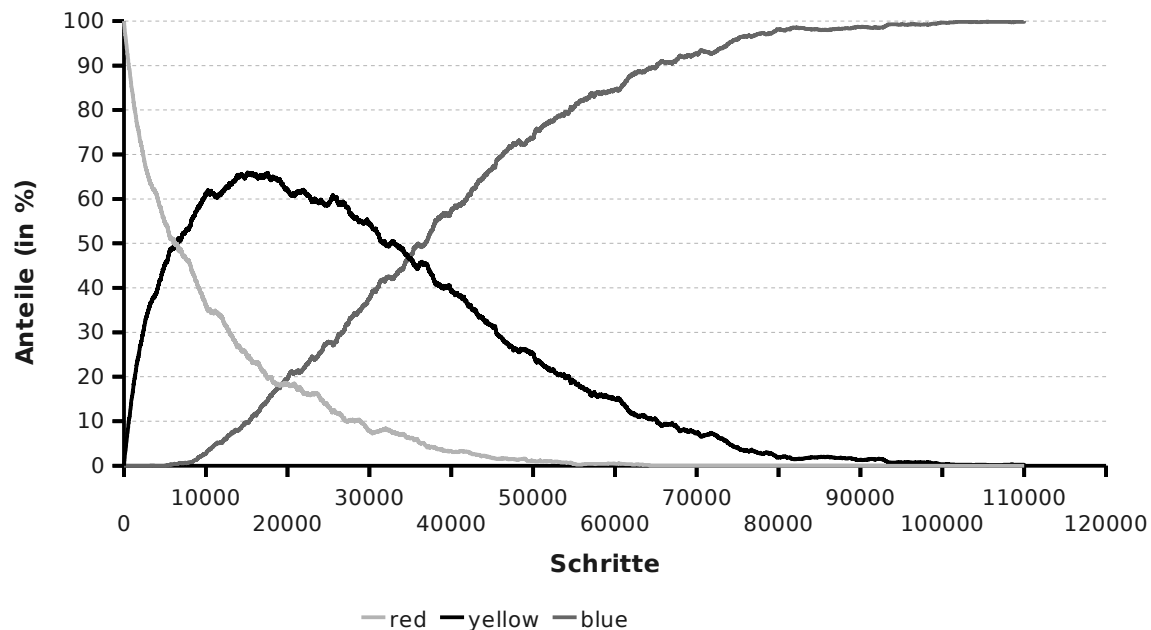


Quelle: eigene Darstellung

Die Wahrscheinlichkeiten für die Gruppen, ein Feld zu besetzen, dessen Status sich verändert, werden für alle drei Gruppen gleich angenommen.

Wie anhand von Abbildung 31 erkennbar, ergibt sich in diesem Fall ein Verlauf, bei dem der Anteil der gelben Gruppe – ähnlich dem einfachen Invasions-Sukzessions-Automaten – ansteigt. Ab einem gewissen Anteil der gelben Gruppe beginnt jedoch die blaue Gruppe diese wieder zu verdrängen. Schließlich setzt sich die blaue Gruppe durch.

Abbildung 31 Veränderung der Bevölkerungsanteile im Basisszenario

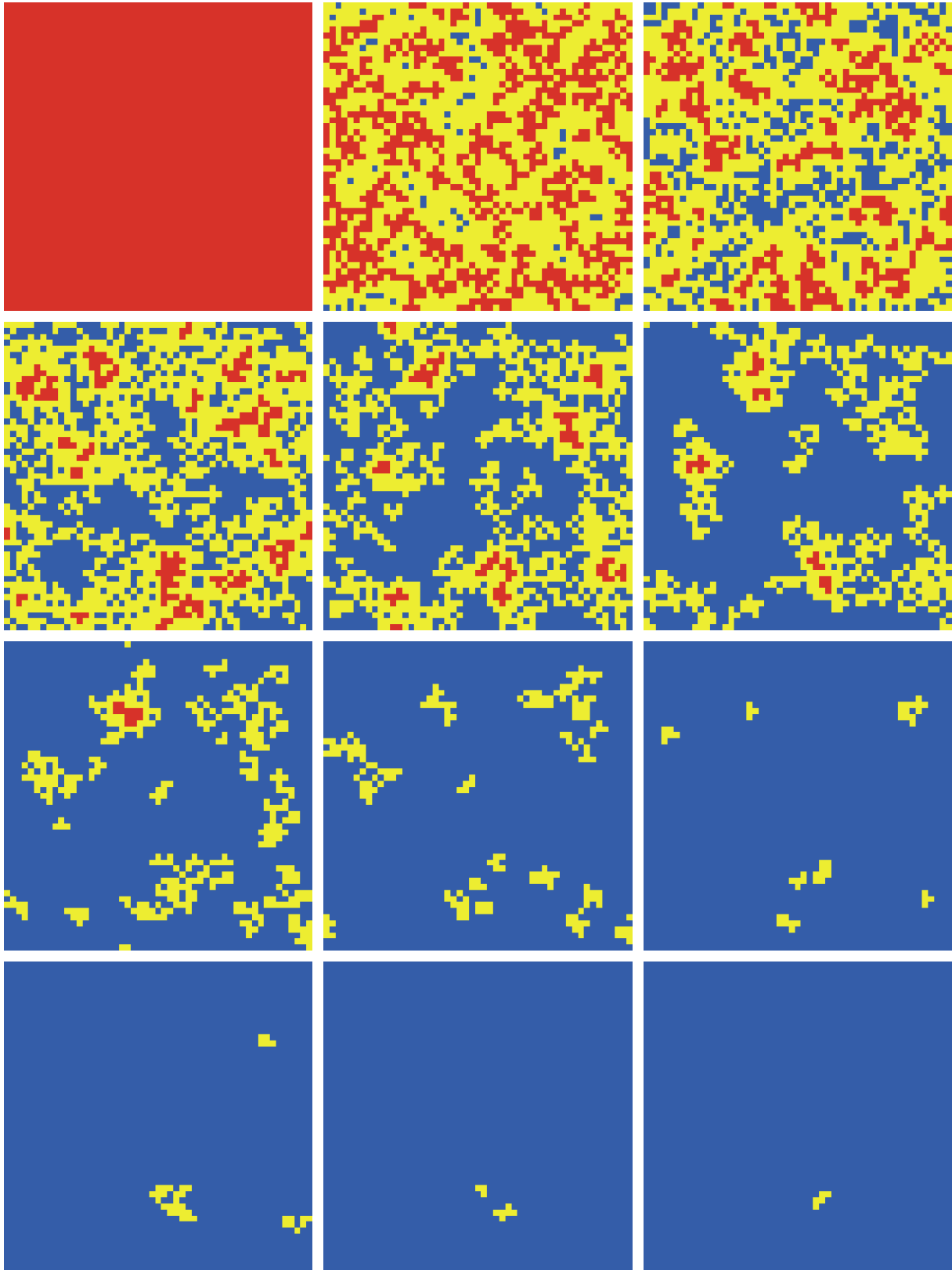


Quelle: eigene Darstellung

In Abbildung 32 wird – wie beim einfachen Invasions-Sukzessions-Automaten – die Verteilung der Bevölkerung nach Gruppen wiederum mittels Farben nach diesmal jeweils 10000 Schritten der Simulation dargestellt.

Es lässt sich erkennen, dass sich Anfangs Flächen der gelben Gruppe bilden, innerhalb derer es dann zu Invasion der blauen Bevölkerung kommt. Die gelbe Bevölkerung verdrängt die rote und die blaue die gelbe, bis schließlich nur noch gelbe Inseln innerhalb einer blauen Fläche zu finden sind. Schließlich verschwinden langsam auch diese letzten gelben Flächen durch Invasion der blauen Gruppe.

