

Arbeiten zur Rheinischen Landeskunde
Herausgegeben vom Geographischen Institut der Universität Bonn
ISSN 0373-7187

Heft 44

**Zur empirischen Überprüfbarkeit
der Theorie zentraler Orte**

Fallstudie Westerwald

von

Jürgen Deiters

1978

Bonn

Jürgen Deiters

**ZUR EMPIRISCHEN ÜBERPRÜFBARKEIT
DER THEORIE ZENTRALER ORTE**

Fallstudie Westerwald

ARBEITEN ZUR RHEINISCHEN LANDESKUNDE

ISSN 0373 – 7187

Herausgegeben von

H. Hahn W. Kuls W. Lauer P. W. Höllermann und W. Matzat

Schriftleitung: H.–J. Ruckert

Heft 44

Jürgen Deiters

Zur empirischen Überprüfbarkeit der Theorie zentraler Orte

Fallstudie Westerwald



1978

In Kommission bei
FERD. DÜMMLERS VERLAG · BONN
— Dümmlerbuch 7144 —

Zur empirischen Überprüfbarkeit der Theorie zentraler Orte

Fallstudie Westerwald

von

Jürgen Deiters

mit 51 Abbildungen, 26 Tabellen und einem Anhang



In Kommission bei
FERD. DÜMMLERS VERLAG · BONN
1978



Gedruckt mit Unterstützung des Landschaftsverbandes Rheinland

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3-427-71441-1

© 1978 Ferd. Dümlers Verlag, 53 Bonn 1
Herstellung: Richard Schwarzbald, Witterschlick b. Bonn

VORWORT

Die vorliegende Untersuchung, die zunächst als empirische Studie von Zentralitätserscheinungen im ländlichen Raum angelegt war, wuchs während der Bearbeitungszeit in eine allgemeinere, theoriebezogene Fragestellung hinein. Meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Wolfgang Kuls, verdanke ich die entscheidenden Anregungen für diese Dissertation, deren schrittweise Ausweitung er mit viel Verständnis und beratender Unterstützung verfolgt hat. Herr Professor Dr. Gerhard Aymans übernahm das Korreferat; ihm verdanke ich wertvolle Hinweise auf Verbesserungsmöglichkeiten des Manuskripts.

Das Interesse an Fragen der Theoriebildung und -überprüfung wurde wesentlich gefördert durch Herrn Professor Dr. Gerhard Hard und Herrn Professor Dr. Dietrich Bartels, mit dem ich drei Jahre lang an der Universität Karlsruhe zusammenarbeiten konnte. Schließlich verdanke ich Herrn Professor Dr. Helmut Hahn so manche praktische Hilfestellung in den früheren Stadien dieser Untersuchung.

Die umfangreichen Rechenarbeiten wären ohne die großzügige Bereitstellung von Rechenzeit und intensiver Beratung im Rechenzentrum an der Universität Bonn der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung mbH. Bonn (IBM 7090/1410, IBM 370/165) nicht durchzuführen gewesen. Für einzelne Arbeiten stand auch das Rechenzentrum der Universität Karlsruhe (Univac 1108) zur Verfügung.

Die im Herbst 1975 bei der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bonn eingereichte Fassung dieser Arbeit wurde für die Drucklegung teilweise überarbeitet. Dabei konnten einige neuere Untersuchungen berücksichtigt werden (u. a. H. Köck 1975, P. Bratzel 1977); andere, dem Verfasser wichtig erscheinende theoretische Studien (K. S. O. Beavon 1977, N. Alao et al. 1977) und empirische Untersuchungen (C. Borchardt et al. 1977) sowie die vielseitig anregenden "Beiträge zur Zentralitätsforschung" (München 1977) konnten - mit Ausnahme des dortigen Beitrags von K. Ganser - nicht mehr eingearbeitet werden, weshalb an dieser Stelle auf sie verwiesen sei.

Allen, die zum Zustandekommen dieser Arbeit beigetragen haben, gilt mein besonderer Dank: Herrn Peter Oelmann (Karlsruhe) für Entwurf und Einzelzeichnung zahlreicher Karten und Diagramme, Herrn Herbert R. Masthoff (Bitburg) für die englische Übersetzung der Kurzfassung, Frau Edith Schmidt (Trier) für die Anfertigung des Schreibmaschinensatzes, Schriftleitung und Kartographie der Geographischen Institute der Universität Bonn für Beratung und umfangreiche zeichnerische, reprographische sowie sonstige Arbeiten der Druckvorbereitung und - last not least - meiner Frau für einen gar nicht mehr abzuschätzenden Arbeitseinsatz in allen Phasen und für viel Verständnis und Geduld.

Den Herausgebern der ARBEITEN ZUR RHEINISCHEN LANDESKUNDE danke ich für die Aufnahme dieser Arbeit in die vorliegende Schriftenreihe.

INHALT

Verzeichnis der Abbildungen	IX
Verzeichnis der Tabellen	X
Verzeichnis der Materialien im Anhang	XI
Einführung in die Problemstellung	1
THEORETISCHER TEIL	3
1 CHRISTALLERS THEORIE DER ZENTRALEN ORTE	3
1.1 Erklärungsanspruch und Grundstruktur der Theorie	3
1.2 Grundlegende Begriffe	4
1.2.1 Zentrale Güter und Dienste	4
1.2.2 Zentraler Ort und Zentralität	4
1.2.3 Das Ergänzungsgebiet	5
1.3 Die Verhaltenspostulate	5
1.3.1 Das Verhalten der Konsumenten	5
1.3.2 Das Verhalten der Anbieter	7
1.3.3 Interaktion zwischen Konsumenten und Anbietern	9
1.3.4 Dependenz der Standortentscheidungen	10
1.3.5 Die Reichweite zentraler Güter	10
1.4 Die Ausgangsbedingungen	12
1.5 Die Theoreme; das System der zentralen Orte	12
1.5.1 Die räumliche Anordnung der Anbieter eines Gutes	13
1.5.2 Ableitung des Systems zentraler Orte	13
1.5.3 Eigenschaften zentralörtlicher Systeme; die Voraussagen der Theorie	18
Anmerkungen	20
2 WEITERENTWICKLUNG DER ZENTRALÖRTLICHEN THEORIE	24
2.1 Ansätze zur Verallgemeinerung von Christallers Theorie	24
2.1.1 Der Beitrag von Lösch	24
2.1.2 Die Systeme Christallers und Löschs im Vergleich	26
2.1.3 Die Theorie der räumlichen Nachfrage	28
2.1.4 Veränderungen der Angebotsstruktur zentraler Orte	29
2.2 Kritik an den Verhaltenspostulaten	31
2.2.1 Zum Verhalten der Konsumenten	32
2.2.2 Zum Verhalten der Anbieter	33
2.2.3 Mögliche Konsequenzen	34

2.3	Stochastische Elemente in der Theorie zentraler Orte	34
2.3.1	Wahl des Einkaufsorts der Konsumenten	35
2.3.2	Standortwahl der Anbieter	38
	Anmerkungen	39
METHODISCHER TEIL		45
3	EIN STOCHASTISCHES LOKALISATIONSMODELL ZENTRALER ORTE	45
3.1	Verknüpfung von Prozeß und Raumstruktur	45
3.2	Stochastische Punktprozesse	46
3.3	Das Lokalisationsmodell zentraler Orte	47
3.3.1	Grundstruktur des Modells	47
3.3.2	Unabhängigkeit der Lokalisation - die Poisson-Verteilung	48
3.3.3	Agglomerierender Lokalisationsprozeß - die negative Binomialverteilung.....	49
3.3.4	Dispergierender Lokalisationsprozeß - die modifizierte Poisson-Verteilung ...	49
3.3.5	Das Gesamtmodell - die zusammengesetzte negative Binomialverteilung	52
3.4	Verfahren der Modellanwendung - die Quadratanalyse	53
3.4.1	Parameterschätzung	53
3.4.2	Hypothesentest: der Chi-Quadrat-Anpassungstest	53
3.4.3	Quadratgröße und das Problem räumlicher Autokorrelation	54
	Anmerkungen	56
4	ZENTRALITÄTSBESTIMMUNG UND HIERARCHIETEST	60
4.1	Problemstellung	60
4.2	"Zentralität" - Definitions- und Meßprobleme	61
4.2.1	Zentralität als relative Bedeutung von Orten	61
4.2.2	Zentralität als absolute Bedeutung von Orten	63
4.2.3	Systematischer Methodenvergleich	67
4.3	Faktorenanalyse zur Überprüfung der Hierarchie-Hypothese	69
4.3.1	Vorbemerkungen zur methodischen Konzeption	69
4.3.2	Faktorenanalyse: Faktorenrotation und Signifikanztest	71
4.3.3	Faktorenanalyse mit Alternativdaten: zwei Modellbeispiele	74
	Anmerkungen	80
EMPIRISCHER TEIL - FALLSTUDIE 'WESTERWALD'		87
5	UNTERSUCHUNGSGEBIET UND DATENGRUNDLAGE	88
5.1	Zur Wahl des Untersuchungsgebiets	88
5.2	Datengrundlage und Variablen der Analyse	90
5.3	Strukturanalyse des Untersuchungsgebiets	91
5.3.1	Faktorenanalyse mit Absolutvariablen	91
5.3.2	Faktorenanalyse mit Relativvariablen	95
	Anmerkungen	98

6	GRÖSSENTYPEN ZENTRALER ORTE	100
6.1	Hypothesen zur hierarchischen Zentralitätsstruktur	100
6.2	Faktorenanalyse zentraler Funktionen	102
6.2.1	Anzahl der bedeutsamen Faktoren	102
6.2.2	Drei-Faktoren-Lösung	104
6.2.3	Vier-Faktoren-Lösung	105
6.3	Klassifikation der Orte nach Zentralitätsfaktoren	108
6.3.1	Hypothetische Klassenstruktur zentraler Orte	109
6.3.2	Mehrdimensionale Klassifikation mit Hilfe der Distanzgruppierung	113
6.4	Eine Vergleichsanalyse	116
6.5	Klassifikatorische Ordnung zentraler Funktionen und zentraler Orte	117
6.5.1	Hierarchiestufen-typische Regressionsbeziehungen	118
6.5.2	Multiple Gruppenmittelwertvergleiche	122
6.6	Hierarchie oder Kontinuum zentraler Orte	124
	Anmerkungen	127
7	RÄUMLICHE VERTEILUNG ZENTRALER ORTE	129
7.1	Voraussetzungen der Lokalisationsanalyse	129
7.1.1	Zur Auswahl der Untersuchungsobjekte	129
7.1.2	Exkurs: Methodische Probleme bei der Quadratanalyse	130
7.2	Standortmuster zentraler Funktionen	134
7.2.1	Faktor 2: Zentrale Funktionen der unteren Versorgungsstufe	134
7.2.2	Faktor 3: Zentrale Funktionen der mittleren Versorgungsstufe	137
7.2.3	Faktoren 1 und 4: Zentrale Funktionen der höheren Versorgungsstufe	143
7.3	Standortmuster zentraler Orte	146
7.4	Hierarchische Zuordnung zentraler Orte	150
	Anmerkungen	152
	Schlußfolgerungen	154
	KURZFASSUNG	156
	Summary	163
	Literaturverzeichnis	170
	ANHANG	179

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

1.1	Ableitung der individuellen Nachfragefunktionen aus dem Indifferenzkurvensystem des Haushalts	6
1.2	Nachfragefunktion für ein Gut	7
1.3	Gewinnmaximierung eines Anbieters bei vollkommenem Wettbewerb	8
1.4	Gewinnmaximierung eines Anbieters bei monopolistischem Wettbewerb	9
1.5	Langfristiges Gleichgewicht für einen Anbieter bei monopolistischem Wettbewerb	10
1.6	Individuelle Nachfragefunktion und ihre Beziehung zur wirtschaftlichen Entfernung ...	11
1.7	Obere Grenze der Reichweite	11
1.8	Räumliche Anordnung der Anbieter eines Gutes	13
1.9	Ableitung des Systems der zentralen Orte	14
1.10	Christallers System der zentralen Orte	16
1.11	Zusammenhang zwischen Bevölkerungsdichte, Reichweite zentraler Güter und Systemen zentraler Orte	17
2.1	Die neun kleinsten möglichen Marktgebiete	25
2.2	Mittelpunkte der Marktgebiete in Löschs 'Wirtschaftslandschaft'	26
2.3	Wie sich die Angebotsstandorte der Marktgebiete 1 - 11 in Löschs System auf Christallers zentrale Orte (k=3) konzentrieren würden	27
2.4	Reichweiteunterschiede für ein Gut in verschiedenen Zentren und im gleichen Zentrum	29
2.5	Bevölkerungsveränderungen und die hierarchische Stellung zentraler Orte	30
2.6	Größenvorteile von Anbietern und hierarchische Stellung zentraler Orte	30
2.7	Transportkosten und die hierarchische Stellung zentraler Orte	31
2.8	Entwicklung der Marktgebietsstruktur durch Lernprozesse	37
2.9	Entwicklung der Kaufneigung und Simulation des räumlichen Einkaufsverhaltens	37
3.1	Chi-Quadrat-Anpassungstest und die Überschreitungswahrscheinlichkeit	54
3.2	Identische Häufigkeitsverteilungen A und B, jedoch unterschiedliche Anordnungen im Raum	55
4.1	Zentralörtliche Hierarchie auf Grund der Komponentenpaare 2 und 3 (Iowa)	66
4.2	Schiefwinkliger Faktorenrotation zur Einfachstruktur und das Prinzip des Bargmann-Tests	73
4.3	Modellbeispiel 1 - Variablenvektoren im Raum der ersten vier Zentroidfaktoren	77
4.4	Modellbeispiel 2 - Variablenvektoren im Raum der ersten drei Zentroidfaktoren	78
4.5	Vergleich der Faktormuster der Zentroidlösung	79
5.1	Untersuchungsgebiet 'Westerwald' - Übersichtskarte mit zentralörtlicher Gliederung der Landes- und Regionalplanung	nach 88
5.2	Untersuchungsgebiet 'Westerwald' - Bevölkerungsdichte 1961	90
6.1	Faktorenanalyse AL T79A - Eigenwertverlauf und Scree-Test	103
6.2	Faktorenanalyse AL T79A - Variablenvektoren im Raum der ersten drei Hauptachsen unter Hypothese 1 : 4 Zentralitätsstufen	103
6.3	Faktorenanalyse AL T79A - Variablenvektoren im Raum der ersten drei Hauptachsen unter Hypothese 2 : 3 Zentralitätsstufen	104
6.4	Hypothetische Zentrenhierarchie nach den Zentralitätsfaktoren	109
6.5	Zentralitätsprofile für je 30 Orte zweier Stichproben und die hypothetische zentralörtliche Hierarchie	112
6.6	Ergebnis der Distanzgruppierung auf Grund der Faktoren AL T79A nach diskriminanzanalytischer Prüfung der Gruppen	114
6.7	Ergebnis der Distanzgruppierung auf Grund der Faktoren VER79L nach diskriminanzanalytischer Prüfung der Gruppen	117
6.8	Die gemeinsame Skala von zentralen Funktionen und zentralen Orten	118
6.9	Zusammenhang zwischen Gruppenzugehörigkeit, Anzahl der zentralen Funktionen und Faktorenwerten der Untersuchungsgemeinden - Zentralitätsfaktor 2 der Analyse AL T79A	119
6.10	Zusammenhang zwischen Gruppenzugehörigkeit, Anzahl der zentralen Funktionen und Faktorenwerten der Untersuchungsgemeinden - Zentralitätsfaktor 3 der Analyse AL T79A	120

