

Ein mathematisches Modell der Stadtentwicklung unter Populationsdruck

Von der Fakultät Physik der Universität Stuttgart
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Naturwissenschaften
(Dr. rer. nat.)
genehmigte Abhandlung

vorgelegt von
Timm Sigg
geboren in Stuttgart

Hauptberichter: Prof. Dr. Dr. h.c. W. Weidlich
Mitberichter: Prof. Dr. A. Wunderlin
Tag der mündlichen Prüfung: 15. Juli 1996

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	7
1 Einleitung	8
2 Synergetische Vorgehensweise	11
2.1 Das Prinzip der Versklavung	11
2.2 Die Konfigurationsräume	12
2.3 Mastergleichung	14
2.4 Mittelwertgleichungen	15
2.5 Detaillierte Bilanz	16
2.6 Lineare Stabilitätsanalyse	18
3 Die Grundstruktur der Stadt	20
3.1 Die räumliche Grundstruktur	20
3.2 Drei unterschiedliche Darstellungsarten	22
4 Die geschlossene Stadt	26
4.1 Bebauung	26
4.2 Die Nutzenfunktion	27
4.2.1 Exogene Einflüsse	28
4.2.2 Endogene Einflüsse	28
4.3 Übergangsraten	30
4.3.1 Wahl der exogenen Nutzenfunktion	32

4.3.2	Wahl der endogenen Nutzenfunktion	36
4.4	Modifizierte Konstruktion der Übergangsraten	39
4.4.1	Wirtschaftlichkeit	39
4.4.2	Attraktivitätszentren	40
4.5	Die geschlossenen "Stadt-Gleichungen" in der Zusammenfassung	42
5	Erweiterung auf das offene Modell	44
5.1	Grundannahmen	45
5.2	Das Hinterland	45
5.3	Stadtspezifische (globale) Ankopplung	46
5.3.1	Population	46
5.3.2	Die Übergangsraten	47
5.3.3	Die City-Attraktivität	48
5.4	Blockspezifische (lokale) Ankopplung	49
6	Wahl der Kapazität C_i	51
6.1	Gauß-Verteilung	52
6.1.1	Populationsabhängigkeit	53
6.2	Pareto-Verteilung	55
6.2.1	Verteilung mit geeigneten Freiflächen - direkte Verteilung	58
6.2.2	Verteilung mit einheitlichen konstanten Freiflächen	60
6.2.3	Populationsabhängigkeit	65
6.3	Dynamisches Verhalten der Kapazität	68
6.4	Die offenen "Stadt-Gleichungen" in der Zusammenfassung	71
7	Analytische Folgerungen	72
7.1	Detaillierte Bilanz	73
7.1.1	"Stadt-System"	73
7.1.2	"Migrations-System"	75

7.1.3	Gesamtsystem	75
7.2	Stationäre Lösung im Fall zweier Blöcke	76
7.3	Stabilitätsuntersuchungen	80
7.3.1	“Stadt-System”	80
7.3.2	“Migrations-System”	82
8	Numerische Simulation	85
8.1	Geschlossenes Modell	86
8.1.1	Exogene Parameter	86
8.1.2	Endogene Parameter	87
8.2	Offenes Modell	91
8.2.1	Gauß-Verteilung	91
8.2.2	Direkte Pareto-Verteilung	91
8.2.3	Pareto-Verteilung mit gleich großen Freiflächen	92
8.2.4	Attraktivitätszentren	92
8.2.5	Wirtschaftlichkeit	93
8.2.6	Anfangsbedingungen	94
8.2.7	Gesamtheit aller Effekte	94
8.3	Population	107
9	Kritik und Grenzen	115
A	Die Transformationen $\mathcal{M} \rightarrow \mathcal{S}_{1/2}$ und $\mathcal{S}_{1/2} \rightarrow \mathcal{M}$	118
A.1	$\mathcal{M} \rightarrow \mathcal{S}_1$	118
A.2	$\mathcal{S}_1 \rightarrow \mathcal{M}$	120
A.3	$\mathcal{M} \rightarrow \mathcal{S}_2$	120
A.4	$\mathcal{S}_2 \rightarrow \mathcal{M}$	121
B	Symmetrieklassen in der detaillierten Bilanz	122
B.1	“Stadt-System”	122

B.2 "Migrations-System"	123
Abkürzungsverzeichnis	124
Literaturverzeichnis	128
Lebenslauf	130
Danksagung	131