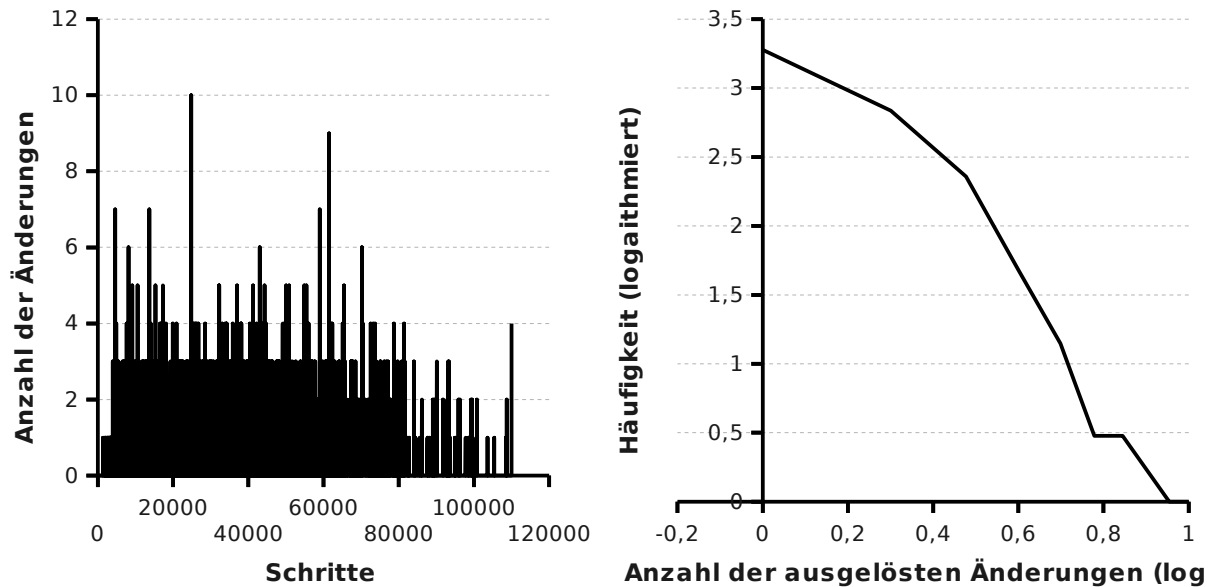
Abbildung 32 Zustand des Automaten nach jeweils 10000 Schritten



Power-Law

Abbildung 33 zeigt den Verlauf und die Größenverteilung der in jedem Simulationsschritt ausgelösten Änderungen.

Abbildung 33 Verlauf und Verteilung der ausgelösten Änderungen



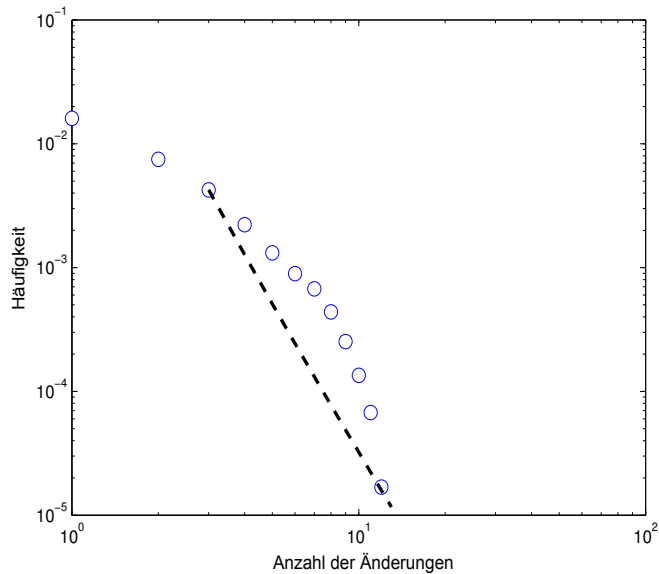
Quelle: eigene Darstellung

Wie beim einfachen Invasions-Sukzessions-Automaten wird für die Verteilung dieser Größen eine Power-Law Verteilung geschätzt und deren Anpassungsgrad an die Daten bestimmt. Auch hier werden alle ausgelösten Änderungen unter zwei ausgeschlossen ($x_{\min}=2$).

Es ergibt sich für den mittels Maximum-Likelihood-Verfahren geschätzten Parameter ($\alpha=4.73$) im Testverfahren ein p-Wert von 0,14. Der erreichte Anpassungsgrad ist damit unwesentlich schlechter als jener des einfachen Invasions-Sukzessions-Automaten ($p=0,15$). Somit kann nach üblichen Wahrscheinlichkeitsannahmen von einer Power-Law-Verteilung (des hinteren Endes ab $x_{\min}$) ausgegangen werden. Wie an der Darstellung der tatsächlichen und der geschätzten Verteilung in Abbildung 34 zu erkennen ist, sind die kleinen (mittels $x_{\min}$ ausgeschlossenen) Änderungen signifikant unwahrscheinlicher und die großen wahrscheinlich als bei der mittels Maximum-Likelihood-Verfahren geschätzten Power-Law-Verteilung.

Die Änderung zwischen den Regeln des einfachen und des doppelten Invasions-Sukzessions-Automaten beeinflussen die Verteilung somit nicht signifikant.

Abbildung 34 Geschätzte Power-Law-Verteilung und empirische Verteilung



Quelle: eigene Darstellung

Sensitivitätsanalyse

Für eine Sensitivitätsanalyse wurden die Toleranzen der ersten (roten) Gruppe gegenüber den beiden anderen, die der zweiten (gelb) gegenüber der dritten Gruppe und die der dritten (blau) gegenüber der ersten variiert. In Abbildung 35 findet sich das Ergebnis dieser Variation nach der Anzahl der Simulationsschritte, bis die letzte Gruppe (blau) das gesamte Gebiet besetzt hat. Dabei wurden die Fälle, in denen die Toleranz der roten gegenüber der blauen sowie der gelben gegenüber der blauen Gruppe 100% beträgt nicht dargestellt, da es in diesen Fällen nie zu einer vollständigen Sukzession der blauen Gruppe kommt.

Abbildung 35 Anzahl der Schritte bis zur vollständigen Sukzession (Abbruch nach 200000)

		red-blue					red-yellow					blue-red					yellow-blue				
		0					25					50					75				
		0	25	50	75	100	0	25	50	75	100	0	25	50	75	100	0	25	50	75	100
0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	4	100	907	1928	1631	4	100	988	2533	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	4	100	617	876	876	4	100	673	876	2368	1071	12857	-	-	-	36874	-	-	-	-
	75	4	100	218	218	218	4	100	218	218	900	4013	6798	15347	13639	21005	65993	84167	167120	-	-
	100	4	5	5	5	5	6	106	145	145	145	2463	3702	3658	5134	6549	66489	63720	60813	91646	91646
25	0	4	128	-	-	-	4	128	-	-	-	4	128	-	-	-	4	128	-	-	-
	25	4	100	1444	2278	2749	4	100	1281	2873	6066	4	100	-	-	-	4	100	-	-	-
	50	4	100	748	876	876	4	100	852	1361	1459	4	2859	7049	8285	31413	4	36202	-	-	-
	75	4	100	218	218	218	4	100	484	537	762	1801	3024	4329	4084	8011	40080	31437	65097	59361	67095
	100	4	5	5	5	5	4	76	81	81	215	2249	2590	3680	2929	4735	23937	36857	60321	66024	63491
50	0	3285	3751	7347	32128	-	3285	3751	7347	35357	-	3285	3751	6943	49295	-	3285	3751	6943	-	-
	25	3193	3878	5703	9704	10683	3193	4112	6036	10170	51509	3193	2867	5908	13129	-	3193	2867	5852	-	-
	50	2809	1879	1528	2995	3276	2656	1781	1336	3893	9692	2656	3077	3618	7128	20865	2656	1931	21917	42123	-
	75	651	704	536	422	218	760	525	1070	1992	6292	536	1248	4760	4435	10746	442	9681	17280	40060	-
	100	4	1439	166	5	5	193	76	1953	562	2438	256	1150	4068	7251	10900	12183	8125	21904	31579	113531
75	0	55475	60469	69538	99544	-	55475	60469	69538	84975	-	55475	60469	62156	81406	-	55475	60469	62156	110011	-
	25	79318	65183	67238	63502	91248	79318	54466	61835	79040	-	79318	75720	61042	72297	-	79318	75720	61042	86671	-
	50	53363	64673	62672	72195	55495	49919	86517	58184	72048	66040	49919	56427	76102	67378	197669	49919	67184	53046	63392	-
	75	67878	59536	57296	50447	45382	67640	45929	62578	62110	66606	50788	70728	66206	93829	143904	69155	52311	55001	69573	-
	100	63009	56177	49010	49346	52074	50951	59475	54002	65549	67716	43340	55658	51396	125281	-	59903	55566	67293	96578	-

Quelle: eigene Darstellung

Es zeigt sich, dass die vollständige Sukzession umso früher erfolgt, je geringer die Toleranzen gegenüber blau sind. Auch eine geringere Toleranz von rot gegenüber gelb beschleunigt diesen Prozess.

Ist blau gegenüber rot sehr intolerant, rot gegenüber blau jedoch tolerant, so wird die vollständige Sukzession von blau langsamer oder sogar unmöglich. Dieser Effekt tritt vor allem dann auf, wenn gelb gegenüber blau oder rot gegenüber gelb sehr intolerant ist, da dadurch die Mittlerrolle von gelb geschwächt wird.

Abbildung 36 zeigt die maximalen Anteile der gelben Gruppe in Abhängigkeit von den variierten Parametern.