6.11	Zusammenhang zwischen Gruppenzugehörigkeit, Anzahl der zentralen Funktionen und Faktorenwerten der Untersuchungsgemeinden - Zentralitätsfaktoren 1 und 4 der Analyse ALT79A	121
7.1	Quadratanalysen N=134 (4 km-Netz)	131
7.2	Quadratanalysen N=58 (6 km-Netz)	131
7.3	Quadratanalysen N=38 (7, 5 km-Netz)	132
7.4	Quadratanalysen N=26 (9 km-Netz)	132
7.5	Faktorenanalyse ALT79A - Gemeinden nach Faktorenwerten auf Faktor 2	137
7.6	Faktorenanalyse ALT79A - Gemeinden nach Faktorenwerten auf Faktor 3	139
7.7	Faktorenanalyse ALT79A - Gemeinden nach Faktorenwerten auf Faktor 1	142
7.8	Faktorenanalyse ALT79A - Gemeinden nach Faktorenwerten auf Faktor 4	142
7.9	Zentralörtliche Gruppierung der Gemeinden nach vier Faktoren ALT79A	147
7.10	Zentralörtliche Rangstufen der Gemeindegruppen aus ALT79A	147
7.11	Die wirtschaftliche Raumstruktur des Untersuchungsgebiets	151

VERZEICHNIS DER TABELLEN

1.1	Hierarchie zentraler Orte - wie n zentrale Güter in F Typen zentraler Orte angeboten werden	15
3.1	Übersicht über das stochastische Lokalisationsmodell	51
4.1	Größenverteilung zentraler Orte nach der Anzahl zentraler Funktionen - Skalogramm und Korrelationsmatrix	75
5.1	Faktorenanalyse AB100L - Inhalt und Varianzanteile der Faktoren	92
5.2	Faktorenanalyse AB100L - Faktor 1 "Zentrale Einrichtungen des Einzelhandels", Rangordnung der Orte nach Faktorenwerten	93
5.3	Faktorenanalyse AB100L - Korrelationen zwischen den Primärfaktoren und der Einfluß der Einwohnerzahl	94
5.4	Faktorenanalyse REL99A - Inhalt und Varianzanteile der Faktoren	96
5.5	Faktorenanalyse REL99A - Korrelationen zwischen den Primärfaktoren	96
5.6	Faktorenanalyse REL99A - Faktor 1 "Einzelhandels-Zentralität", Rangordnung der Orte nach den Faktorenwerten	97
6.1	Hierarchie-Hypothese - Skalogrammanalyse und die Hypothese einer gestuften Rangordnung	101
6.2	Faktorenanalyse ALT79A - Faktorenrotation und Bargmann-Test	105
6.3	Faktorenanalyse ALT79A - Korrelationen zwischen den Primärfaktoren	106
6.4	Faktorenanalyse ALT79A - Primärfaktorenmuster; Vier Faktoren unterschiedlichen Zentralitätsniveaus nach zentralen Funktionen mit jeweils hohen Faktorladungen	107
6.5	Faktorenanalyse ALT79A - Hierarchiestufen nach den Faktoren	108
6.6	Vergleich des Skalogramms aus zentralen Funktionen (nach Faktoren ALT79A) und zentralen Orten mit den Faktorenwerten aus der Analyse ALT79A - Stichprobe 1	110
6.7	Vergleich des Skalogramms aus zentralen Funktionen (nach Faktoren ALT79A) und zentralen Orten mit den Faktorenwerten aus der Analyse ALT79A - Stichprobe 2	111
6.8	Klassifikation zentraler Orte (Faktorenanalyse, Distanzgruppierung)	115
6.9	Multiple Gruppenmittelwertvergleiche - Ergebnisse des Scheffé-Tests	123
6.10	Überprüfung der Eindimensionalität der Verteilung zentraler Funktionen (nach Faktoren) und zentraler Orte (nach Gruppenzugehörigkeit) - Ergebnis der Skalogramm-Analyse	123
6.11	Faktorenanalyse SCOR22 - schiefwinklige Faktoren höherer Ordnung	125

7.1	Test auf räumliche Autokorrelation mit dem "contiguity ratio" von R.C.Geary	133
7.2	Beobachtete und theoretische Häufigkeitsverteilungen für die Standorte zentraler Funktionen nach Faktor 2 ALT79A	135
7.3	Beobachtete und theoretische Häufigkeitsverteilungen für die Standorte zentraler Funktionen nach Faktor 3 ALT79A	138
7.4	Beobachtete und theoretische Häufigkeitsverteilungen für die Standorte zentraler Funktionen nach Faktor 1 ALT79A	140
7.5	Beobachtete und theoretische Häufigkeitsverteilungen für die Standorte zentraler Funktionen nach Faktor 4 ALT79A	144
7.6	Beobachtete und theoretisch erwartete Häufigkeiten für die räumliche Verteilung zentraler Orte nach Rang	148

VERZEICHNIS DER MATERIALIEN IM ANHANG

1	Quadratanalyse: Schätzung der Parameter von Wahrscheinlichkeitsfunktionen mit der Momentenmethode	180
2	Faktorenanalyse zur Zentralitätsbestimmung - Modellbeispiel 1, Korrelationsmatrix und schrittweise Extraktion der ersten vier Zentroidfaktoren	183
3	Faktorenanalyse zur Zentralitätsbestimmung - Modellbeispiel 2, Korrelationsmatrix und schrittweise Extraktion der ersten sechs Zentroidfaktoren	186
4	Untersuchungsgebiet 'Westerwald' / Rheinland-Pfalz - Laufende Nummern der Gemeinden (Karte)	188
5	Variablen für die Faktorenanalysen AB100L und REL99A	189
6	Variablen für Faktorenanalysen AB100L und REL99A - Bildung der Variablen 1 bis 28 zur zentralörtlichen Versorgungsstruktur der Gemeinden	191
7	Merkmale der nichtlandwirtschaftlichen Arbeitsstätten zur Auswertung der Arbeitsstättenzählung vom 6. 6. 1961 durch das Statistische Landesamt Rheinland-Pfalz	192
8	Variablen für Faktorenanalysen ALT79A und VER79L - 79 zentrale Funktionen nach 12 Bedarfskategorien, gebildet aus Versorgungseinrichtungen nach der Arbeitsstättenzählung 1961	193
9	Daten für Faktorenanalyse ALT79A - 79 zentrale Funktionen in 483 Gemeinden	197
10	Faktorenanalyse AB100L - Sieben schiefwinklig rotierte Faktoren nach den jeweils hoch ladenden Variablen.....	202
11	Faktorenanalyse AB100L - Karten der Faktorenwerte nach Gemeinden für die Faktoren 1 bis 7	204
12	Faktorenanalyse REL99A - Acht schiefwinklig rotierte Faktoren nach den jeweils hoch ladenden Variablen	208
13	Faktorenanalyse REL99A - Karten der Faktorenwerte nach Gemeinden für die Faktoren 1 bis 8	210
14	Faktorenanalyse ALT79A - Matrizen der iterativen Faktorenrotation zur Einfachstruktur mit dem Rechenprogramm ROTOPLOT	214
15	Faktorenanalyse VER79L - Matrizen zur Faktorenrotation	220
16	Faktorenanalyse VER79L und ALT79A - Faktorenwerte für Gemeinden 1 - 483	222
17	Distanzgruppierung nach den Faktoren ALT79A (Dendrogramm)	228
18	Zentralörtliche Klassifikation der Gemeinden nach Faktorenwerten ALT79A - Distanzgruppierung nach dem Schwerpunkt sowie Bereinigung der Gruppenzuordnungen und Signifikanzprüfung der Gruppierung mit Hilfe der Diskriminanzanalyse	229

19	Faktorenanalyse SCOR22 – Verzeichnis der Variablen; schiefwinklige Faktoren der Analysen REL99A, AB100L, ALT79A, VER79L	232
20	Faktorenanalyse SCOR22 – Schiefwinklige Faktoren höherer Ordnung; Matrizen zur Faktorenrotation	233
21	Faktorenanalyse SCOR22 – Karten der Faktorenwerte nach Gemeinden für die Faktoren 1 bis 5	234

Einführung in die Problemstellung

WALTER CHRISTALLER unternahm mit seiner bahnbrechenden Untersuchung "Die zentralen Orte in Süddeutschland" aus dem Jahre 1933 erstmals den Versuch, Standortmuster wirtschaftlicher Aktivitäten allein aus den Gesetzmäßigkeiten ökonomischer Zusammenhänge zu erklären¹. Die Geographie seiner Zeit stand einer solchen theoretischen Konzeption, die ihr eigentliches Forschungsfeld, die Landschaft in ihren vielfältigen Ausprägungen, zu einer homogenen Ebene unendlicher Erstreckung abstrahierte, zunächst fremd gegenüber. Anders in den Wirtschaftswissenschaften: hier hat die in wichtigen Grundzügen mit CHRISTALLERs Theorie der zentralen Orte übereinstimmende, jedoch unabhängig von dieser entwickelte und 1940 veröffentlichte Theorie der räumlichen Wirtschaft von AUGUST LÖSCH² eine lebhafte Auseinandersetzung um die theoretischen Grundlagen einer neuen ökonomischen Regionalforschung eingeleitet, in die dann auch die Arbeit CHRISTALLERs einbezogen wurde.

Später wurde in der Geographie aber erkannt, daß die in CHRISTALLERs Theorie abgeleiteten Zusammenhänge zwischen Größe, Anzahl und Verteilung städtischer Siedlungen einem räumlichen Ordnungsprinzip entsprechen, das weithin – unabhängig von der jeweiligen Wirtschafts- und Gesellschaftsform – zu beobachten und durch keine andere ähnlich geschlossene und "einfache" Theorie zu erklären ist. Empirische Belege für dieses Ordnungsprinzip, das in einer hierarchischen Gliederung zentraler Orte seinen Ausdruck findet, wurden in der Geographie in einer inzwischen kaum noch zu überschauenden Fülle zusammengetragen, wobei jedoch eher die Frage nach den "richtigen" Zentralitätsmerkmalen zur Erfassung zentralörtlicher Strukturen als die nach dem empirischen Gehalt der Theorie das Forschungsinteresse zu beanspruchen scheint.

Konnte einerseits die hierarchische Stufung zentraler Orte fast den Charakter einer Selbstverständlichkeit gewinnen – das allgemein akzeptierte zentralörtliche Prinzip in der Raumplanung spiegelt diesen Tatbestand wider³ – wonach der empirischen Forschung eigentlich nur noch die Aufgabe der "richtigen" Zuordnung der untersuchten Orte zu den bekannten Hierarchiestufen zufällt, so wurden andererseits die der zentralörtlichen Theorie zugrunde liegenden Annahmen über das Verhalten der Wirtschaftssubjekte (Gewinnmaximierung bei den Anbietern, Kostenminimierung bei den Konsumenten) und über die Raumbeschaffenheit (Unbegrenztheit, Isotropie und Homogenität) als unrealistisch und viel zu restriktiv zurückgewiesen.

Da jedoch die Hierarchie zentraler Orte ein logisches Implikat der Theorieannahmen ist, besteht hier offensichtlich ein Widerspruch, der zu einem gewissen Dilemma in der Zentralitätsforschung geführt hat: wie weit können eigentlich Theorieannahmen von der Realität abweichen, ohne daß die Konsequenzen aus ihnen unrealistisch werden – und umgekehrt: inwieweit lassen sich Abweichungen beobachteter Muster

¹ vgl. W. CHRISTALLER: Die zentralen Orte in Süddeutschland. Eine ökonomisch-geographische Untersuchung über die Gesetzmäßigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit städtischen Funktionen. Jena 1933, reprogr. Nachdr. Darmstadt 1968.

² vgl. A. LÖSCH: Die räumliche Ordnung der Wirtschaft. Jena 1940, 2. Aufl. 1944; Stuttgart, 3. Aufl. 1962.

³ vgl. J. H. MÜLLER; P. KLEMMER: Das theoretische Konzept Walter Christallers als Basis einer Politik der zentralen Orte. In: Zentrale Orte und Entwicklungsachsen im Landesentwicklungsplan. Hannover 1969, S. 13–20 (Veröff. d. Akad. f. Raumforsch. u. Landesplanung, Forsch. – u. Sitzungsber. Bd. 56, LAG Baden-Württemberg 1). Vgl. auch die Entschlüsse der MINISTERKONFERENZ FÜR RAUMORDNUNG zu zentralen Orten und ihren Verflechtungsbereichen in der BRD (in: Bundesregierung, Raumordnungsberichte 1968 und 1972) sowie die Ausweisung von zentralen Orten in den Plänen und Programmen der Länder.

von den theoretisch abgeleiteten, z.B. bei der räumlichen Verteilung zentraler Orte, auf die Unrealistik der zugrunde liegenden Annahmen zurückführen? Welche Möglichkeiten bestehen überhaupt, in der Realität beobachtbare zentralörtliche Strukturen auf die in der Theorie beschriebenen Prozesse, also das Verhalten der Wirtschaftssubjekte, zu beziehen bzw. direkt beobachtbares Verhalten mit dem in der Theorie postulierten zu vergleichen? Hat sich die Theorie in der Praxis bisher bewährt?