Abbildung 36 Maximaler Anteil der gelben Gruppe nach Parametern

		0					25					50					75				
		0	25	50	75	100	0	25	50	75	100	0	25	50	75	100	0	25	50	75	100
0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	0	2,04	14,96	26,41	22,95	0	2,04	16,99	31,37	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	0	2,04	10,34	13,96	13,96	0	2,04	10,73	13,96	26,72	0	4,23	-	-	-	0	-	-	-	-
	75	0	2,04	3,81	3,81	3,81	0	2,04	3,81	3,81	11,73	0	3,88	13,49	15,26	16,07	0	5,23	14,65	-	-
	100	0	0,04	0,04	0,04	0,04	0	1,46	1,88	1,88	1,88	0	2,73	3,69	3,69	3,65	0	2,92	4	4	4
25	0	0	98,35	-	-	-	0	98,35	-	-	-	0	98,35	-	-	-	0	98,35	-	-	-
	25	0	2,04	27,3	29,26	33,33	0	2,04	21,07	34,76	44,14	0	2,04	-	-	-	0	2,04	-	-	-
	50	0	2,04	12,19	13,96	13,96	0	2,04	13,8	20,68	19,88	0	2,96	20,72	27,53	36,56	0	2,35	-	-	-
	75	0	2,04	3,81	3,81	3,81	0	2,04	8,23	8,69	11,96	0	4,23	17,38	18,69	22,65	0	5,15	17,65	22,72	24,61
	100	0	0,04	0,04	0,04	0,04	0	0,96	1,08	1,08	2,77	0	2,35	9,69	9,69	13,53	0	2,77	11,11	13,84	14,46
50	0	94,96	98,35	85,39	61,36	-	94,96	98,35	85,39	61,98	-	94,96	98,35	83,66	61,55	-	94,96	98,35	83,66	-	-
	25	84,7	93,58	83,04	50,52	48,98	84,7	92,62	85,85	47,37	49,79	84,7	92,93	80,39	47,02	-	84,7	92,93	79,58	-	-
	50	62,94	61,25	23,53	26,95	32,76	64,9	60,52	19,65	29,72	39,29	64,9	57,52	28,95	35,76	39,98	64,9	60,94	28,64	40,6	-
	75	2,65	2,04	3,81	3,81	3,81	3	2,04	9,3	19,34	27,64	0,92	2,92	23,88	26,57	28,76	1,38	6,42	28,18	29,3	-
	100	0	0,46	0,92	0,04	0,04	0,88	0,96	3,54	9,42	14,38	0,46	2,35	14,76	17,07	21,88	0,46	5,84	17,57	21,88	24,91
75	0	94,96	98,35	86,54	66,63	-	94,96	98,35	86,54	64,05	-	94,96	98,35	84,78	65,44	-	94,96	98,35	84,78	66,01	-
	25	84,58	93,58	81,81	61,4	60,17	84,58	92,62	83,12	61,48	-	84,58	92,93	79,82	55,44	-	84,58	92,93	79,82	52,44	-
	50	73,89	71,2	67,09	57,82	59,55	73,01	72,47	60,05	58,36	46,25	73,01	70,28	59,17	51,44	41,06	73,01	72,36	57,21	44,56	-
	75	57,55	51,63	53,48	51,83	51,86	56,98	46,33	51,36	50,33	44,52	57,4	48,06	51,83	47,56	34,14	57,25	47,6	51,13	40,41	-
	100	45,91	46,44	44,68	45,79	45,14	44,87	44,64	45,87	45,56	37,18	45,02	45,52	43,29	43,06	-	45,02	45,44	45,83	36,76	-

Quelle: eigene Darstellung

Wie anhand eines wachsenden Maximalanteils der gelben Gruppe erkennbar, verschiebt sich der Beginn der Verdrängung der gelben Gruppe durch die blaue nach hinten, wenn die Toleranz der gelben gegenüber der blauen wächst. Eine größere Toleranz der blauen Gruppe gegenüber der roten beschleunigt ihr Wachstum und verringert so den maximalen Anteil der gelben.

Der Effekt der Veränderung der Toleranz der roten gegenüber der gelben Gruppe ist in Abhängigkeit von der Toleranz der gelben gegenüber der blauen unterschiedlich. Ist die Toleranz der gelben Gruppe gegenüber der blauen niedriger als 50%, so wird der maximale Anteil der gelben Gruppe höher, wenn die Toleranz der blauen Gruppe ihr gegenüber höher ist. Dabei helfen durchmischte Nachbarschaften, die von Angehörigen der blauen Gruppe gemieden werden, die Verdrängung der gelben Gruppe zu verzögern.

Ist die Toleranz der gelben gegenüber der blauen Gruppe größer als 50%, so kehrt sich der Effekt um. Dabei führt eine geringere Toleranz zwischen roter und gelber Gruppe zu einer schnelleren Verdrängung der roten und damit zu einem höheren Maximalanteil der gelben Gruppe.

Bei einer Toleranz von exakt 50% zwischen der gelben und der blauen Gruppe ist das Verhalten derart, dass die Richtung des Effekts der Veränderung der Toleranz der roten gegenüber der gelben Gruppe auf den Maximalanteil der gelben Gruppe von der Toleranz der blauen gegenüber der roten Gruppe bestimmt ist.

Möglichkeiten & Grenzen

Wie im Falle des Invasions-Sukzessions-Automaten ist es möglich, das System als eines mit Self-Organized Criticality zu bezeichnen, da die ausgelösten Veränderungen Power-Law verteilt sind.

Es zeigt sich, dass das Modell imstande ist, den angenommenen Verlauf eines Invasion Sukzessions Zyklus (siehe Abbildung 1, S. 11) relativ gut nachzubilden. Somit erscheinen die getroffenen Annahmen dazu geeignet, ein derartiges Systemverhalten zu erzeugen.

Die getroffenen Annahmen bezüglich Toleranz sind – wie bereits beim vorangehenden einfachen Invasions-Sukzessions-Automaten – relativ willkürlich. Das Modell eignet sich daher in dieser Form nur zur Überprüfung der Konsistenz der Annahmen in Bezug auf ihre Folgen für das Systemverhalten. Auch hier sind Nachbarschaftsdefinition und Toleranzschwellen Elemente, die zwar relativ willkürliche Annahmen darstellen, die aber durch andere – ähnliche – ersetzbar sein sollten, ohne die grundlegende Dynamik zu verändern.

In dieser Form eignet sich das Modell als Beispiel für einen Ansatz, die Dynamik eines doppelten Invasions-Sukzessions-Zyklus darzustellen. Um es darüber hinaus zu entwickeln, bräuchte es den Versuch, für die getroffenen Annahmen (was etwa die Parameter und die Einflüsse der Nachbarschaft betrifft) empirische Grundlagen zu schaffen. Auf dieser Basis müssten die Ergebnisse einer Simulation mit einem empirischen Verlauf in einem Quartier verglichen werden.

5.4 Schlussfolgerungen

Das vorgestellte Modell basiert auf der – etwa von Schelling angewandten¹³¹ – Idee, einen Tipping-Prozess mittels Toleranzschwellen abzubilden. Daneben verwendet es – ähnlich dem Ansatz von Wu¹³² – das Konzept der Sandpile-Automaten (und damit der Self-Organized Criticality) für ein System jenseits eines Gleichgewichtszustands.

Das dargestellte Modell ist im Gegensatz zu Wus Angebots-Modell ein Nachfrage-Modell. Es zeigt sich, dass die Anwendung eines Tipping-Modells auch auf der Nachfrage-Seite von Interesse sein kann.

Wie alle vorgestellten Nachfrage-Modelle kann auch dieses Modell, so wie die gesamte Nachfrage-orientierte Theorie, in sich nur einen Aufwertungs-Verlauf darstellen, jedoch keinen gesamten Zyklus des Verfalls und der anschließenden Sanierung.

Die Angebots-seitigen Annahmen von Semboloni,¹³³ oder auch die einfacheren von Diappi und Bolchi,¹³⁴ sind imstande, ein zyklisches Verhalten von De-Investition und Re-Investition abzubilden. Daher wären diese eine gute Basis, um zu versuchen, ein Nachfrage-Modell wie das hier entworfene damit zu kombinieren.

Auch Sembolonis Versuch, ein Angebots-Nachfrage-Modell zu entwickeln, berücksichtigt eine Toleranz gegenüber einer, vom eigenen Status abweichenden Nachbarschaft. Allerdings hat bei diesem Modell jeder Agent ein Einkommen, das aus einer Pareto-Verteilung gezogen wird, und eine gewisse Toleranzschwelle gegenüber einer schlechteren Nachbarschaft. Die Frage von Verdrängung wird nur über einen Bieter-Markt bei der Neuvergabe von Immobilien berücksichtigt. Es kommt somit im Gegensatz zum Modell für einen doppelten Invasions-Sukzession-Zyklus zu keiner unmittelbaren Verdrängung durch eine Veränderung der Nachbarschaft. Dies entspräche eher einem Mietrecht, das langfristige Verträge mit ausschließlich an eine allgemeine Inflation gebundenen Preisen garantiert.

Daneben bildet Semboloni keine unmittelbare Mittlerrolle einer Gruppe von Pionieren ab. Er zieht aber die Toleranzen aus einer Normalverteilung. Somit gibt es Agenten mit hohem Toleranzniveau, die eine Invasion in ein Gebiet mit niedrigem Status auslösen. Die Toleranzen korrelieren jedoch nicht mit den Einkommen, was unter Annahme von Pionieren und Gentrifiern, bei der Toleranz und Einkommen negativ korrelieren, der Fall wäre.

¹³¹ s. Kapitel Fehler: Referenz nicht gefunden, S. 43 bzw. Schelling, 1978, S. 137f.

¹³² s. Kapitel 4.2, S. 49 bzw. Wu, 2003

¹³³ s. Kapitel 4.6, S. 66 bzw. Semboloni, 2007

¹³⁴ s. Kapitel 4.5, S. 62 bzw. Diappi, Bolchi, 2005, Diappi, Bolchi, 2006 und Diappi, Bolchi, 2008

Daher wäre eine Modifikation von Sembolonis Modell an diesem Punkt von Interesse. Auch eine Berücksichtigung von Verdrängung, etwa im Sinne der im Modell für einen doppelten Invasions-Sukzessions-Prozess dargestellten Toleranzen gegenüber den Pionieren und Gentrifiern, oder eine (verzögerte) Anpassung der Mieten im Verhältnis zur Nachbarschaft (die etwa dem deutschen System eines Mietspiegels entsprechen würde) wären denkbar. So ließen sich die Konsequenzen unterschiedlicher Annahmen über die Auswirkungen der Mittlerrolle von Pionieren und der Regulation von Preisen simulieren.

Letztlich lässt sich Friedrichs Frage,¹³⁵ ob ein solches Modell dazu geeignet sein könnte, die Widersprüche zwischen den Annahmen des doppelten Invasions-Sukzessions-Zyklus und empirischen Beobachtungen zu klären (die Grundlage für den gewählten Ansatz war), mittels der dargestellten Ergebnisse nicht beantworten.

Auf diese Frage gibt es keine Antwort, es sei denn, es findet sich ein geeignetes Modell, da es eine Vielzahl an möglichen Ansätzen gäbe, ein Tipping-Modell für diesen Zyklus zu entwerfen. Um zu beantworten, ob der hier entwickelte Ansatz dies leisten könnte, wäre es – wie bereits diskutiert – nötig, die Annahmen des Modells auf empirische Grundlagen zu stellen und die Ergebnisse mit einem empirischen Verlauf zu vergleichen.

135 s. Kapitel 2.2.4, S.13 bzw. Friedrichs, 1996, S. 24

6 Zusammenfassung

Insofern sich die Sätze der Mathematik auf die Wirklichkeit beziehen, sind sie nicht sicher, und insofern sie sicher sind, beziehen sie sich nicht auf die Wirklichkeit.

Einstein, 1921, S.3-4

Simulation

Mikrosimulationsmodelle haben sich seit den 1990er Jahren zunehmend zur führenden Methode in den Sozialwissenschaften entwickelt. Sie bieten, im Gegensatz zu den traditionellen Verfahren, die Möglichkeit, Rückkopplungen innerhalb und zwischen verschiedenen Ebenen abzubilden. Dadurch zeigen sie bestimmte Eigenschaften – meist keine stabilen Gleichgewichte – allenfalls eine Strukturbildung in Form von Selbstorganisation. Diese Strukturen können jedoch jederzeit brechen und damit zu neuen Strukturen führen.

Damit sind die Möglichkeiten und Grenzen solcher Modelle andere als die traditioneller Simulations- oder Prognoseverfahren. Eine ihrer Stärken liegt neben dieser neuen Qualität auch darin, dass bisherige Ansätze integriert werden können.

Die Anwendung der Methodik auf sozial-räumliche Prozesse ist (wie die Methode selbst) relativ neu. Die Frage nach den Möglichkeiten und Grenzen solcher Modelle im Zusammenhang mit der Untersuchung sozial-räumlicher Prozesse sollte auf Grundlage von Simulationsmodellen für Gentrification untersucht werden.

Gentrification

Die Debatte über Gentrification dauert bereits über 40 Jahre an. Einerseits wurden Phasenmodelle, die einen Prozessablauf beschreiben sollen, entwickelt und im Laufe der Zeit anhand neuerer Entwicklungen überarbeitet. Andererseits sind die entwickelten Theorien, die den Prozess erklären, von einer Spaltung in Nachfrage- und Angebotsorientierung geprägt.

Die Phasenmodelle, aber auch die Nachfragemodelle, betrachten meist nicht nur die ursprüngliche Bevölkerung und jene, die letztlich das gentrifizierte Gebiet bewohnen

(Gentrifier), sondern auch eine Gruppe, die vor den Gentrifiern in das Gebiet eindringt (Pioniere), es attraktiver macht und damit zwischen diesen Gruppen vermittelt.

Die Angebotsmodelle erklären Gentrification aus der Kapitalverwertung. Am Anfang steht ein sich selbst verstärkender Prozess zunehmenden Stadtverfalls in innerstädtischen Wohnquartieren, da eine Investition in Erhaltung keine, anderen Investitionsmöglichkeiten entsprechende, Rendite erzielt. Ab einer gewissen Differenz zwischen den, durch den Gebäudezustand und die dadurch ausgelösten Nachbarschaftseffekte erklärten, Erträgen für den Grundbesitz und potentiell höheren bei Erneuerung und optimaler Nutzung (Rent-Gap) kommt es zur Re-Investition und damit Gentrification.

Die Nachfragemodelle beruhen auf der Annahme von Konsumentensouveränität und freier Preisbildung auf Grundlage eines individuellen Nutzens. Dabei werden – aufgrund innerhalb dieser Annahmen nicht erklärbarer explizit zu benennender Einflüsse, wie einer Transformation der ökonomischen Basis einer Stadt – Innenstadt-nahe Wohnquartiere von Einkommens-starken Haushalten zunehmend nachgefragt. Dies macht Sanierungstätigkeit attraktiv und führt in Kombination mit steigenden Preisen zu Gentrification.

Die langjährigen Debatten zwischen den Proponenten der beiden Positionen sind zwar mittlerweile weitgehend zugunsten eines Konsenses, nämlich, dass eine Integration beider Seiten wünschenswert wäre, beendet. Eine konsistente Theorie, die dies umsetzt, hat sich bisher jedoch nicht etabliert.

Gentrification-Simulation

Die Versuche, Gentrification mittels Mikro-Modellen zu simulieren, stehen erst am Anfang, auch wenn dies manche Autoren (was ihre eigenen Modelle betrifft) anders bewerten. Oftmals scheinen die gewählten Ansätze nicht an einer möglichst einfachen und klaren Darstellung grundlegender Dynamik, sondern an möglichst umfassender Berücksichtigung möglicher Aspekte und/oder der Möglichkeit, einen gewissen Verlauf zu erzeugen, orientiert.

Anhand des aktuellen Stands der Entwicklungen scheint es nicht möglich, Prognosen – auch nur in einem qualitativen Sinne – zu erstellen. Es lassen sich jedoch in gewissem Maße Schlussfolgerungen über die Möglichkeiten von Angebots- und Nachfragemodellen beziehungsweise deren Kombination ziehen – auch wenn dies meist von Seiten der Autoren nicht erfolgt.

Ansätze

Die Aufteilung der, in den diskutierten Modellen gewählten, Ansätze entspricht in etwa der Spaltung in Nachfrage- und Angebotsmodelle. Nur eines der Modelle (Semboloni) versucht wirklich, beide Seiten zu vereinen.

Die Konzepte, Nachfrage zu formalisieren, beruhen meist auf Präferenzen (für gewisse Lagen, Qualitäten des Objekts etc.) und Toleranzen gegenüber einem unterschiedlichen Status der Nachbarschaft (im Anteil der eigenen Gruppe, Einkommen, Qualität der Immobilien, etc.). Die Besetzung erfolgt dann zufällig über Reihenfolgen oder einen Bietermarkt. Für Standortwahl und Bewertung werden manchmal ähnliche Nachfrager als Vergleich herangezogen. Daneben werden Nachfrageveränderungen in der Form externer Parameter oder demographischer Übergänge simuliert.

Die Angebotsmodelle versuchen, eine Rent-Gap abzubilden, indem der Zustand des Gebäudes und die Differenz zu einer Nachbarschaft (bei Gebäudezustand und/oder Einkommen der Bewohner) bewertet werden. Dabei sind die simulierten Akteure, die auf diese reagieren, von Bedeutung. Meist werden zwei verschiedene Akteure (Private und Entwickler) unterschieden, die unter jeweils anderen Voraussetzungen sanieren, aber aufeinander reagieren, da sie beide den Zustand des Modells wahrnehmen und beeinflussen.

Die Stärke der Nachfragemodelle liegt in der Möglichkeit, Invasion und damit die Frage, wie der Prozess angestoßen wird, besser darstellen zu können. Allerdings gelingt es keinem der ausschließlich Nachfrage-orientierten Modelle, einen Zyklus, der zuerst von Verfall und dann von Erneuerung geprägt ist, zu simulieren. Hier fehlt die Verzögerung und auch die Rückkopplung, die zu zyklischem Verhalten führt.