Die Fragen umreißen das Problem der empirischen Überprüfbarkeit der Theorie zentraler Orte⁴. Der empirische Gehalt dieser Theorie hängt eng mit der Lösung dieses Prüfproblems zusammen, denn ihre Aussagen werden in dem Maße empirisch gehaltvoll, wie sie wiederholten Versuchen, sie an der Realität zu widerlegen, erfolgreich stand gehalten haben. Wie können nun die Aussagen der Theorie empirisch geprüft werden?

Eine Überprüfung der Annahmen über die Raumbeschaffenheit hat keinen empirischen Sinn; sie bestehen in der Realität im allgemeinen nicht und wurden als Vereinfachungen eingeführt, um die räumlichen Konsequenzen ökonomischer Gesetzmäßigkeiten in sozusagen reiner Form aufzeigen zu können. Eine Überprüfung der Verhaltensannahmen, von denen die ökonomischen Prozesse und somit die Herausbildung der zu erklärenden Raumstruktur abhängen, ist auf zweierlei Weise möglich: erstens durch direkte Beobachtung des Verhaltens der Unternehmer und Konsumenten – bei Nichtübereinstimmung mit den Theorieannahmen ist zu schließen, daß das Muster zentraler Orte nicht auf das in der Theorie postulierte Verhalten zurückzuführen ist; zweitens durch Beobachtung der Raumstruktur zentraler Orte in Gebieten, in denen die Bedingung räumlicher Homogenität weitgehend erfüllt ist – bei Nichtübereinstimmung sind jedoch zwei Schlüsse möglich: entweder wird die von der Theorie vorausgesagte Raumstruktur von anderen, im Experiment nicht kontrollierten Effekten überlagert, oder aber die postulierten Prozesse wirken in der Realität nicht.

Die direkte Beobachtung des Verhaltens stößt auf fast unüberwindliche Datenprobleme, jedenfalls soweit es sich um die Erfassung der für die Ableitung des Systems zentraler Orte notwendigen Verhaltenseigenschaften handelt. Andere, das Verhalten beeinflussende Faktoren können nicht konstant gehalten werden. Der zweite Weg der empirischen Überprüfung der Theorie, die Beobachtung räumlicher Muster zentraler Orte und deren Vergleich mit den Theorieimplikationen, erfordert eine Kontrolle der räumlichen Ausgangsbedingungen. Eine solche Kontrolle besteht entweder in dem Versuch, diese konstant zu halten, etwa durch die Wahl eines möglichst homogenen Untersuchungsraumes oder durch Anwendung von Kartentransformationen zur Erzeugung von Oberflächen gleicher Dichte; oder aber man versucht die Faktoren explizit zu erfassen, die außerhalb der Theorieannahmen die zu erklärende Raumstruktur zentraler Orte beeinflussen. Letztere Möglichkeit besitzt zweifellos einen höheren Grad der Allgemeinheit im Hinblick auf den empirischen Test der Theorie.

Wie können aber nun die vielfältigen Wirkungen räumlicher Inhomogenität der Bevölkerungs- und Kaufkraftverteilung, der Wirtschaftsstruktur und der Verkehrsbedingungen, sowie Einflüsse unterschiedlicher Dispositionen des Verhaltens und ihre zum Teil außerökonomischen Bestimmungsgründe explizit zur Ableitung der Raumstruktur zentraler Orte erfaßt werden? Die weitgehende Unkenntnis ihrer quantitativen Effekte sowie die prinzipielle Unbestimmbarkeit individuellen Verhaltens legen es nahe, solche Wirkungen als stochastische, d.h. zufallsgesteuerte Komponenten im Lokalisationsprozeß zentraler Orte auf der Basis einer probabilistisch umformulierten Theorie zu berücksichtigen⁵.

In diesem Erklärungsrahmen kann die Herausbildung eines zentralörtlichen Systems in operationaler Weise auf Variationen der oberen und unteren Reichweite zentraler Güter im Sinne CHRISTALLERs als räumlicher Ausdruck sozioökonomischer Zusammenhänge und Prozesse und somit auf diese selbst zurückgeführt werden.

Hinweis: Eine Kurzfassung über Problemstellung, Anlage und Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung befindet sich am Schluß, S. 156 ff.

⁴ vgl. M. J. WEBBER: Empirical verifiability of classical central place theory. In: Geogr. Analysis 3(1971), S. 15-28.

⁵ Dieser Gedanke wurde vom Verf. erstmals 1974 in zwei Tagungsreferaten vorgetragen: "Stochastische Analyse der räumlichen Verteilung zentraler Orte", in: Ges. f. Regionalforsch. (Hrsg.) Seminarberichte 10, Heidelberg 1975, S. 65-101; "Räumliche Muster und stochastische Prozesse - Lokalisationsanalyse zentraler Orte", in: E. Gliese (Hrsg.) Quantitative Geographie, Gießen 1975, S. 122-140 (Gießener Geogr. Schr. 32).

THEORETISCHER TEIL

1 CHRISTALLERS THEORIE DER ZENTRALEN ORTE

1.1 ERKLÄRUNGSANSPRUCH UND GRUNDSTRUKTUR DER THEORIE

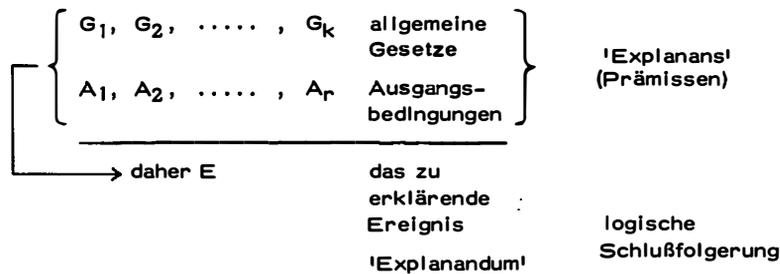
Als "eine ökonomisch-geographische Untersuchung über die Gesetzmäßigkeit der Anzahl, Verteilung und Größe der städtischen Siedlungen" bezeichnete Walter CHRISTALLER sein großes theoretisches Werk "Die zentralen Orte in Süddeutschland"^{1*}, das durch Deduktion und empirische Verifikation die Beantwortung dreier Hauptfragestellungen² verfolgt:

- (1) Ausgehend von der allgemeinen Beobachtung, daß die Anzahl der Städte in einer bestimmten Größenkategorie umso kleiner ist, je größer die Städte sind, stellt sich CHRISTALLER die Frage: Gibt es Regeln, wonach die Besetzungsziffern der einzelnen Größenkategorien in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen?
- (2) Gibt es Gesetzmäßigkeiten der räumlichen Verteilung städtischer Siedlungen nach Größenkategorien?
- (3) Gibt es eine quasi natürliche klassifikatorische Ordnung von Städten, "echte Größentypen der Städte"³ als Ausdruck spezifischer Funktionen, und wie läßt sich eine solche Städtetypologie erfassen und erklären?

Diese Fragestellungen umreißen den Anspruch einer umfassenden Theorie zur Erklärung der räumlichen Siedlungsstruktur, der zahlreich Kritik gefunden hat⁴. Die begriffliche Festlegung städtischer Siedlungen als "zentrale Orte", definiert als Standorte zentraler Einrichtungen zur Versorgung der Umlandbevölkerung mit Gütern und Diensten⁵, schränkt den Erklärungsanspruch jedoch auf den einer partiellen Standorttheorie des tertiären Sektors ein⁶, in der "zentrale Orte" weniger als Siedlungseinheiten, sondern vielmehr als "die räumlichen Konzentrationen ... von zentralen Einrichtungen (Betrieben)"⁷ aufzufassen sind.

CHRISTALLERS Theorie läßt sich in übersichtlicher Form als ein System deduktiv-nomologischer Erklärungen darstellen, in dem das zu erklärende "Ereignis" - Regelhaftigkeiten städtischer Siedlungsmuster - deduktiv unter Prinzipien subsumiert wird, die als ökonomische Verhaltensmaximen allgemeine Gesetze zum Ausdruck bringen und in Verbindung mit einer Beschreibung der Anfangs- oder Ausgangsbedingungen, also Aussagen über singuläre Sachverhalte, zu den gewünschten Erklärungen der empirischen Phänomene führen. Dieses als HEMPEL-OPPENHEIM-Schema⁸ bekannte Erklärungsmodell, einprägsam später auch als "covering-law-Modell" bezeichnet, weist die folgende Struktur auf:

* Anmerkungen zu diesem Kapitel vgl. S. 20



Den allgemeinen Gesetzen dieses Erklärungsschemas⁹ entsprechen in CHRISTALLERs Theorie die - wenn auch nur Impliziten - Postulate¹⁰ über das Verhalten der Wirtschaftssubjekte hinsichtlich deren Zielsetzungen und Handlungsweisen innerhalb des ökonomischen Nachfrage-Angebots-Mechanismus (G_1, G_2, \dots); die Ausgangsbedingungen (A_1, A_2, \dots) beschreiben die Eigenschaften des Untersuchungsgebietes, in dem die Anzahl, Größe und Verteilung zentraler Orte - gemäß den drei Hauptfragestellungen CHRISTALLERs - erklärt werden soll. Das Explanandum (E) schließlich besteht in einer Beschreibung des zu erklärenden Phänomens selbst, also der Eigenschaften des Zentrale-Orte-Musters; diese zu erklären bedeutet nun, die sie beschreibenden Aussagen logisch aus den Aussagen des Explanans abzuleiten, deren generelle Hypothesen die eigentliche Erklärung enthalten. Da das Explanandum eine Beschreibung empirischer Tatbestände darstellt und durch logische Umformung aus dem Explanans gewonnen werden soll, muß auch das Explanans empirischen Gehalt haben; das gilt sowohl für die singulären als auch für seine generellen Aussagen. Träfe letzteres nicht zu, so könnten Ableitungen aus dem Explanans in ihrer Aussage nicht über das hinausgehen, was ohnehin schon in den singulären Ausgangsbedingungen enthalten ist!¹¹.

Um Aussagen und Erklärungen innerhalb der Theorie mit den relevanten beobachtbaren Sachverhalten dieser Theorie verbinden zu können, sind empirisch interpretierbare Grundbegriffe erforderlich, die sowohl die Sprache der Theorie als auch ihren Objektbereich festlegen.

1.2 GRUNDLEGENDE BEGRIFFE

Als partielle Standorttheorie des tertiären Sektors betrachtet die Theorie der zentralen Orte nur die Distributionssphäre der Wirtschaft, also die Standortbedingungen aller jener Einrichtungen, deren volkswirtschaftliche Funktion die Versorgung der Verbraucherhaushalte mit Waren und Dienstleistungen darstellt¹². Die räumliche Struktur dieses Wirtschaftsbereiches ist gekennzeichnet durch eine im wesentlichen punkthafte Konzentration des Angebots bei flächenhafter Verteilung der Nachfrage, wobei die Angebotsstandorte möglichst "zentral" in bezug auf ihre Absatzgebiete liegen.

1.2.1 Zentrale Güter und Dienste

Wirtschaftliche Funktionen, deren Ausübung notwendig an eine zentrale Lage gebunden ist, nennt CHRISTALLER "zentrale Gewerbe" und die von diesem produzierten und/oder angebotenen Waren und Dienstleistungen demgemäß "zentrale Güter und Dienste"¹³ oder kurz - in Anlehnung an den Sprachgebrauch der ökonomischen Theorie - "zentrale Güter"¹⁴, die "an vielen zerstreuten Punkten verbraucht ... werden"¹⁵. Eine weitere Bedingung für zentrale Güter ist ihr Angebot für das unmittelbar umgebende Umland¹⁶.

1.2.2 Zentraler Ort und Zentralität

"Die Lokalisation der Funktion, Mittelpunkt zu sein"¹⁷, nämlich Standort der zentralen Güter für das Umland, ist Hauptmerkmal eines zentralen Ortes nach CHRISTALLER, wobei "zentral" ein Relativbegriff ist: "in bezug auf ein Gebiet, richtiger in bezug auf die über das Gebiet zerstreuten Siedlungen"¹⁸. Die Zentralität eines Ortes wird demzufolge definiert als "die relative Bedeutung eines Ortes in bezug auf das ihn umgebende Gebiet"¹⁹, das mit zentralen Gütern zu versorgen ist und dessen Siedlungen Bedeutungsdefizit aufweisen; Zentralität ist also Bedeutungsüberschuß, gemessen an der Einwohnerzahl²⁰, was impliziert, daß keine lineare und für alle Orte gleiche Beziehung zwischen ihrer Ausstattung mit zentralen Versorgungseinrichtun-

gen und der Bevölkerungszahl bestehen muß. Je höher der Bedeutungsüberschuß eines zentralen Ortes ist, desto größer ist das Gebiet, für das der Ort zentrale Funktionen ausübt; der Grad der Zentralität wird bestimmt durch die Anzahl verschiedener Güterarten, die an einem Standort vereinigt sind²¹, so daß wir sowohl die zentralen Güter als auch die zentralen Orte in solche höherer oder niedrigerer Ordnung einteilen können²².

1.2.3 Das Ergänzungsgebiet

Was bisher schon mit "Gebiet" eines zentralen Ortes bezeichnet wurde, entspricht dem CHRISTALLERschen "Ergänzungsgebiet", wobei dieser Begriff im Unterschied zu Bezeichnungen wie Marktgebiet oder Absatzgebiet - die wir im folgenden jedoch als Synonyme für Ergänzungsgebiet verwenden wollen - die Wechselbeziehungen zwischen städtischem Zentrum und (ländlichem) Umland zum Ausdruck bringen soll²³. Gemäß der Definition von "Zentralität" "ist das Ergänzungsgebiet jenes Gebiet, in dem ein Bedeutungsdefizit vorliegt, das durch den Bedeutungsüberschuß des zentralen Orts ausgeglichen wird"²⁴. Auf diese Weise sind zentrale Orte und ihre Ergänzungsgebiete definitorisch über die "Zentralität" miteinander verknüpft²⁵; analog zur Einteilung zentraler Güter und zentraler Orte können auch die Ergänzungsgebiete als solche höherer oder niedrigerer Ordnung bezeichnet werden.