Verdrängung

Verdrängung lässt sich sowohl Angebots- als auch Nachfrage-seitig modellieren, so etwa über die Nachfrage auf der Grundlage von Marktmodellen oder der Annahme von Toleranzen (die eine indirekte Darstellung für von – aufgrund einer höheren Zahlungsbereitschaft für die Nachbarschaft – steigenden Preisen ausgelöste Verdrängung sein kann). Die (von Diappi und Bolchi¹³⁶ getroffene) Annahme, Preise wären Ausdruck für den Gebäudezustand und daher würden Personen mit geringen Einkommen aus sanierten Gebäuden verdrängt, berücksichtigt ausschließlich die Angebotsseite.

136 s. Kapitel 4.5, S. 62 bzw. Diappi, Bolchi, 2005, Diappi, Bolchi, 2006 und Diappi, Bolchi, 2008

Auf Grundlage der Frage von Friedrichs¹³⁷, ob Tipping-Modelle geeignet sein könnten, ein Phasenmodell für Gentrification darzustellen und damit Widersprüche zwischen den Modellen und empirischen Beobachtungen zu klären, wurde ein Simulationsmodell für einen doppelten Invasions-Sukzessions-Zyklus entwickelt.

Das Modell verwendet (ähnlich dem Segregationsmodell von Schelling) Toleranzschwellen für einen Tipping-Prozess. Dieser ist ein Prozess jenseits eines Gleichgewichtszustands. Um dies abzubilden, ist die Struktur des Simulationsmodells ähnlich einem Sandpile Automaten. Damit zeigt es klar die Eigenschaften der Self-Organized Criticality.

Dadurch ist das Modell imstande, den angenommenen Verlauf eines Invasion-Sukzessions-Zyklus relativ gut nachzubilden. Diese Annahmen über die Struktur des Prozesses scheinen daher dazu geeignet, ein ähnliches Systemverhalten zu erzeugen.

Daher wäre es von Interesse, diesen Ansatz weiterzuentwickeln. Einerseits wäre der Versuch, das Modell auf empirische Grundlagen zu stellen, nötig, um es als mehr als ein Planspiel beziehungsweise Konzept zu sehen. Daneben wäre es von Interesse, die Ansätze, die die Mittlerrolle von Pionieren abbilden und Self-Organized Criticality (auf der Ebene von nachfrage-seitigen Nachbarschaftseffekten) anwenden, mit einem Rent-Gap basierenden Angebotsmodell zu kombinieren.

Möglichkeiten

In Summe lässt sich durchaus ein gewisser Nutzen erkennen, was die grundlegendste Möglichkeit von Simulationsmodellen – nämlich die Prüfung von theoretischen Annahmen auf ihre Konsistenz und emergenten Effekte – betrifft. Werden auf Grundlage dieser Modelle die Konsequenzen wesentlicher Annahmen dargestellt, ergeben sich auch didaktische Möglichkeiten. So sind gerade die einfacheren Modelle imstande, etwa die Konzepte der Rent-Gap oder von Sukzession relativ klar zu vermitteln.

Ein nächster Schritt, der bisher nicht vollzogen wurde, wäre, auf der Basis solcher Modelle Varianten darzustellen, die geeignet sein könnten, verschiedene Formen der Regulation des Immobilienmarkts abzubilden. Dadurch ließe sich erkunden, wie verschiedene Annahmen über deren Auswirkungen auf einzelne Akteure eine simulierte Gentrification-Dynamik verändern.

Die oftmals erwünschte darüber hinaus gehende Prognostik wäre ein letzter Schritt in der Entwicklung solcher Modelle. Ob diese (auch nur im Sinne einer eher qualitativen Aussage

¹³⁷ s. Kapitel 2.2.4, S. 13 bzw. Friedrichs, 1996, S. 24

darüber, wie wahrscheinlich eine Entwicklungstendenz in einem Quartier ist) auf der Grundlage von Mikro-Modellen, die sich abseits von Gleichgewichtszuständen bewegen, grundsätzlich möglich ist, erscheint fraglich. Dazu müssten die Annahmen, die in solche Modelle einfließen, die Dynamik und ihre Ergebnisse hinreichend empirisch abgesichert sein. Das scheint aufgrund der Komplexität der Frage jedoch kaum möglich.

Schlussfolgerungen

In Summe zeigt sich anhand der momentanen Grenzen und Möglichkeiten der Gentrification-Simulationsmodelle, wie weit die Anwendung von Mikrosimulationsmodellen auf sozial-räumliche Fragestellungen fortgeschritten ist.

Die Entwicklung von Modellen – und damit auch ihre Möglichkeiten – stehen erst relativ am Anfang. Auch das vorgestellte eigene Modell steht in dieser Tradition. Es haben sich noch kaum Paradigmen, innerhalb derer gewisse Muster und Zusammenhänge modelliert werden können, etabliert. Wenn, dann eignen sich die aktuellen Ansätze nur dazu, diese zu erforschen und die zugrunde liegenden Annahmen auf ihre dynamischen Auswirkungen zu testen.

Manchen Autoren sehen darüber hinausgehende Möglichkeiten, Erklärungen oder gar Prognosen liefern zu können. Dies scheint aber in einem gewissen Widerspruch zu den notwendigen Voraussetzungen, diese mittels Mikrosimulationsverfahren zu erreichen, und auch zu den allgemeinen Möglichkeiten und Grenzen des Verfahrens zu stehen. Mikrosimulationsverfahren sind aufgrund der spezifischen Eigenschaften der Modelle in dieser Hinsicht sehr beschränkt.

Die neuere Planungstheorie sieht – wie anfangs erwähnt – nur noch inkrementelle, kommunikative und zuletzt zunehmend kooperative Handlungsmöglichkeiten. Sind Modelle nur dazu imstande, Theorien in sich zu prüfen und damit einen explorativen und didaktischen Zweck zu erfüllen, so können sie in diesem Zusammenhang von Nutzen sein, aber die Handlungsmöglichkeiten nicht erweitern.

Sollte es jedoch, wie etwa von zahlreichen Autoren der vorgestellten Simulationsmodelle angedacht, gelingen, Regulationsansätze und deren Auswirkungen auf den Gentrification-Prozess darzustellen, so wäre dadurch bereits ein Schritt über ein rein kommunikatives Handeln hinaus möglich. Dadurch ließen sich die Möglichkeiten, durch die Veränderung von Spielregeln sowie durch Interventionen gewisse strategische Ziele eher zu erreichen, ausloten.

Die Aussagen, die mittels der Modelle möglich scheinen, sind zwar letztlich eher qualitative über Entwicklungstendenzen. Da sie aber im Gegensatz zu traditionellen Simulationsverfahren die Struktur von Prozessen explizit abbilden, könnten sie dazu geeignet sein, zu lernen, wie die Rahmenbedingungen für Entwicklungs- und Aushandlungsprozesse diese beeinflussen.

7 Anhang

7.1 Programmcode des Invasions-Sukzessions-Automaten

```
globals [
  colors
  color-names
  percent-colors

  tolerances
  shares

  n-replaced-list
  n-replaced

  cascade-count
  cascade-list
  c-patches
]

patches-own [
  col
  happy?
  colors-nearby
]

to setup
  clear-all
  random-seed 137

  ;;init globals
  set cascade-list []
  set cascade-count 0
  set n-replaced-list (list)
  set c-patches count patches

  set colors [ red blue ]
  set color-names [ "red" "blue" ]
  set percent-colors [0 0]
  set-tolerances
  set-initial-shares

  ;;init patches
  ask patches
  [ set-color draw-color ]
  ask patches
  [ update-patch ]
  update-globals
  do-plots
  set-shares
end
```

```

to go
  ;;react on changing parameters even during model run
  set-tolerances
  set-shares

  ;;if only blues left then stop
  if all? patches [pcolor = last colors] [ stop ]

  ;;replace one color with any happy color (can be the same)
  ask one-of patches
    [ replace-with-happy ]

  ;;cascade the effects of this change
  cascade

  ;;update
  update-globals
  do-plots
  tick
end

to set-color [c]
  set pcolor item c colors
  set col c
end

to set-tolerances
  set tolerances (list (list 1 (red-blue-tolerance / 100))
                      (list (blue-red-tolerance / 100) 1))
end

to set-initial-shares
  set shares (list ( initial-share-red / 100 ) ((100 - initial-share-red) / 100))
end

to set-shares
  set shares (list ( share-red / 100 ) ((100 - share-red) / 100))
end

to-report draw-color
  let number random-float 1
  let break 0
  let c -1
  while [number >= break]
  [
    set c c + 1
    set break break + item c shares
  ]
  report c
end

to replace-with-happy
  set happy? false
  while [ not happy? ]
  [
    set-color draw-color
    update-happy
  ]
  update-neighbors
end

to cascade
  set cascade-count 0
  while [ any? patches with [ not happy? ]]
  [
    ask one-of patches with [ not happy? ]
    [
      replace-with-happy
      update-neighbors
      set cascade-count cascade-count + 1
    ]
  ]
end

to update-neighbors
  ask neighbors
  [ update-patch ]
end

```

```

to update-happy
  let counter 0

  let c length colors
  while [c > 0]
  [
    set c c - 1
    let tolerance item c item col tolerances

    if tolerance = 0
      [ set tolerance 0.00001 ]

    if tolerance < 1
      [ set counter counter + ( item c colors-nearby ) / tolerance ]
  ]
  set happy? counter <= 8
end

to update-patch
  set colors-nearby []
  let c length colors
  while [c > 0]
  [
    set c c - 1
    set colors-nearby fput count (neighbors)
                                with [pcolor = item c colors] colors-nearby
  ]
  update-happy
end

to update-globals
  let c length colors
  set percent-colors []
  while [c > 0]
  [
    set c c - 1
    set percent-colors fput ((count patches with [pcolor = item c colors] * 100)
                           / c-patches) percent-colors
  ]
end

to do-log-plot
  set-current-plot "Log Replaced"
  ;; Check to see if we have anything to plot this turn
  if cascade-count > 0 [

    ;; clear the old line
    plot-pen-reset

    ;; put the current count on the list of all counts
    set cascade-list fput cascade-count cascade-list

    ;; create a list of -1's as long as size of the greatest cascade
    let log-histogram n-values (max cascade-list + 1) [-1]

    ;; foreach element of the list calculate the frequency with which it occurred
    foreach cascade-list [
      let old-value item ?1 log-histogram
      if old-value = -1 [
        set old-value 0
      ]
      set log-histogram replace-item ?1 log-histogram (old-value + 1)
    ]

    ;; take the log of that frequency
    set log-histogram map [safe-log ?] log-histogram

    ;; now determine the log of that value and plot the relationship
    let counter 1
    foreach log-histogram [
      if (?1 >= 0) [
        plotxy (log (counter - 1) 10) ?1
      ]
      set counter counter + 1
    ]
  ]
end

```

```

to do-plots set-current-plot "Percentages"

  let c length colors
  while [c > 0]
  [
    set c c - 1
    set-current-plot-pen item c color-names
    plot item c percent-colors
  ]

  set-current-plot "Number Replaced"
  plot cascade-count

  do-log-plot
end

to-report safe-log [input]
  ifelse input = -1
  [ report -1 ]
  [ report log input 10 ]
end

```

7.2 Programmcode des doppelten Invasions-Sukzessions-Automaten

```

;array extensions - used for optimization
extensions [array]

;-globals-----
globals [
  ;constants
  colors          ;array of color-values of colors
  color-names     ;array of names of colors
  n-colors        ;number of colors
  c-patches       ;total number of patches
  fname           ;filename prefix for run

  ;updated globals
  tolerances      ;array of tolerances
  shares          ;array of shares of colors for new fields
  percent-colors  ;list of shares of colors

  ;cascade data
  cascade-count   ;cascade count - to detect deadlock situations
  cascade-list    ;list of cascade-counts

  ;data for analysis in behavior-space
  max-yellow      ;maximum share of yellow in run
  ticks-on-95     ;number of ticks till 95% are of the last group
  ticks-on-90     ;number of ticks till 90% are of the last group
]

patches-own [
  col             ;patch color
  happy?          ;is patch happy with it's neighbors?
  colors-nearby   ;list of neighbors by color
]

```

```

;-setup-----
to setup
  clear-all

  ;set a constant random seed for similar results
  random-seed 137

  ;init globals
  set cascade-list []
  set cascade-count 0
  set c-patches count patches

  ;init colors
  set colors array:from-list [ red yellow blue ]
  set color-names array:from-list [ "red" "yellow" "blue" ]
  set percent-colors array:from-list [0 0 0]
  set n-colors array:length colors

  ;init data
  set max-yellow 0
  set ticks-on-95 0
  set ticks-on-90 0

  ;init tolerances and initial-shares
  set-tolerances
  set-initial-shares

  ;init patches
  ask patches
    [ set-color draw-color ]

  ;update patches and thus change unhappy patches
  ask patches
    [ update-patch ]

  ;init globals and plots
  update-globals
  do-plots

  ;set runtime-shares
  set-shares

  ;set filename-prefix
  set-fname
end

;initialize the tolerance array
to set-tolerances
  set tolerances (list array:from-list (list 1 (red-yellow-tolerance / 100) (red-blue-tolerance / 100))
array:from-list(list (yellow-red-tolerance / 100) 1 (yellow-blue-tolerance / 100)) array:from-list(list
(blue-red-tolerance / 100) (blue-yellow-tolerance / 100) 1))
  set tolerances array:from-list tolerances
end

;initialize the share array from initial shares
to set-initial-shares
  if ( initial-share-red + initial-share-yellow ) > 100
    [ set initial-share-yellow 100 - initial-share-red ]

  set shares (list ( initial-share-red / 100 ) ( initial-share-yellow / 100 ) ((100 - initial-share-red -
initial-share-yellow) / 100))
  set shares array:from-list shares
end

;initialize the share array from runtime replacement shares
to set-shares
  if ( share-red + share-yellow ) > 100
    [ set share-yellow 100 - share-red ]
  set shares (list ( share-red / 100 ) ( share-yellow / 100 ) ((100 - share-red - initial-share-yellow) /
100))
  set shares array:from-list shares
end

```

```

;-run-----
to go
  ;react on changing parameters during model run (if update is set)
  if update-tolerances
  [
    set-tolerances
    set-shares
  ]

  ;update analytical data
  update-analytical-data

  ;if only items of the last color left or more than cascade limit then stop
  if item (n-colors - 1) percent-colors = 100 or cascade-limit?
  [
    save-data
    stop
  ]

  ;replace one color with any happy color (can be the same)
  ask one-of patches
  [ replace-with-happy ]

  ;cascade the effects of this change
  cascade

  ;update globals and plots
  update-globals
  if update-plots
  [ do-plots ]
  tick
end

;replaces the color of a patch with a happy one if possible else with any color
to replace-with-happy
  let happy-colors [] ;list of colors that would be happy on patch
  let n-happy-colors 0 ;number of colors that would be happy on patch
  let c_color -1 ;happy color to change the color of the patch to

  ;iterate over all colors
  let c n-colors
  while [c > 0]
  [
    set c c - 1

    ;see if color would be happy o patch
    let happy get-happy c

    ;if it is happy increment counter and set color to change to to this color
    if happy
    [
      set n-happy-colors n-happy-colors + 1
      set c_color c
    ]
    ;add happy status to the list
    set happy-colors fput happy happy-colors
  ]

  ;if there something else than only one color happy draw one
  if n-happy-colors != 1
  [
    ;draw a color
    set c_color draw-color

    ;if there is more than one happy color see if it happy
    if n-happy-colors > 1
    [
      ;draw until a happy color is found
      while [ ( not item c_color happy-colors)]
      [ set c_color draw-color ]
    ]
  ]

  ;set color to the drawn color and update state of the neighborhood
  set-color c_color
  set happy? true
  update-neighbors
end

```

```

;calculates if the patch is happy with its neighbors for its color
to update-happy
  set happy? (get-happy col)
end

;calculates if the patch is happy with its neighbors for a given color
to-report get-happy [for_col]
  let counter 0 ;aggregated intolerance value

  ;iterate over colors
  let c n-colors
  while [c > 0]
  [
    set c c - 1

    ;get tolerance for current color
    let tolerance array:item (array:item tolerances for_col) c

    ;if tolerance is 0 then set to something very small greater than 0 to avoid division by 0
    if tolerance = 0
      [ set tolerance 0.00001 ]

    ;if tolerance is 1 then neighbors of this color are not counted
    if tolerance < 1
      [ set counter counter + ( item c colors-nearby ) / tolerance ]
  ]

  ;cell is happy if aggregated intolerance value is below the number of neighbors
  report counter <= 8
end

;sets a patch color to a color
to set-color [c]
  ;update patch draw color
  set pcolor array:item colors c
  ;update patch color property
  set col c
end

;draws a color following the shares given as a global parameter
to-report draw-color
  let break 0 ;aggregated upper bound of current color
  let c -1 ;chosen color

  ;draw random number between 0 and 1
  let number random-float 1

  ;iterate until the drawn number is smaller then the colors upper bounds in aggregated shares
  while [number >= break]
  [
    ;increment number
    set c c + 1
    ;aggregate shares
    set break break + array:item shares c
  ]
  report c
end

;updates a cells neighbors status
to update-neighbors
  ask neighbors
  [ update-patch ]
end

;updates a cells status
to update-patch
  set colors-nearby [] ;number of neighbors by color

  ;iterate over colors and count the neighbors
  let c n-colors
  while [c > 0]
  [
    set c c - 1
    set colors-nearby fput count (neighbors) with [pcolor = array:item colors c] colors-nearby
  ]
  ;update happy status
  update-happy
end