1.3 DIE VERHALTENSPOSTULATE

Während die Grundbegriffe die Sprachregeln darstellen, mit deren Hilfe die Beobachtungsfeststellungen mit den Aussagen der Theorie in Verbindung gebracht werden können, liefern die Verhaltenspostulate²⁶ als nomologische Hypothesen ("Gesetze" im Sinne des obigen Erklärungsschemas) die Erklärung für die in Frage stehenden empirischen Phänomene. Sie enthalten Aussagen darüber, welche Handlungen Wirtschaftssubjekte ausführen bzw. welche Entscheidungen sie treffen, wenn bestimmte Voraussetzungen gegeben oder Bedingungen erfüllt sind.

CHRISTALLERs Theorie stellt eine Erweiterung der neoklassischen nationalökonomischen Theorie von Angebot und Nachfrage um die räumliche Dimension dar, besitzt somit also dieselben Eigenschaften, ein Gleichgewichtsansatz mit Optimierungskonstruktionen zu sein: Konsumenten suchen ihre Nutzenfunktion, Unternehmer (Anbieter) ihre Gewinne zu maximieren; beide Marktpartner operieren innerhalb gegebener Beschränkungen (Einkommen, Nachfrage, Kosten, Konkurrenz usw.) und erreichen nach einer gewissen Zeitdauer gegenseitiger Anpassungen eine Gleichgewichtssituation, die von keinem Marktpartner mehr ohne Verschlechterung seiner Lage verlassen werden kann²⁷. Grundlegend für CHRISTALLERs Theorie ist somit die Annahme durchgängig rationaler wirtschaftlicher Entscheidungen am Markt im Sinne der klassischen Mikroökonomie²⁸, wonach die Wirtschaftssubjekte Gewißheit über den voraussichtlichen Erfolg (Nutzen, Gewinn) ihrer Handlungen bei vollständiger Information über alle Marktgegebenheiten und Handlungsalternativen (vollständige Markttransparenz) besitzen und stets optimale Entscheidungen treffen.

Den Konsumenten wird eine konstante und konsistente Präferenzordnung der Güterwahl unterstellt, deren Ableitung auf einer hochentwickelten Nutzentheorie²⁹ der sog. Grenznutzenschule basiert, auf die sich CHRISTALLER ausdrücklich beruft³⁰. Dem Preismechanismus bei Angebot und Nachfrage wird hier die Rolle eines gesamtgesellschaftlichen Ordnungsinstruments zuerkannt, das dafür sorgt, daß zwischen der nachgefragten Menge eines Gutes und seinem Preis eine eindeutige funktionale - durch den Markt determinierte - Beziehung besteht.

1.3.1 Das Verhalten der Konsumenten

Die individuelle Nachfrage eines Haushaltes nach Konsumgütern wird bestimmt durch seine Bedürfnisstruktur, sein Einkommen und die Preise der Konsumgüter. Die Bedürfnisstruktur wird durch Nutzenfunktionen bzw. bei der Beschränkung auf zwei Güter durch ein sog. Indifferenzkurvensystem ausgedrückt.

Abb. 1.1 zeigt die Zusammenhänge für zwei Konsumgüter X und Y bei konstantem Haushaltseinkommen und alternativen Preisen für ein Gut³¹. Entlang der Kurve 0 werden Mengenkombinationen der Güter X

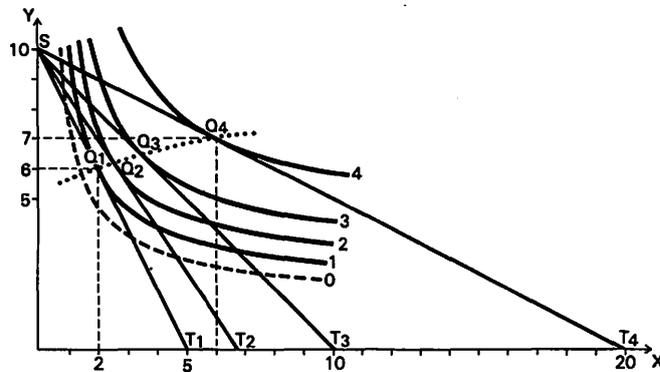


Abb. 1.1: Ableitung der individuellen Nachfragefunktionen aus dem Indifferenzkurvensystem des Haushalts

und Y als gleichwertig empfunden: der Konsument verhält sich solchen Güterkombinationen gegenüber indifferent (Indifferenzkurve). Kurve 1 ist eine weitere Indifferenzkurve der Güterwahl. Zweifellos werden aber alle möglichen Mengenkombinationen der beiden Güter auf dieser Kurve denen auf der erstgenannten vorgezogen, denn der Haushalt verfolgt die Zielsetzung der Nutzenmaximierung, und der Nutzen steigt mit der Menge der jeweils erworbenen Güter. Kurve 1 drückt also ein gegenüber Kurve 0 höheres Nutzenniveau aus. Entsprechend sind die mit 2, 3 und 4 bezeichneten Indifferenzkurven Ausdruck jeweils höherer Nutzenniveaus; eine Güterkombination auf einer Indifferenzkurve höherer Ordnungszahl wird stets einer solchen niedrigerer Ordnungszahl vorgezogen (konstante und konsistente Präferenzordnung).

Die erstrebte Nutzenmaximierung des Haushalts wird begrenzt durch sein Einkommen. Stehen dem Haushalt 100 Geldeinheiten in einer Periode zur Verfügung und betragen die Preise der Konsumgüter $P_X = 20$ und $P_Y = 10$, so kann der Haushalt im Grenzfall entweder 5 Mengeneinheiten des Gutes X oder 10 Mengeneinheiten des Gutes Y dafür kaufen. Dieser Tatbestand kommt in der Einkommensgeraden (Kurve der Verbrauchsmöglichkeiten) ST_1 in Abb. 1.1 zum Ausdruck.

Die nutzenmaximale Position des Haushalts ist nun dort erreicht, wo die Einkommensgerade die höchste Indifferenzkurve tangiert (Punkt Q: 2 Mengeneinheiten des Gutes X und 6 Mengeneinheiten des Gutes Y); hier ist die Bedingung für die Nutzenmaximierung erfüllt, daß sich die Grenznutzen der gekauften Güter zueinander (Steigungsmaß der Indifferenzkurve) wie ihre Preise (Steigungsmaß der Einkommensgeraden) verhalten. Anders ausgedrückt: Der Nutzenzuwachs durch eine zusätzliche Mengeneinheit des Gutes ist gerade so hoch wie der dafür aufgewendete Geldbetrag (Gesetz vom Ausgleich der gewogenen Grenznutzen).

Für die Analyse des Konsumentenverhaltens ist nun die Frage von entscheidender Bedeutung, wie der Haushalt mit seiner Nachfrage auf Preisänderungen der Güter reagiert. Wir nehmen an, daß der Preis von X, ausgehend von $P_X = 20$, die Werte 15, 10 und 5 durchläuft. Bei konstantem Einkommen erhält man zusätzlich die um den Punkt S gedrehten Einkommensgeraden ST_2 , ST_3 sowie ST_4 . Dort, wo diese die Indifferenzkurven 2, 3 bzw. 4 tangieren, sind die den verschiedenen Preisrelationen entsprechenden nutzenmaximalen Mengenkombinationen der Güter X und Y gegeben (Punkte Q_2 , Q_3 sowie Q_4 in Abb. 1.1).

Die Verbindungslinie der Punkte Q zeigt, daß bei konstantem Einkommen und konstanten Preisen der übrigen Güter, für die das Gut Y gewissermaßen stellvertretend steht, die nachgefragte Menge des Gutes X umso höher ist, je niedriger der Preis dieses Gutes ist.

Stellt man - wie in Abb. 1.2 - die verschiedenen Preise des Gutes X, P_X , den jeweils nachgefragten Mengen von X gegenüber, so erhält man die Individuelle Nachfragefunktion des Haushalts für ein bestimmtes Gut, wonach die Mengennachfrage eine abnehmende Funktion des Preises ist. Je schwächer (stärker) diese Nachfragekurve nach rechts abfällt, desto höher (geringer) ist die Preiselastizität der Nachfrage³².

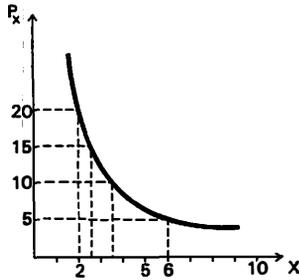


Abb. 1.2: Nachfragekurve für ein Gut

Jede Preissenkung hat nun aber auch die Wirkung, daß bei konstantem Nominaleinkommen des Haushalts das Realeinkommen steigt: Die neue Einkommensgerade tangiert eine höhere Indifferenzkurve ähnlich dem Effekt einer tatsächlichen Einkommenserhöhung, die einer Verschiebung der Einkommensgerade nach rechts entspricht. Die Wirkung jeder Preisänderung läßt sich daher logisch in zwei Komponenten aufspalten³³:

- den Einkommenseffekt als Folge der durch Preisänderung eingetretenen Realeinkommensänderung (Bewegung zwischen den Indifferenzkurven);
- den Substitutionseffekt, die Verschiebung der Mengennachfrage infolge Änderung der Preisrelation der Güter (Bewegung auf der neuen Indifferenzkurve). Bei konsistentem Konsumverhalten ist der Substitutionseffekt stets positiv, d. h. es wird niemals eine geringere Menge des im Preis gefallenen Gutes nachgefragt.

Aus den Relationen des Substitutionseffekts und des Einkommenseffekts der Nachfrage kann als Fundamentalthese der Theorie der Konsumentennachfrage das sog. Nachfragegesetz abgeleitet werden, das für die zentralörtliche Theorie den Charakter eines (nicht abgeleiteten) Verhaltenspostulats besitzt:

- P. 1 Nimmt die Nachfrage nach einem Gut mit steigendem Einkommen zu und mit fallendem Einkommen ab, dann bewirkt ceteris paribus eine Preissteigerung dieses Gutes die Abnahme und eine Preissenkung die Zunahme der Nachfrage nach diesem Gut³⁴.

Die ceteris-paribus-Klausel besagt, daß alle anderen möglichen Einflußgrößen auf die Nachfrage, insbesondere die Preise aller anderen Güter sowie die Bedürfnisse bzw. Präferenzstrukturen der Käufer, konstant zu halten sind.

Abb. 1.2 zeigt diesen an sich einfach und außerordentlich plausibel erscheinenden, durch das Nachfragegesetz beschriebenen Zusammenhang auf, der alltäglicher Beobachtung zu entsprechen scheint und fast den Charakter einer "Selbstverständlichkeit" gewinnen konnte - auch als Verhaltenspostulat zur Ableitung der räumlichen Konsequenzen des Konsumvorganges in der Theorie zentraler Orte³⁵.

1.3.2 Das Verhalten der Anbieter

Analog zum Nachfragegesetz läßt sich aus den Axiomen wirtschaftlicher Rationalität des Handelns ableiten, welches Marktverhalten die Anbieter zentraler Güter zur Erzielung maximaler Gewinne unter der Bedingung vollkommenen Wettbewerbs aufweisen:

- P. 2 Sind die Angebote der einzelnen Anbieter "homogen" (sachliche Gleichartigkeit der Güter, keine Präferenzen der Nachfrager für bestimmte Anbieter) und besteht freier Zutritt neuer Anbieter zum Markt (keine institutionellen Beschränkungen des Marktzutritts), dann suchen die Anbieter ihre Absatzmenge dem Marktpreis derart anzupassen, daß ihre Gewinne maximal sind (Grenzkosten = Grenzumsatz).

Anhand der Abb. 1.3 soll die Aussage dieses Postulats kurz erläutert werden: Wir nehmen an, daß für einen Anbieter eines homogenen Gutes Gesamtkosten und Umsatz als Funktion der abgesetzten Gütermenge den im

oberen Teil dargestellten Verlauf haben. Die Differenz Umsatz minus Gesamtkosten ist der Gewinn. Die Abbildung zeigt, daß Gewinne erst von einem bestimmten Mindestabsatz (OX) an zu erzielen sind, bei Absatzausweitung zunächst ansteigen, um dann wieder abzusinken und Null (bei OZ) zu erreichen, wo die Gesamtkosten den Umsatz zu übersteigen beginnen³⁶.

Die Zusammenhänge werden genauer faßbar, wenn wir von der Betrachtung von Summenkurven zur Durchschnitts- und Grenzbetrachtung übergehen. Die oben beschriebenen Beziehungen kommen bei den Kurven der durchschnittlichen Gesamtkosten und des durchschnittlichen Gesamtumsatzes³⁷ (je Mengeneinheit des Gutes) in gleicher Weise zum Ausdruck. Grenzkosten sowie Grenzumsatz³⁸ beschreiben den Zuwachs zu den Gesamtkosten bzw. zum Gesamtumsatz, den eine zusätzlich abgesetzte Einheit des betreffenden Gutes verursacht. So lange die Grenzkosten niedriger sind als der Grenzumsatz, steigert eine Ausweitung des Absatzes offenbar den Gewinn (nach rechts weisender Pfeil in Abb. 1.3).

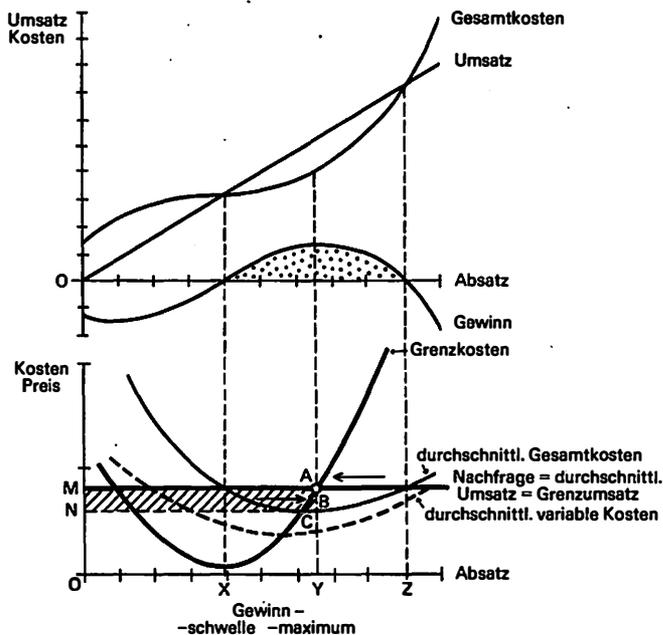


Abb. 1.3: Gewinnmaximierung eines Anbieters bei vollkommenem Wettbewerb

Übersteigen jedoch die Grenzkosten den Grenzumsatz, dann fügt die zusätzlich verkaufte Einheit des Gutes den Kosten einen höheren Betrag hinzu als dem Umsatz; in diesem Falle sollte der Absatz eingeschränkt werden (nach links weisender Pfeil in Abb. 1.3).