```

```

;cascade over the effects of a change
to cascade
  set cascade-count 0

  ;run until all patches are happy (cascade limit asked to avoid deadlocks)
  while [ any? patches with [ not happy? ] and not cascade-limit?]
  [
    ;change an unhappy patch
    ask one-of patches with [ not happy? ]
    [
      ;replace with happy color
      replace-with-happy

      ;updates cell's neighbors
      update-neighbors

      ;increment cascade-count
      set cascade-count cascade-count + 1
    ]
  ]
end

;reports if cascade limit is reached
to-report cascade-limit?
  ;cascade limit is set to ten times the number of cells in a field
  report cascade-count > c-patches * 10
end

;update global runtime variables
to update-globals
  set percent-colors []

  ;iterate over colors
  let c n-colors
  while [c > 0]
  [
    set c c - 1
    ;set share of color
    set percent-colors fput ((count patches with [pcolor = array:item colors c] * 100) / c-patches) percent-
    colors
  ]
end

;-output-----

;update analytical data for behavior-space
to update-analytical-data
  ;update tick-shares
  if ticks-on-95 = 0 and item (n-colors - 1) percent-colors >= 95
  [ set ticks-on-95 ticks ]
  if ticks-on-90 = 0 and item (n-colors - 1) percent-colors >= 90
  [ set ticks-on-90 ticks ]

  ;update max-yellow
  let now-yellow item 1 percent-colors
  if now-yellow > max-yellow
  [ set max-yellow now-yellow ]
end

```

```

;do the log plot of cascades
to do-log-plot
  set-current-plot "Log Replaced"
  ;; Check to see if we have anything to plot this turn
  if cascade-count > 0 [

    ;; clear the old line
    plot-pen-reset

    ;; put the current count on the list of all counts
    set cascade-list fput cascade-count cascade-list

    ;; create a list of -1's as long as size of the greatest cascade
    let log-histogram n-values (max cascade-list + 1) [-1]

    ;; foreach element of the list calculate the frequency with which it occurred
    foreach cascade-list [
      let old-value item ?1 log-histogram
      if old-value = -1 [
        set old-value 0
      ]
      set log-histogram replace-item ?1 log-histogram (old-value + 1)
    ]

    ;; take the log of that frequency
    set log-histogram map [safe-log ?] log-histogram

    ;; now determine the log of that value and plot the relationship
    let counter 1
    foreach log-histogram [
      if (?1 >= 0) [
        plotxy (log (counter - 1) 10) ?1
      ]
      set counter counter + 1
    ]
  ]
end

to-report safe-log [input]
  ifelse input = -1
  [ report -1 ]
  [ report log input 10 ]
end

;update plots
to do-plots

  ;update color-share plot
  set-current-plot "Percentages"
  let c n-colors
  while [c > 0]
  [
    set c c - 1
    set-current-plot-pen array:item color-names c
    plot item c percent-colors
  ]

  ;update cascade plot
  set-current-plot "Number Replaced"
  plot cascade-count

  ;update log cascades plot
  do-log-plot

  ;export current view on set interval
  if export-views
  [
    if ticks mod export-views-interval = 0
    [
      export-view (word fname "world_" ticks ".png")
    ]
  ]
end

```

```

;save run data
to save-data
  if export-views
  [
    export-interface (word fname "view" ".png")
    export-all-plots (word fname "data" ".csv")
  ]
end

;set run filename prefix
to set-fname
  set-initial-shares
  set fname "I"
  foreach array:to-list shares
  [ set fname (word fname ? "_") ]

  set-shares
  set fname (word fname "S")
  foreach array:to-list shares
  [ set fname (word fname ? "_") ]

  let c 0
  set fname (word fname "T")
  foreach array:to-list tolerances
  [ set fname (word fname array:item color-names c "_")
    foreach array:to-list ?
    [ set fname (word fname ? "_") ]
    set c c + 1
  ]
end

```

7.3 Lizenzhinweise

Die Funktion zum Erstellen des logarithmischen Plots verwendet Code von Uri Wilensky, daher ist folgender Hinweis nötig:

*** NetLogo 4.1RC5 Model Copyright Notice ***

This model was created as part of the project: CONNECTED MATHEMATICS: MAKING SENSE OF COMPLEX PHENOMENA THROUGH BUILDING OBJECT-BASED PARALLEL MODELS (OBPML). The project gratefully acknowledges the support of the National Science Foundation (Applications of Advanced Technologies Program) -- grant numbers RED #9552950 and REC #9632612.

Copyright 1997 by Uri Wilensky. All rights reserved.

Permission to use, modify or redistribute this model is hereby granted, provided that both of the following requirements are followed:

- a) this copyright notice is included.
- b) this model will not be redistributed for profit without permission from Uri Wilensky.

Contact Uri Wilensky for appropriate licenses for redistribution for profit.

This model was converted to NetLogo as part of the projects: PARTICIPATORY SIMULATIONS: NETWORK-BASED DESIGN FOR SYSTEMS LEARNING IN CLASSROOMS and/or INTEGRATED SIMULATION AND MODELING ENVIRONMENT. The project gratefully acknowledges the support of the National Science Foundation (REPP & ROLE programs) -- grant numbers REC #9814682 and REC-0126227. Converted from StarLogoT to NetLogo, 2001.

8 Literatur

Alonso, William, 1964:

Location and land use. Harvard University Press, Cambridge

Bak, Per, Chen, Kan, Creutz, Michael, 1989:

Self-organized criticality in the "Game of Life". Nature 342: S. 780-782

Bak, Per, Tang, Caho, Wiesenfeld, Kurt, 1988:

Self-organized criticality. Physical Review A 38(1): S. 364-374

Batty, Michael, Longley, Paul, 1994:

Fractal Cities. Academic Press, London

Bell, Daniel, 1973:

The Coming of the Postindustrial Society. Basic Books, New York

Berry, Brian J.L., 1980:

Inner City Futures: An American Dilemma Revisited. Transactions of the Institute of British Geographers - New Series 5: S. 1-28

Berry, Brian J.L., 1985:

Islands of Renewal in Seas of Decay. S. S. 69-96 in: Peterson, Paul E.: The New Urban Reality. The Brookings Institution, Washington DC

Blasius, Jörg, 1993:

Gentrification und Lebensstile. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden

Blasius, Jörg, 2004:

Gentrification und die Verdrängung der Wohnbevölkerung. S. 21-45 in: Kecskes, Robert, Wagner, Michael und Wolf, Christian: Angewandte Soziologie. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden

Burgess, Ernest Watson, Park, Robert Ezra, McKenzie Roderick Duncan, 1925:

The City. University of Chicago Press, Chicago

Clauset, Aron, Shalizi, Cosma Rohilla, Newman Mark E. J., 2009:

Power-law distributions in empirical data. SIAM Review 51(4): S. 661-703

Clay, Phillip L., 1979:

Neighborhood Renewal. Middle-class Resettlement and Incumbent Upgrading in American Neighborhoods. Lexington Books, Lexington

Cooke, Philip, 1990:

Modern urban theory in question. Transactions, Institute of British Geographers 15: 3, S. 331-343

Dangschat, Jens S., 1988:

Gentrification: der Wandel innnenstadtnaher Wohnviertel. S. S. 272-292 in: Friedrichs, Jürgen: Soziologische Stadtforschung, Sonderheft 29 der der Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie.

Dangschat, Jens S., 1991:

Gentrification - Indikator und Folge globaler ökonomischer Umgestaltungen, des Sozialen Wandels, politischer Handlungen und von Verschiebungen auf dem Wohnungsmarkt in innenstadtnahen Wohngebieten. unveröffentlichte Habilitationsschrift, Hamburg

Diappi, Lidia, Bolchi, Paola, 2005:

Investments, Rent Fluctuations and Gentrification Waves in the Inner-City: an Interpretative Multi-Agent Model. Paper, CUPUM 2005, London

Diappi, Lidia, Bolchi, Paola, 2006:

Gentrification Waves in the Inner-City of Milan: A multi agent/cellular automata model based on Smith's Rent Gap theory. S. 187-201 in: van Leeuwen, Jo P., Timmermans, Harry J.P.: Innovations in Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning. Springer

Diappi, Lidia, Bolchi, Paola, 2008:

Smith's rent gap theory and local real estate dynamics: A multi-agent model . Computers, Environment and Urban Systems 32: S. 6-18

Einstein, Albert, 1921:

Geometrie und Erfahrung - erweiterte Fassung des Festvortrages gehalten an der Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 27. Januar 1921. Springer, Berlin,
http://www.archive.org/stream/geometrieunderf00einsgoog/geometrieunderf00einsgoog_djvu.txt

Engel, Andreas, Möhring, Michael, 1995:

Der Beitrag der sozialwissenschaftlichen Informatik zur sozialwissenschaftlichen Modellbildung. in: Gsänger, Matthias, Klawitter, Jörg: Modellbildung und Simulation in den Sozialwissenschaften. Röll Verlag, Dettelbach

Epstein, Joshua M., Axtell Robert, 1996:

Growing Artificial Societies - Social Science from the Bottom Up. The Brookings Institution, Washington D.C.

Florida, Richard, 2003:

The Rise of the Creative Class. Basic Books, New York

Forrester, Jay Wright, 1971:

World dynamics. Wright-Allen Press, Cambridge MA

Friedrichs, Jürgen, 1996:

Gentrification: Forschungsgegenstand und methodologische Probleme. S. 13-41 in: Friedrichs, Jürgen und Kecskes, Robert: *Gentrification - Theorie und Forschungsergebnisse.* Leske + Budrich, Opladen

Friedrichs, Jürgen, 2000:

Gentrification. S. 57-66 in: Häußermann, Hartmut: *Großstadt - Soziologische Stichworte.* Leske + Budrich, Opladen

Gardner, Martin, 1970:

The fantastic combinations of John Conway's new solitaire game "life". Scientific American 223: S. 120-123

Gilbert, Nigel, Troitzsch, Klaus G., 2005:

Simulation for the Social Scientist. Upen University Press, Maidenhead

Glass, Ruth, 1964:

Introduction. S. XII-XVII in: Center for Urban Studies: *London: Aspects of Change.* MacGibbon & Kee, London

Haken, Hermann, 1977:

Synergetics - An Introduction: Nonequilibrium Phase Transitions and Self-Organization in Physics, Chemistry and Biology. Springer, Berlin

Hamnett, Chris, 1991:

The Blind Man and the Elephant: The Explanation of Gentrification. S. 30-51 in: van Weesep, Jan und Musters, Sako: *Urban Housing for the Better-Off: Gentrification in Europe.* Stedelijke Netwerken, Utrecht

Hamnett, Chris, 2003:

Unequal City - London in the Global Arena. Routledge, London

Hamnett, Chris, Randolph, Bill, 1986:

Tenurial transformation and the flat break up market in central London. S. S. 121-152 in: Smith, Neil, Williams, Peter: *Gentrification of the City.* Allen and Unwin, London

Harvey, David, 1973:

Social Justice and the City. Edward Arnold, London

Harvey, David, 1989:

The Condition of Postmodernity. Blackwell, Cambridge

Häussermann, Hartmut, Siebel, Walter, 2004:

Stadtsoziologie. Campus Verlag, Frankfurt/Main

Hoffmeyer-Zlotnik, Jürgen, 1976:

Der Prozess der Sukzession - Die Unterwanderung von Berlin-Kreuzberg; Dissertation - Universität Hamburg

Hoyt, Homer, 1933:

One Hundred Years of Land Values in Chicago. University of Chicago Press, Chicago

Jackson, Jeremy, Forest, Benjamin, Sengupta, Raja, 2008:

Agent-Based Simulation of Urban Residential Dynamics and Land Rent Change in a Gentrifying Area of Boston. Transactions in GIS 12(4): S. 475-491

Jungnickel, Erich, 1984:

Das Scheitern des sozialen Wohnungsbaus: Eine Ursachenanalyse; Diplomarbeit - Hochschule für Wirtschaft und Politik Hamburg

Lees, Loretta, 1998:

Book review: "*The new Urban Frontier and the revanchist city*" by Neil Smith and "*Gentrification and middle class*" by Tim Butler. Environment and Planning A 30-12: S. 2257-2260

Lees, Loretta, Slater, Tom, Wyly, Elvin, 2008:

Gentrification. Routledge, New York

Ley, David, 1978:

Inner city resurgence and its social context; paper presented at the annual conference of the Association of American Geographers

Ley, David, 1980:

Liberal Ideology and the Post-industrial City. Annals of the Association of American Geographers 70: S. 238-258

Ley, David, 1981:

Inner-city revitalization in Canada: A Vancouver case Study. The Canadian Geographer 25: S. 124-148

Ley, David, 1996:

The New Middle Class and the Remaking of the Central City. Oxford University Press, Oxford

Mandelbrot, Benoit B., 1983:

The Fractal Geometry of Nature. Rev. Ed., Freeman & Company, New York

Markusen Ann R., 1981:

City Spatial Structure, women's household work, and national urban policy. S. 20-41 in: Stimpson Catherine R., Dixler Elsa, Nelson Martha J., Yatrakis Kathryn B.: Women and the American City. University of Chicago Press, Chicago

McKenzie, Roderick Duncan, 1924:

The Ecological Approach to the Study of the Human Community. American Journal of Sociology 30-3: S. 287-301

Meadows, Dennis L., 1974:

Dynamics of growth in a finite world. Wright-Allen Press, Cambridge MA

Muth, Richard F., 1969:

Cities and housing: the spatial pattern of urban residential land use. University of Chicago Press, Chicago

O'Sullivan, David, 2000:

Graph-based Cellular Automaton Models of Urban Spatial Processes; Unpublizierte Dissertation - University College London, Barlett School of Architecture and Planning

O'Sullivan David, 2002:

Toward micro-scale spatial modelling of gentrification. Journal of Geographical Systems 4: S. 251-274

Portugali, Juval, 1999:

Self-organization and the city. Springer, Berlin

Riedl, Leopold, 1999:

Possible Cities - Simulation von Siedlungsentwicklung mittels zellularen Automaten. S. 323-330 in: Schrenk Manfred: Beiträge zum Symposium CORP99 - Computergestützte Raumplanung.

Rose, Demaris, 1984:

Rethinking gentrification: Beyond the uneven development of marxist urban theory. Environment and Planning D: Society and Space 1: S. 47-74

Sassen, Saskia, 2001:

The Global City - New York, London, Tokyo. Princeton Paperbacks, Princeton NJ

Schelling, Thomas C., 1978:

Micromotives and macrobehavior. W.W. Norton & Company, New York

Schnur, Olaf, 2008:

Quartiersforschung im Überblick. S. S. 19-51 in: Schnur, Olaf: Quartiersforschung - Zwischen Theorie und Praxis. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden

Seidl, Roman, 2009:

Unter Druck? Vom angeblich sanften Ende der „Insel auf der Insel“. *dérive* - Zeitschrift für Stadtforschung 36: S. 3f.

Selle, Klaus, 1996:

Was ist bloß mit der Planung los?. Informationskreis f. Raumplanung, Dortmund

Semboloni, Ferdinando, 2006:

The CityDev Project: An Interactive Multi-agent Urban Model on the Web. S. 155-163 in: Portugali, Juval: Complex Artificial Environments. Springer

Semboloni, Ferdinando, 2007:

Gentrification as an emerging phenomenon from a real estate market. Congress of the European Regional Science Association (47th Congress), PARIS - August 29th - September 2nd, 2007

Smith, Neil, 1986:

Gentrification, the Frontier and the Restructuring of Urban Space. S. 128-135 in: Nicolas R. Fyfe, Judith T. Kenny: Urban Geography Reader. Routledge

Smith, Neil, 1982:

Gentrification and uneven development. Economic Geography 58:2 S. 139-155

Smith, Neil, 1996:

The New Urban Frontier - Gentrification and the revanchist city. Routledge, Oxon

Smith, Neil, 2000:

Gentrification. S. 249-296 in: Johnson, R.J., Gregory, Derek, Pratt, Geraldine, Watts, Michael: The Dictionary of Human Geography. Blackwell, Oxford

Soja, Edward W., 1989:

Postmodern Geographies - The Reassertion of Space in Critical Social Theory. Verso, New York

Stiens, Gerhard, 1996:

Prognostik in der Geographie. Westermann, Braunschweig

Torrens, Paul, Nara, Atsushi, 2007:

Modeling gentrification dynamics: a hybrid approach. Computers, Environment and Urban Systems 31: S. 337-361

Troitzsch, Klaus G., 2000:

Computersimulationen in der Sozialwissenschaft. S. 181-203 in: Herz, Dieter, Blätte, Andreas: Simulation und Planspiel in den Sozialwissenschaften. Eine Bestandsaufnahme der internationalen Diskussion. Lit-Verlag, Münster

Urban Land Institute, 1976:

New Opportunities for Residential Development in Central Cities, Report No. 25. Washington, DC: Urban Land Institute

Weber, Karsten, 2007:

Simulationen in den Sozialwissenschaften. Journal for General Philosophy of Science 38: S. 111-126

Weidlich, Wolfgang, 1983:

Concepts and Models of a Quantitative Sociology. Springer, Berlin

Wilensky, Uri, 2006:

NetLogo Sandpile 3D model. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>

Wooldridge, Michael, Jennings, Nicolas R., 1995:

Intelligent Agents: Theory and Practice. Knowledge Engineering Review 10:2, S. 115-152

Wu, Fulong, 2003:

Simulating Temporal Fluctuations of Real Estate Development in a Cellular Automata City. Transactions in GIS 7(3): S. 193-210