Folglich ist der Gewinn maximal, wenn Grenzkosten und Grenzumsatz gleich sind, also bei der Absatzmenge OY, bei der der Verkaufspreis je Mengeneinheit des Gutes YA ist, die Kosten jedoch nur YB sind³⁹, so daß der Gewinn je Einheit des Gutes und der Gesamtgewinn dem schraffierten Rechteck NMAB entspricht⁴⁰.

Solange aber Gewinne zu erzielen sind, werden neue Anbieter in den Markt eintreten und den Marktpreis und somit die Gewinne der bisherigen Anbieter reduzieren, bis die Kurve des Marktpreises (Nachfrage, Grenzumsatz) schließlich die Kurven der Grenzkosten und der durchschnittlichen Gesamtkosten in einem Punkt (Punkt C in Abb. 1.3) schneidet. Alle Gewinne sind verschwunden; die Anbieter im Markt vollkommenen Wettbewerbs befinden sich im Gleichgewicht⁴¹.

1.3.3 Interaktion zwischen Konsumenten und Anbietern

Die bisherigen Verhaltenspostulate beziehen sich auf die Fiktion einer Wirtschaft ohne räumliche Erstreckung (sog. Punktmarkt)⁴². Wir gehen nun von der Voraussetzung aus, daß sich Anbieter und Konsumenten im allgemeinen an räumlich getrennten Standorten befinden und daß die Bewegung von Gütern und Diensten von den Angebotsorten zu den Orten des Verbrauchs Kosten verursacht. Mit der expliziten Berücksichtigung solcher Distanzüberwindungskosten wird der Übergang von der (reinen) Wirtschaftstheorie zur Standorttheorie vollzogen. CHRISTALLERS diesbezügliche Annahme⁴³ läßt sich in einem dritten Verhaltenspostulat fassen:

P.3 Um ein Gut zu erwerben, begeben sich die Konsumenten zu dem Ort, in dem das Gut angeboten wird. Die Wegekosten tragen die Konsumenten.

Diese Aussage entspricht der Annahme eines f.o.b.-Preissystems⁴⁴ der Versorgungswirtschaft. Damit erfährt die Bedingung des Postulats P.2, daß die Angebote der einzelnen Anbieter homogen sind, also keine Präferenzen der Konsumenten für bestimmte Anbieter bestehen, eine entscheidende Modifikation. Die Angebote sind nun insofern nicht mehr homogen, als Präferenzen der Lage, der räumlichen Nähe oder Ferne, die Marktbeziehungen beeinflussen. Nicht der einheitliche Marktpreis (f.o.b.-Preis) ist bestimmend für die optimale Absatzmenge eines Anbieters (wie nach P.2), sondern die im Raum variierten Lieferpreise (f.o.b.-Preise + Wegekosten). Damit gewinnt der Raum den Charakter eines weiteren Freiheitsgrades für die Anbieter (Wahl des Geschäftsstandortes) und die Konsumenten (Wahl des Einkaufsortes) bei der Verfolgung des Ziels, Gewinne bzw. Nutzen zu maximieren: Während der Konsument die mit der Entfernung zunehmenden Kosten für die Einkaufswege zu minimieren trachtet, versucht der Anbieter, möglichst nahe an die Konsumenten "heranzukommen" und seinen Gewinn durch Vergrößerung des Absatzgebietes zu steigern⁴⁵.

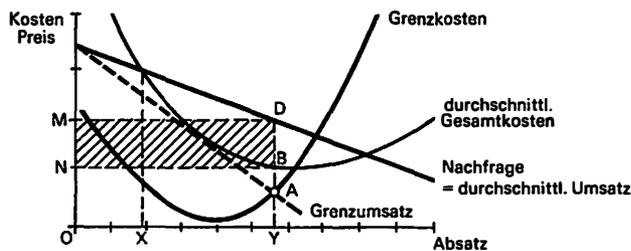


Abb. 1.4: Gewinnmaximierung eines Anbieters bei monopolistischem Wettbewerb

Abb. 1.4 zeigt die nunmehr veränderte Nachfragesituation für den Anbieter. Er sieht sich - im Unterschied zur bisherigen Annahme - einer fallenden Preis-Absatz-Kurve (Nachfragekurve)⁴⁶ gegenüber, was bedeutet, daß eine Ausweitung des Absatzes - also: Vergrößerung des Absatzgebietes - nur zu niedrigerem Preis zu erreichen ist, zu dem dann auch entferntere Konsumenten trotz hoher Wegekosten zum Einkauf bei dem betreffenden Anbieter bereit sind⁴⁷. Die Grenzümsatzkurve verläuft nunmehr unterhalb der Nachfragekurve⁴⁸. Wir nehmen in Abb. 1.4 dieselbe Kostensituation für den Anbieter an wie in Abb. 1.3. Wiederum bestimmt der Schnittpunkt der Grenzkostenkurve mit der Grenzümsatzkurve (Punkt A) die gewinnmaximale Absatzmenge (OY) zum Stückpreis OM (=YD). Der Preisanteil oberhalb der Kurve der durchschnittlichen Gesamtkosten (BD =NM) ist der Stückgewinn; das schraffierte Rechteck NMDB entspricht dann dem Gesamtgewinn bei der Absatzmenge OY.

Die Bedingung des freien Zutritts zum Markt (im Postulat P.2) wird durch das Postulat P.3 nicht berührt. Die Möglichkeit, Gewinne zu erzielen, wird also neue Anbieter in den Markt locken. Die Absatzreduzierung der bereits bestehenden Anbieter kommt in einer Verschiebung ihrer Nachfragekurve nach

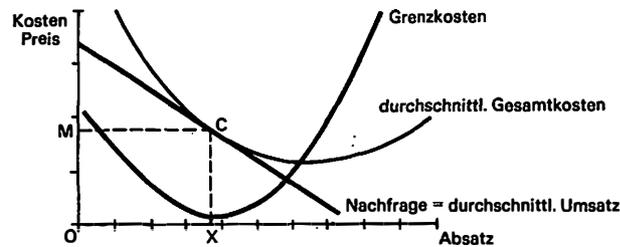


Abb. 1.5: Langfristiges Gleichgewicht für einen Anbieter bei monopolistischem Wettbewerb

links zum Ausdruck, bis diese schließlich die Kurve der durchschnittlichen Gesamtkosten gerade tangiert (Punkt C in Abb. 1.5). Dies ist der Punkt langfristigen Gleichgewichts eines Anbieters in einem Markt, der durch unvollkommenen oder monopolistischen Wettbewerb ("Monopol der Lage") gekennzeichnet ist.

1.3.4 Dependenz der Standortentscheidungen

Die bisherigen Verhaltensannahmen gingen von einem einzelnen zentralen Gut bzw. einem einheitlichen Angebot aus. Tatsächlich erstreckt sich aber die Konsumnachfrage auf eine große Zahl verschiedenartiger Güter, und es besteht nun die Frage, welche Abhängigkeiten zwischen den Gütern bezüglich Nachfrage und Angebot bestehen. Die Bildung zentraler Orte als Agglomerationen verschiedener Einrichtungen des tertiären Sektors impliziert, daß die Standortentscheidung eines Anbieters durch die am Ort bereits vorhandenen Versorgungseinrichtungen positiv beeinflusst wird, weil der neue Anbieter dort – im Vergleich zu einem isolierten Standort – höhere Nachfrage oder niedrigere Kosten oder beides zugleich erwartet, was den Eintritt in den Markt begünstigt. Wir können somit ein weiteres Verhaltenspostulat formulieren:

P.4 Anbieter zentraler Güter höherer Ordnung treten stets dort in den Markt ein, wo bereits zentrale Güter niedrigerer Ordnung angeboten werden.

Der Zusammenhang zwischen Agglomerationsvorteilen der räumlichen Nähe zu Anbietern anderer zentraler Güter und dem Markteintritt eines neuen Anbieters beruht auf folgenden Effekten: Fahrtkostensparnisse durch Kopplung von Besorgungen im zentralen Ort vergrößern den zum Kauf eines bestimmten Gutes zu verwendenden Einkommensanteil, was einer Verschiebung der Nachfragekurve (vgl. Abb. 1.5) nach rechts entspricht; die Möglichkeit günstigeren Einsatzes und leichterer Beschaffung der Produktionsfaktoren bewirkt eine Verschiebung der Durchschnittskostenkurve nach unten. In beiden Fällen führen die Effekte dazu, daß sich Nachfrage- und Kostenkurve berühren: der Anbieter kann mit der Mindestabsatzmenge seines Gutes in den Markt eintreten.

Das Postulat P.4 ist eine Interpretation von CHRISTALLERs Optimierungsbedingung, mit einer möglichst geringen Anzahl von zentralen Orten zur flächendeckenden Versorgung eines Gebietes auszukommen.

1.3.5 Die Reichweite zentraler Güter

Die Postulate P.1 – P.4 erlauben die Ableitung räumlicher Implikationen der Versorgung von Verbraucherhaushalten mit zentralen Gütern. CHRISTALLER geht in seiner Theorie jedoch nicht von einer expliziten Betrachtung von Nachfrage- und Kostengrößen aus, sondern arbeitet mit dem Begriff der "Reichweite zentraler Güter", der die Zusammenfassung dieser Nachfrage- und Angebotsrelationen und deren "räumliche Projektion"⁴⁹ darstellt. In zahlreichen zentralörtlichen Untersuchungen hat sich dieses Maß als sehr nützlich erwiesen, wengleich auch die Bestimmungsgründe der Reichweite häufig unerwähnt bleiben⁵⁰.

Maßeinheit der Reichweite zentraler Güter, also der Ausdehnung von Absatzgebieten der Anbieter, ist die sogenannte wirtschaftliche Entfernung, die CHRISTALLER definiert als "die in Geldwert ausgedrückten oder mit Werten überhaupt in gedankliche Verbindung gebrachten Verkehrsvorteile in bezug auf Transportkosten, Zeitverlust, Sicherheit, Bequemlichkeit usw."⁵¹ und die in der Wirtschaftstheorie als "Kosten" in Erscheinung tritt.

Abb. 1.6 (a) zeigt eine individuelle Nachfragefunktion für ein Gut. Bei einem gegebenen f.o.b.-Preis von OP_Y fragt der Konsument die Menge OQ_Y nach, jedoch nur, wenn er keine zusätzlichen Kosten der Distanzüberwindung hat, wenn er also am Ort des Angebots wohnt. Das entspricht einer wirtschaftlichen Entfernung von Null in der Abb. 1.6 (b). Mit zunehmender Entfernung vom Angebotsort nimmt der tatsächliche

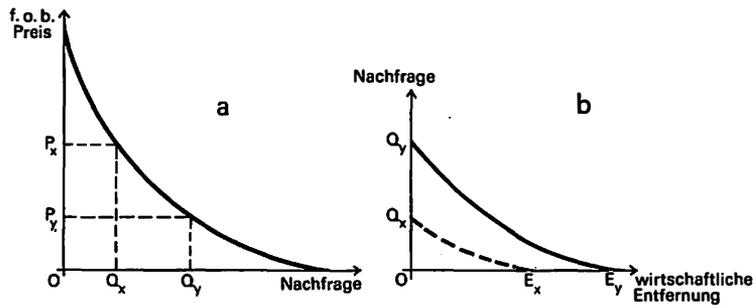


Abb. 1.6: Individuelle Nachfragefunktion (a) und ihre Beziehung zur wirtschaftlichen Entfernung (b)

Preis (Lieferpreis) des Gutes wegen der Wegekosten zu und die Nachfrage somit ab-entsprechend der Nachfragefunktion in Abb. 1.6 (a) – um schließlich bei einer Entfernung OE_y Null zu erreichen. E_y entspricht nun CHRISTALLERs oberer Grenze der Reichweite eines zentralen Gutes, das im zentralen Ort O angeboten wird. Es ist dies die absolute Grenze (ideale Reichweite), jenseits derer das betreffende Gut überhaupt nicht mehr erworben wird. In der Regel überschneiden sich jedoch die Nachfragekurven der im Raum verteilten konkurrierenden Anbieter und begrenzen die obere Reichweite dort, wo die tatsächlichen Preise des Gutes (f.o.b.-Preis + Wegekosten) für verschiedene Anbieter (A_1 und A_2 in Abb. 1.7) gleich hoch sind (O_R). Diesen Punkt bezeichnet CHRISTALLER als die relative obere Grenze der Reichweite (reale Reichweite)⁵³.

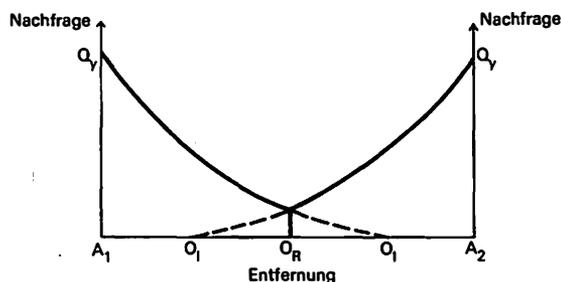


Abb. 1.7: Obere Grenze der Reichweite

Einer oberen Begrenzung des räumlichen Interaktionsfeldes des Konsumenten – bestimmt durch Einkommen, Bereitschaft zur Distanzüberwindung, Verkehrsgelegenheiten usw. – entspricht eine untere Schwelle der Wirtschaftlichkeit des Güterangebots; der an einem bestimmten Standort zu erwartende Absatz muß mindestens so groß sein, daß die Kosten der Geschäftstätigkeit gerade gedeckt werden. Nehmen wir an, die Nachfragekurve in Abb. 1.6 stelle die erwartete Gesamtnachfrage für einen neuen Anbieter dar und OQ_x sei die Mindestabsatzmenge (das entspricht der Gewinn-

schwelle X in den Abb. 1.3 – 1.5), dann kann dieser Anbieter nur dann in den Markt eintreten, wenn er von einem Standort O aus sein Gut mindestens über die Distanz OE_x absetzen kann. E_x entspricht dann CHRISTALLERs unterer Grenze der Reichweite.

Fassen wir zusammen:

- Die obere Grenze der Reichweite wird bestimmt durch die Entfernung, welche die disperse Bevölkerung (im Ergänzungsgebiet) zum Einkauf eines Gutes im zentralen Ort zu überwinden gerade noch bereit ist. Jenseits dieser Grenze wird das Gut entweder wegen zu hoher Fahrtkosten überhaupt nicht mehr erworben (ideale Reichweite) oder in einem anderen zentralen Ort günstiger eingekauft (reale Reichweite).
- Die untere Grenze der Reichweite schließt einen Bereich um einen zentralen Ort ein, in dem die nachgefragte Menge eines Gutes gerade so groß ist, daß das betreffende Gut ohne Verlust abgesetzt werden kann.

Jedes zentrale Gut hat seine eigene Reichweite infolge unterschiedlichen Anteils der Distanzüberwindungskosten an dem für das jeweilige Gut bestimmten Ausgabenbetrag des Konsumenten einerseits (unterschiedliche Elastizitäten der räumlichen Nachfrage⁵⁴) und wegen unterschiedlicher Mindestnachfrage im Absatzgebiet des Anbieters andererseits (unterschiedliche Angebotskosten nach Höhe und Verkaufsform).

1.4 DIE AUSGANGSBEDINGUNGEN

Erinnern wir uns des eingangs(Abschnitt 1.1) vorgestellten Erklärungsschemas für empirische Theorien: die "allgemeinen Gesetze" - Ihnen entsprechen die zuvor behandelten Verhaltenspostulate - sind diejenigen Sätze einer Theorie, welche die Erklärung für die in Frage stehenden Tatbestände liefern sollen; sie sind unabhängig von der jeweiligen Realsituation formuliert, auf die sie angewandt werden sollen. Die Funktion, eben diese Situation zu beschreiben und damit den Rahmen abzustecken, in dem nach Erklärungen gesucht wird, kommt den Ausgangsbedingungen zu. Während diese im allgemeinen für verschiedene Fragestellungen jeweils zu spezifizieren sind, treten sie in der Theorie zentraler Orte - wie in theoretischen Realwissenschaften häufiger - in der Form spezieller idealisierter Annahmen über die Beschaffenheit des in Frage kommenden Milieus auf⁵⁵, hier: als Idealisierungen der Raumbeschaffenheit, um modellhaft die räumlichen Implikationen der Verhaltenspostulate aufzuzeigen.

Einer solchen Idealisierung des Raumes entspricht die Grundannahme, daß der Raum in allen seinen für die Entscheidungen der Wirtschaftssubjekte relevanten Erscheinungen gleichmäßige Verteilung (Homogenität) und keinerlei Begrenzung (Unbegrenztheit) aufweist.

Die Homogenitätsannahme sichert, daß die abzuleitende Raumstruktur allein aus den Verhaltenspostulaten folgt; die Annahme der Unbegrenztheit schaltet mögliche Effekte von Grenzen aus.

Die Ausgangsbedingungen sollen nun genauer - in Parallelität zu den drei Verhaltenspostulaten (P.1 - P.3) - formuliert werden:⁵⁶

- A. 1 Die Bevölkerung ist gleichmäßig im Raum verteilt, d.h. es gibt keine räumlichen Unterschiede der Bevölkerungsdichte; das Pro-Kopf-Einkommen der Bevölkerung ist überall gleich.
- A. 2 Die natürlichen Ressourcen sind gleichmäßig im Raum verteilt, d.h. die Bodenfruchtbarkeit (Landwirtschaft) ist überall gleich, und Rohmaterialien (Produktion) sind ubiquitär.
- A. 3. Es besteht ein einheitliches Verkehrssystem in allen Richtungen bei gleichen Transportraten.

Diese Annahmen beinhalten - in Verbindung mit den jeweiligen Verhaltenspostulaten - die räumliche Konstanz des Bedarfs an zentralen Gütern⁵⁷ (A.1 mit P.1), der Kostenstruktur bei den Anbietern eines zentralen Gutes⁵⁸ (A.2 mit P.2) und der Wegekosten je Distanzeinheit für den Konsumenten⁵⁹ (A.3 mit P.3), so daß allein die Nachfrage nach zentralen Gütern als Funktion der Distanz zum jeweils nächsten Angebotsort räumlich variiert.

1.5 DIE THEOREME: DAS SYSTEM DER ZENTRALEN ORTE

Eigenschaften räumlicher Verteilungsmuster wirtschaftlicher Aktivitäten haben in Standorttheorien den Charakter von Theoremen, von allgemeinen Sätzen also, die sich aus der Verknüpfung von Postulaten über das Verhalten der Wirtschaftssubjekte und Annahmen über die Raumbeschaffenheit, den Ausgangsbedingungen also, logisch ableiten lassen. Im Fall der zentralörtlichen Theorie entspricht das Ergebnis solcher Deduktion jedoch nicht unmittelbar dem Explanandum⁶⁰, das die gewünschte Erklärung eines empirischen Sachverhaltes liefert. Vielmehr beschreiben die Theoreme Eigenschaften eines "Modells", nämlich eines idealtypischen Raumes, wobei jedoch angenommen wird, daß sich zwischen der Realität und diesem Modell grundsätzlich eine Verbindung herstellen läßt. In diesem Sinne hat CHRISTALLERs "System der zentralen Orte"⁶¹ Modellcharakter.

1.5.1 Die räumliche Anordnung der Anbieter eines Gutes

Gehen wir zunächst von einem einzelnen zentralen Gut aus und fragen, in welcher räumlichen Anordnung die Anbieter dieses Gutes und deren Nachfrager im Gleichgewicht sind, d. h. kein Marktpartner seine Situation mehr verbessern kann. Gemäß den Ausgangsbedingungen entsprechen obere und untere Grenze der Reichweite des Gutes konzentrischen Kreisen um die Anbieterstandorte mit den Radien OE_Y bzw. OE_X (nach Abb. 1.6 (b)). Abb. 1.8 (a) zeigt die Verteilung dreier Anbieter in der Anfangsphase mit jeweils gewinnmaximalem Absatzgebiet (der schraffierte Bereich ist gewissermaßen die räumliche Projizierung des Gewinns; entspricht der Situation in Abb. 1.4).

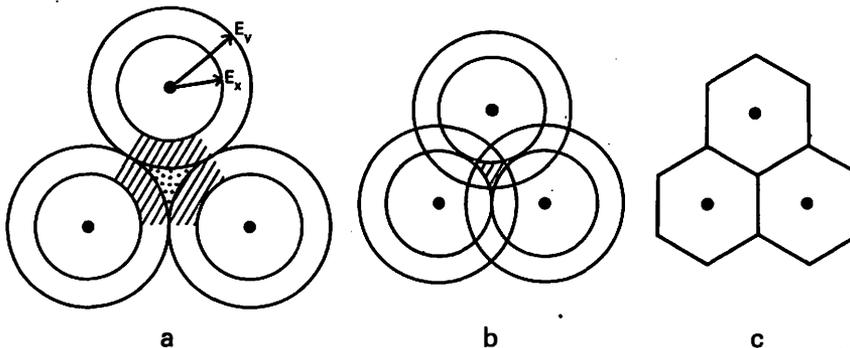


Abb. 1.8: Räumliche Anordnung der Anbieter eines Gutes

Außerordentliche Gewinne veranlassen weitere Anbieter, in den Markt einzutreten, ebenso die Tatsache, daß es in der Mitte noch einen unversorgten Gebietsteil gibt (punktiertes Gebiet). Die drei Anbieter werden mit ihren Standorten näher zusammenrücken, bis sich die unteren Reichweitengrenzen berühren (Abb. 1.8 (b)). Aber auch in dieser räumlichen Anordnung sind die Gewinne noch nicht verschwunden (schraffierter Bereich), so daß die Gleichgewichtslösung langfristig erst dann erreicht wird, wenn die kreisförmigen Mindestabsatzgebiete (innerhalb der unteren Grenze der Reichweite) die Form regulärer Sechsecke⁶² gleichen Flächeninhalts angenommen haben (Abb. 1.8 (c); entspricht der Situation in Abb. 1.5).

Dies ist die räumliche Entsprechung monopolistischen Wettbewerbs: die Anzahl der Anbieter ist maximal bei kleinstmöglicher Betriebsgröße, der f.o.b.-Preis des Gutes ist konstant, die Gesamtheit der Einkaufswege ist minimal – untere und obere Grenze der Reichweite fallen auf den Grenzen hexagonaler Marktgebiete zusammen⁶³.

1.5.2 Ableitung des Systems zentraler Orte⁶⁴

Gehen wir von der isolierenden Betrachtung eines einzelnen zentralen Gutes zu der Frage über, wie sich die Anbieter einer größeren Zahl verschiedener zentraler Güter auf Grund der gesetzten Prämissen im Raum verteilen, so finden wir die Antwort in CHRISTALLERS "System der zentralen Orte".

In der folgenden Ableitungsskizze lehnen wir uns an das Zahlenbeispiel von CHRISTALLER⁶⁵ an. Die räumliche Gestalt sowie die strukturellen Eigenschaften eines solchen Zentrale-Orte-Systems sind in Abb. 1.9 sowie der Tab. 1.1 dargestellt. Da – wie ausgeführt – Standortentscheidungen der Anbieter die Maximierung der Absatzgebiete (zur Maximierung der Gewinne) zum Ziel haben, die Ausdehnung von Absatzgebieten aber durch die Bereitschaft bzw. Möglichkeit (Kosten) zur Distanzüberwindung bei den Konsumenten begrenzt ist, gewinnt die obere Grenze der Reichweite die Bedeutung eines Schlüsselparameters zur Ableitung eines Systems von zentralen Orten als den Standorten des Güterangebots. Demgemäß ordnen wir die zu betrachtenden zentralen Güter nach ihrer oberen Grenze der Reichweite (1. Spalte der Tab. 1.1).

Wir nehmen an, daß die insgesamt 145 verschiedenen zentralen Güter Reichweiten besitzen zwischen 107 km

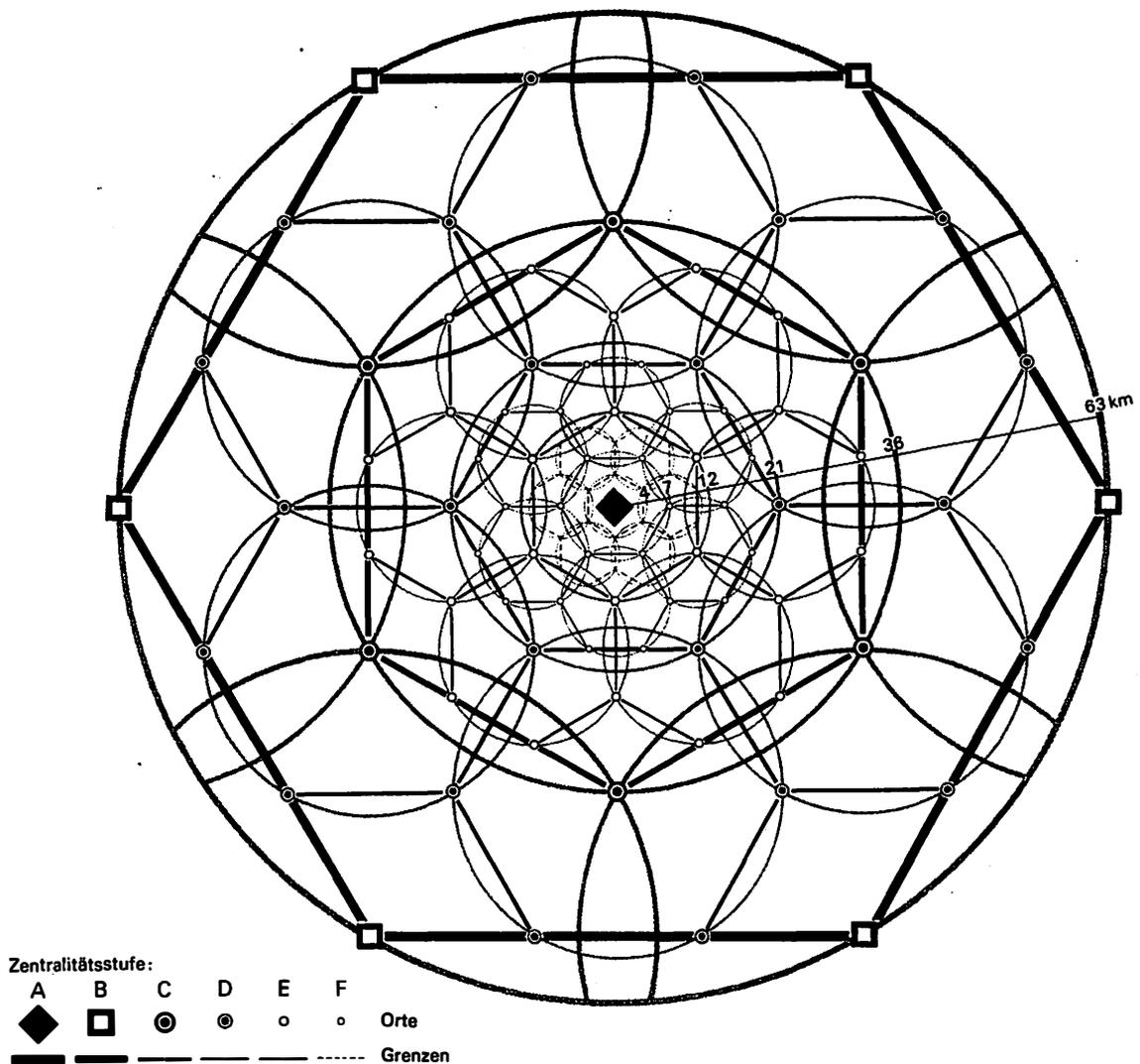


Abb. 1.9: Ableitung des Systems der zentralen Orte

und 4 km (Güter mit einer Reichweite kleiner als 4 km seien "disperse" Güter nach CHRISTALLER, die überall angeboten und daher hier nicht betrachtet werden). Greifen wir das zentrale Gut Nr. 111 mit der Reichweite 36 km heraus (vgl. Tab. 1.1). Aus Abb. 1.9 und den für dieses Gut eingetragenen Reichweitengrenzen (Kreise mit Radius 36 km) um die als B- oder A-Orte eingestuft Standorte ansehen wir, daß mit dieser räumlichen Verteilung des Angebots die Bedingung, daß kein Gebietsteil unversorgt bleibt, gerade noch erfüllt wird.

Nun überschneiden sich aber die durch die Reichweitengrenzen bestimmten Einzugsbereiche. Hier herrscht räumliche Konkurrenz zwischen den Geschäften. Die Annahme monopolistischen Wettbewerbs bedeutet jedoch, daß kein Anbieter beispielsweise durch Preissenkung sein Marktgebiet vergrößern könnte; seine Konkurrenten würden ihm sofort folgen, und es stellte sich rasch wieder ein neuer Marktpreis (Gleichgewichtspreis) ein. Die Abgrenzung der Marktgebiete in den Überschneidungsbereichen räumlich benachbarter Geschäfte hängt somit allein vom Bestreben der Konsumenten ab, die Einkaufswege zu minimieren, d.h. immer den nächstgelegenen Angebotsort zu wählen. Als Grenze ergibt sich somit die geradlinige Verbindung zwischen den Schnittpunkten der Reichweitengrenzen; auf diese Weise entstehen die hexagonalen Ergänzungsgebiete der zentralen Orte.

Tab. 1.1: Hierarchie zentraler Orte -
wie n zentrale Güter in F Typen zentraler Orte angeboten werden

Zentrale Güter			Zentra- litäts- stufe r	Größentypen zentraler Orte						Anzahl zentraler Güter	
Reich- weite (km)	Ordnungsnummer symbo- lisch	Bei- spiel		A	B	C	D	E	F	symbo- lisch: x_r	Bei- spiel
107	n	145	6	+						x_6	15
106	n-1	144									
...									
63*	i	131	5	+	+					x_5	20
62	n-(i+1)	130									
..									
36*	j	111	4	+	+	+				x_4	25
35	n-(j+1)	110									
..									
21*	k	86	3	+	+	+	+			x_3	25
20	n-(k+1)	85									
..									
12*	l	61	2	+	+	+	+	+		x_2	30
11	n-(l+1)	60									
..									
7*	m	31	1	+	+	+	+	+	+	x_1	30
6	n-(m+1)	30									
5									
4*	1	1									
Anzahl zentraler Güter	symbolisch: $\sum x_r$			$\sum_{r=1}^6 x_r$	$\sum_{r=1}^5 x_r$	$\sum_{r=1}^4 x_r$	$\sum_{r=1}^3 x_r$	$\sum_{r=1}^2 x_r$	x_1		
	Beispiel			145	130	110	85	60	30		

- * Grenzreichweite = niedrigste obere Reichweite für die jeweilige Zentralitätsstufe
+ bedeutet: zentrale Güter (Zeilen) werden in zentralen Orten bestimmten Größentyps (Spalten) angeboten

Wir fragen nun nach den Standorten von Geschäften, die das zentrale Gut Nr. 110 mit der Reichweite 35 km (vgl. Tab. 1.1) anbieten. Die bisherigen Standorte der Kategorie A und B reichen nicht mehr aus, denn in der Mitte zwischen je drei dieser Orte bliebe nun ein kleiner Gebietsteil unversorgt. Ein neuer Standort ist nunmehr notwendig, und da die Unternehmer Gewinne zu maximieren trachten - und das heißt auf Grund der Ausgangsbedingungen Maximierung ihres Marktbereichs - errichten sie ihr Geschäft in möglichst großer Entfernung von ihren Konkurrenten. Der neue Standort befindet sich dann also genau in der Mitte des gleichseitigen Dreiecks, dessen Eckpunkte die bereits vorhandenen Standorte sind. Gehen wir in der Liste der zentralen Güter weiter abwärts und vergleichen mit Abb. 1.9, so stellen wir fest, daß für das Angebot aller weiteren Güter bis hinunter zu Nr. 86 mit einer Reichweite von 21 km die bisher gefundenen Standorte (Kategorien A, B, C) ausreichen.

Mit Übergang zum zentralen Gut 85 ergibt sich wieder die Notwendigkeit, zusätzliche Standorte auszuweisen; das sind diejenigen, die mit D gekennzeichnet sind. Die Ableitung läßt sich analog weiterführen bis hinunter zum untersten Versorgungsniveau der ersten 30 zentralen Güter. Entsprechend können wir auch das System zentraler Orte nach oben hin ergänzen. Die obere Grenze der Reichweite des Gutes Nr. 131, nämlich 63 km, erlaubt es gerade, von einem B-Ort aus sechs weitere dieser Kategorie mit zu versorgen, genauer: das dem Angebotsort dieses Gutes jeweils zugewandte Drittel der sechs angrenzenden B-Bereiche (vgl. Abb. 1.9). Jeder dritte B-Ort wird somit zum A-Ort; gibt es kein zentrales Gut mit einer größeren Reichweite als 107 km, sind die A-Orte die ranghöchsten im System der zentralen Orte.

Für die Ableitung des zentralörtlichen Systems war bisher allein die obere Grenze der Reichweite der zentralen Güter maßgebend. Welche Bedeutung besitzt nun die untere Grenze der Reichweite, also die Schwelle des Markteintritts, für das System der zentralen Orte? CHRISTALLER setzt bei der

Ableitung voraus, daß die untere Reichweite kleiner als die zugehörige obere Reichweite, jedoch immer größer als die Grenzreichweite der nächstniederen Zentralitätsstufe für das betreffende Gut ist⁶⁶.

Auf diese Weise resultiert das bekannte vollständig regelmäßige Netz der zentralen Orte und ihrer Ergänzungsgebiete, das in Abb. 1.10 noch einmal für vier Zentralitätsstufen dargestellt ist.

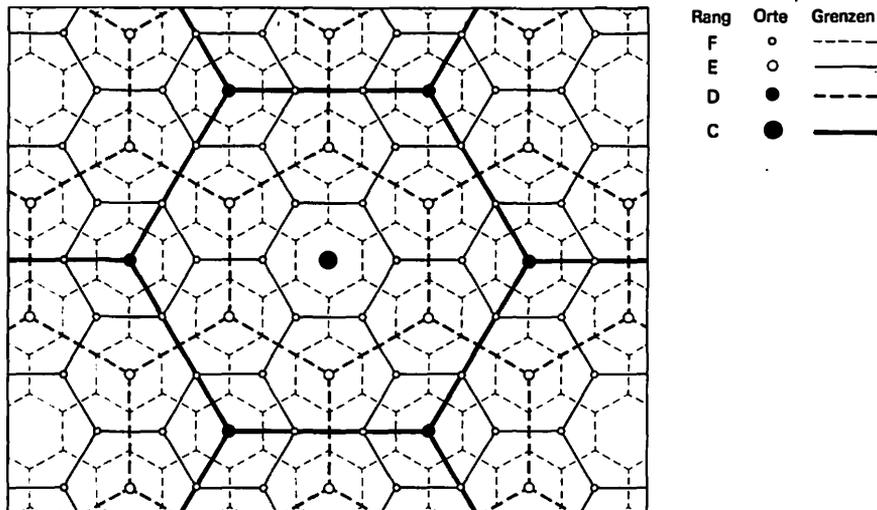


Abb. 1.10: Christallers System der zentralen Orte

CHRISTALLER faßt das Ergebnis seiner theoretischen Überlegungen wie folgt zusammen:

1. "Die zentralen Orte sind nach bestimmten Gesetzen über das Land verteilt"⁶⁷; zentrale Orte gleichen Ranges haben gleiche Abstände voneinander, und zwar sind diese Abstände umso größer, je höher der Rang ist.
2. "Es gibt ganz bestimmte, zwangsläufig aus den Gesetzen der Ökonomik folgende Größentypen sowohl von zentralen Orten wie von deren Ergänzungsgebieten"⁶⁸, die durch Anzahl sowie Zusammensetzung der jeweils angebotenen zentralen Güter bestimmt sind und eine hierarchische Stufenfolge bilden.
3. "Die Anzahl der zentralen Orte wie ihrer Ergänzungsgebiete ... schreitet in geometrischem Sinn von dem höchsten zum niedersten Typ hin voran"⁶⁹, und zwar derart, daß eine drei Ergänzungsgebieten einer bestimmten Zentralitätsstufe entsprechende Fläche (eins plus sechsmal ein Drittel) das Ergänzungsgebiet der nächsthöheren Zentralitätsstufe bildet; das entspricht der Zuordnung von zwei zentralen Orten der unteren Stufe zu einem zentralen Ort der nächsthöheren Stufe⁷⁰.

Dieser Zuordnung von zentralen Orten und Ergänzungsgebieten, aus der Reichweite der zentralen Güter entwickelt, spricht CHRISTALLER die höchste Effektivität unter dem Gesichtspunkt der Versorgung der Bevölkerung eines Gebietes mit zentralen Gütern zu, da "alle Teile des Landes mit allen denkbaren zentralen Gütern versorgt werden, und zwar von einer möglichst geringen Anzahl hierbei fungierender zentraler Orte aus"⁷¹, weshalb er dieses Prinzip "Versorgungs- oder Marktprinzip" nennt.

Ausgehend von der Überlegung, daß für die Verteilung, Anzahl und Größe der zentralen Orte nicht nur die bestmögliche Versorgung der Bevölkerung mit zentralen Gütern, sondern auch Ansprüche des Verkehrs sowie die einer zweckmäßigen politisch-administrativen Raumgliederung bestimmend sind, denen die Anordnung der zentralen Orte nach dem "Versorgungsprinzip" unzureichend entspricht, entwickelte CHRISTALLER zwei alternative Anordnungsprinzipien: das "Verkehrsprinzip" ist Ausdruck der Wegebau- und Transportkostenminimierung und impliziert ein Dreiecksraster geradliniger Verkehrslinien, wobei zentrale Orte bestimmter Ordnung immer auf der Mitte der Verkehrslinien liegen, die jeweils zwei zentrale Orte der nächsthöheren Ordnung miteinander verbinden; die Optimalitätsbedingung des "Absonderungs- oder Verwaltungsprinzips" ist die Abgrenzung möglichst kompakter (der Kreisform angenäherter) Raumeinheiten auf allen Verwaltungsstufen, wobei sich eine feste Anzahl kleinerer Einheiten möglichst ohne Grenzüberschneidung in die nächsthöhere Einheit einfügen soll⁷². Diese alternativen Prinzipien für die Anordnung zentraler Orte wurde von CHRISTALLER ursprünglich außerhalb seines theoretischen Rahmens, also nicht von der Reichweite zentraler Güter ausgehend, entwickelt. Sie waren als Hypothesen zur Erklärung räumlicher Verteilungsmuster zentraler Orte in Süddeutschland gedacht, die mit dem "Versorgungsprinzip" nicht in Einklang zu bringen waren⁷³.

Waren die Anordnungsprinzipien des Verkehrs und der Verwaltung zunächst Erklärungsschemata außerhalb der eigentlichen Theorie, so wurde später versucht, diese Hypothesen mit dem Versorgungsprinzip insofern zu verbinden, als andere Verteilungsmuster zentraler Orte ebenfalls aus der Reichweite der zentralen Güter abgeleitet wurden⁷⁴. Damit ergeben sich jedoch Widersprüche in den Theorieannahmen: das Verkehrsprinzip postuliert das Vorhandensein von Verkehrswegen, entlang derer sich die zentralen Orte entwickeln – die Ableitung der Standorte zentraler Güter aus ihrer Reichweite erfordert jedoch Isotropie des Raumes, also das Fehlen bevorzugter Verkehrsrichtungen (Ausgangsbedingung A. 3); das Verwaltungsprinzip hebt die Bedeutung politischer Grenzen für die Entwicklung zentralörtlicher Muster hervor – die Ableitung aus der Reichweite erfordert jedoch das Fehlen jeglicher Grenzeffekte im Raum.

Diese logischen Widersprüche lassen sich beseitigen, wenn man unterschiedliche Anordnungsmuster zentraler Orte nicht als Ausdruck verschiedener "Prinzipien" interpretiert, sondern sich die Voraussetzungen vergewärtigt, unter denen eine andere als die oben abgeleitete (Abb. 1. 10) Verteilung zentraler Orte aus den Theorieannahmen (Verhaltenspostulate, Ausgangsbedingungen) resultieren kann.

Wir gehen aus von einem Netz zentraler Orte unterster Stufe, die vollständig regelmäßig verteilt sind (z. B. die F-Orte in Abb. 1. 10). Dasjenige zentrale Gut, dessen Reichweite gerade dem Abstand zwischen den Orten unterster Stufe entspricht, wird nach obiger Ableitung auf dem nächsthöheren Zentralitätsniveau angeboten, und zwar derart, daß immer die Fläche dreier Ergänzungsgebiete unterer Stufe den Versorgungsbereich der nächsthöheren Stufe bilden – unter der Voraussetzung natürlich, daß die untere Reichweite nicht größer als die obere Reichweite ist. Nehmen wir nun an, diese Voraussetzung sei deshalb nicht erfüllt, weil ceteris paribus die Bevölkerungsdichte im Gesamtgebiet geringer ist.

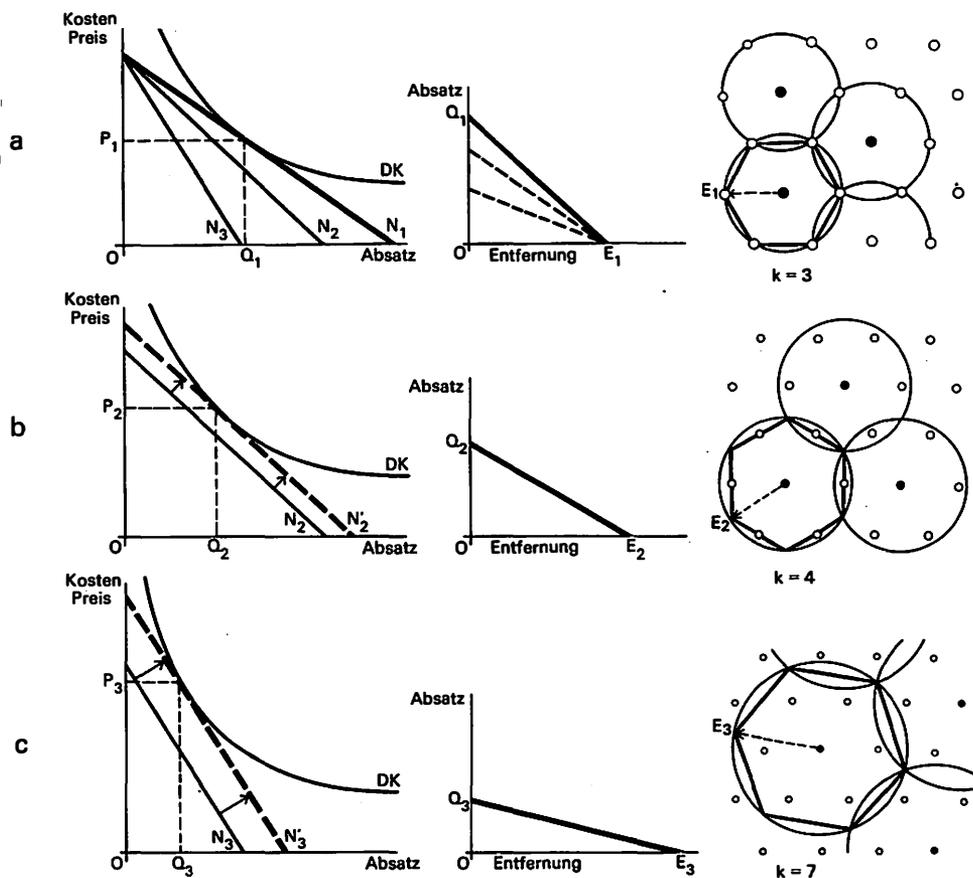


Abb. 1. 11: Zusammenhang zwischen Bevölkerungsdichte, Reichweite zentraler Güter und Systemen zentraler Orte: (a) System $k=3$; (b) System $k=4$; (c) System $k=7$

Abb. 1.11 (a) zeigt, wie sich eine geringere Bevölkerungsdichte bei sonst gleichen Bedingungen auf die Gesamtnachfrage auswirkt, der sich der Anbieter eines bestimmten Gutes gegenüberzieht: die Nachfragekurve N_1 sinkt auf N_2 ⁷⁵ und berührt nun nicht mehr die Kostenkurve; konnte er bei N_1 die Menge OQ_1 kostendeckend zum Preis OP_1 bei einer Reichweite OE_1 absetzen, die ihm gerade ein Marktgebiet in der Größe dreier Versorgungsbereiche der nächstniederer Stufe ($k=3$) sicherte, so müßte er bei nunmehr geringerer Nachfrage je Flächeneinheit das Absatzgebiet vergrößern, um eine ausreichende Gütermenge abzusetzen. Die Reichweite kann aber nur vergrößert werden, wenn entweder der Preis des Gutes gesenkt wird (wegen des Verlaufs der Kostenkurve aber nicht möglich) oder aber die Konsumenten den für dieses Gut vorgesehenen Einkommensanteil erhöhen.

Letzteres entspricht einer parallelen Verschiebung der Nachfragekurve N_2 nach rechts in die Position N_2 (vgl. Abb. 1.11 (b)), so daß die Kostenkurve gerade tangiert wird und das betreffende Gut über eine nunmehr vergrößerte Reichweite OE_2 abgesetzt werden kann – freilich um den "Preis" höherer Kosten für die Konsumenten. Es resultiert eine Verteilung der neuen Angebotsorte in bezug auf die Orte unterster Stufe, die CHRISTALLERs "Verkehrsprinzip" entspricht; vier Ergänzungsgebiete unterster Stufe (eins plus sechsmal einhalb) bilden ein Ergänzungsgebiet der nächsthöheren Ordnung ($k=4$).

Nehmen wir eine im Vergleich zur Ausgangssituation wesentlich geringere Bevölkerungsdichte⁷⁶ an, so weicht die Kurve der Gesamtnachfrage N_3 noch stärker von N_1 ab, so daß die Konsumenten den für dieses Gut vorgesehenen Einkommensanteil noch weiter erhöhen müßten (von N_3 auf N_3 in Abb. 1.11 (c)), um den Absatz dieses Gutes über die Reichweite OE_3 zu ermöglichen. Die Verteilung der neuen Angebotsorte entspricht dann CHRISTALLERs "Absonderungsprinzip": das Ergänzungsgebiet höherer Ordnung umschließt sieben Ergänzungsgebiete der nächstniederer Ordnung ($k=7$).

Es zeigt sich, daß verschiedene Systeme zentraler Orte aus den gleichen Theorieannahmen folgen und in allen Fällen Ausdruck eines "Versorgungsprinzips" sind, also nicht zusätzlicher Erklärungskomponenten wie Verkehrs- oder Verwaltungsansprüchen bedürfen, die dann zu logischen Inkonsistenzen der Theorie führen.

Zu ganz ähnlichen Konsequenzen wie in den hypothetischen Beispielen gelangt man mit der Annahme, daß in zwei Gebieten die Bevölkerungsdichte zwar gleich, die Transportraten jedoch unterschiedlich hoch sind: dem Gebiet mit niedrigerer Transportrate und somit höherer effektiver Nachfrage entspricht dann in Abb. 1.11 (a) die Nachfragekurve N_1 , während N_2 die Nachfrage im Gebiet mit höherer Transportrate darstellt. Das Gebiet mit N_1 weist vergleichsweise geringere Grenzreichweiten für die einzelnen Zentrallitätsstufen und somit einen niedrigeren k -Wert auf⁷⁷.

Schließlich können auch bei sonst gleichen Bedingungen unterschiedliche Niveaus der Kosten des Güterangebots in zwei Gebieten zur Herausbildung verschiedener Systeme zentraler Orte führen; niedrige Kosten senken die Schwelle des Markteintritts für die Anbieter und erhöhen somit deren Anzahl im Markt; das bedingt ein Netz zentraler Orte mit niedrigem k -Wert im Vergleich zu einem Gebiet mit höherem Kostenniveau.

Die Zurückführung der verschiedenen von CHRISTALLER durch unterschiedliche Faktoren (Versorgung, Verkehr, Verwaltung) erklärten Systeme zentraler Orte auf das gleiche Grundprinzip der Lokalisation, nämlich das "Versorgungsprinzip", beseitigt die logischen Widersprüche innerhalb der Theorie und verhilft ihr zu einer größeren Vielfalt an Implikationen und Interpretationsmöglichkeiten bei der Erklärung realer Standortmuster des tertiären Sektors. Die Folgerungen aus der Annahme unterschiedlicher Bevölkerungsdichte, Transportraten oder Anbieterkosten im Raum für die Herausbildung eines Systems zentraler Orte geben einen Hinweis darauf, in welcher Weise die Ausgangsbedingungen (vgl. Abschnitt 1.4) die Ableitung zentralörtlicher Muster⁷⁸ aus den Verhaltenspostulaten beeinflussen.

1.5.3 Eigenschaften zentralörtlicher Systeme: die Voraussagen der Theorie

Ziel der zentralörtlichen Theorie CHRISTALLERs ist es, Erklärungen für die in der Realität zu beobachtenden Regelmäßigkeiten der Verteilung von Städten (zentralen Orten) nach Größe, Anzahl und Lage zu geben. Es muß daher möglich sein, genau diese Eigenschaften von Siedlungsmustern in den theoretisch abgeleiteten Systemen zu identifizieren und zu beschreiben. Dies sind sozusagen die Voraussagen der Theorie: sind die relevanten Ausgangsbedingungen bekannt, dann kann man von den durch die Verhaltensannahmen postulierten Prozessen – hier: vom räumlichen Nachfrage-Angebots-Mechanismus – auf die räumlichen Ausprägungen solcher Aktivitäten schließen, diese also voraussagen⁷⁹, um sie mit den empirisch festgestellten Eigenschaften von Städteverteilungen bzw. Standortmustern zu vergleichen. Der empirische Gehalt und somit der Grad der Prüfbarkeit der Theorie hängt positiv mit der Präzision oder Bestimmtheit zusammen, mit der solche Voraussagen aus der Theorie abgeleitet werden können.

Andererseits besteht ebenfalls ein positiver Zusammenhang zwischen dem Grad an Allgemeinheit und dem der Prüfbarkeit einer Theorie. Auf Grund der idealisierten Ausgangsbedingungen – homogener und unbegrenzter Raum – hat das in der Theorie abgeleitete System der zentralen Orte jedoch den Charakter eines Idealtypus⁸⁰, der die räumlichen Implikationen ökonomischer Vorgänge sozusagen in "reiner" Form zeigt. Der Allgemeingrad einer solchen theoretischen Konstruktion ist sehr gering, denn das strenge Muster der zentralen Orte resultiert dann und nur dann, wenn die Ausgangsbedingungen erfüllt sind. Bei Nichtübereinstimmung zwischen Voraussage der Theorie und Realitätsbeobachtung könnte dann stets darauf verwiesen werden, daß die Ausgangsbedingungen nicht erfüllt waren⁸¹.

Die empirisch prüfbareren Voraussagen der Theorie müssen also derart verallgemeinert sein, daß sie entweder weitgehend unabhängig von Variationen der Ausgangsbedingungen (Dichte-, Transportkostenunterschiede usw.) gelten oder Konsequenzen beschreiben, die sich aus Änderungen der Ausgangsbedingungen für das System zentraler Orte bzw. seiner Eigenschaften ergeben. Zum anderen sollen die Voraussagen möglichst präzise sein, um empirisch gehaltvoll zu sein⁸².

Unter diesen Gesichtspunkten lassen sich folgende Eigenschaften zentralörtlicher Systeme⁸³ als Voraussetzungen der Theorie und somit als Hypothesen für empirische Tests formulieren:

H. 1 Größentypen zentraler Orte:

Es besteht eine klassifikatorische Ordnung der zentralen Orte nach der Anzahl der verschiedenen in einem Ort angebotenen zentralen Güter. Diese lassen sich einteilen in solche, die auch in zentralen Orten niedriger Ordnung angeboten werden, und in diejenigen, die nur in Orten der jeweiligen Größenklasse und in Orten höherer Ordnung angeboten werden. Die letztgenannte Gütergruppe bestimmt somit die Ordnung eines zentralen Ortes. Es besteht also eine gemeinsame Rangordnung von zentralen Gütern und zentralen Orten.

H. 2 Räumliche Verteilung zentraler Orte:

Die räumliche Verteilung der zentralen Orte ist regelmäßig; die Ergänzungsgebiete zentraler Orte und somit auch die Abstände zwischen den Orten sind umso größer, je höher die Ordnung (Zentralitätsstufe) ist. Je stärker die tatsächliche Raumbeschaffenheit von der in den Ausgangsbedingungen postulierten abweicht, desto unregelmäßiger verteilen sich die zentralen Orte im Raum: relativ hohe Bevölkerungsdichte, bessere Ausstattung mit natürlichen Ressourcen sowie niedrigere Transportraten in einem Gebiet bedingen kürzere Abstände zwischen den zentralen Orten gleicher Ordnung; das Umgekehrte gilt bei vergleichsweise schwacher Ausprägung der Raummerkmale.

H. 3 Hierarchische Zuordnung zentraler Orte:

Zentrale Orte und ihre Ergänzungsgebiete sind einander hierarchisch zugeordnet in der Weise, daß eine bestimmte Anzahl von zentralen Orten mit ihren Ergänzungsgebieten (oder Teilen davon) von einem zentralen Ort der nächsthöheren Ordnung mit Gütern dieser höheren Ordnung versorgt wird. Sind die Ausgangsbedingungen weitgehend erfüllt, so ist die Anzahl der dem nächsthöheren Hierarchielevel zugeordneten Orte bzw. Ergänzungsgebiete über alle Hierarchiestufen konstant (fester Zuordnungsfaktor k). Abweichungen der tatsächlichen Raumbeschaffenheit von der postulierten bewirken räumliche Variationen des Zuordnungsfaktors k : der k -Wert ist umso kleiner, je höher die Bevölkerungsdichte, je besser die Ressourcenausstattung und je niedriger die Transportraten sind (und umgekehrt).

Die konsequente Anwendung der Verhaltenspostulate in CHRISTALLERs Theorie erlaubt die Ableitung von Eigenschaften zentralörtlicher Systeme, die als allgemeine Hypothesen empirisch gehaltvoller sind als die dem CHRISTALLERschen System gemeinhin zugeschriebenen Eigenschaften bei jeweils konstantem k -Wert, die nur bei Gültigkeit der Ausgangsbedingungen zutreffen und in dieser restriktiven Form empirisch unüberprüfbar sind, da Falsifikationsversuchen stets mit dem Hinweis zu begegnen ist, die Ausgangsbedingungen seien eben nicht erfüllt gewesen⁸⁴.

Es kann aber nicht übersehen werden, daß die Erklärungskraft der CHRISTALLERschen Theorie nicht so sehr durch die unrealistischen Ausgangsbedingungen als vielmehr durch die normativen Verhaltenspostulate eingeschränkt ist, die wohl auf der Makroebene allgemeiner Systemeigenschaften "befriedigende" Voraussagen erlauben, nicht jedoch auf der Mikroebene des Individualverhaltens, von dem her die großräumigen Regelmäßigkeiten zentralörtlicher Muster zu erklären wären. Wir wollen im folgenden Ansätze zur Verallgemeinerung der Theorie sowie kritische Auseinandersetzungen mit ihrer Verhaltensbasis daraufhin untersuchen, welche Möglichkeiten zu ihrer Verbesserung bestehen.

Verhaltenspostulate für die Zentrale-Orte-Theorie, welche selbst empirisch prüfbar sind, erhöhen den empirischen Gehalt der aus ihnen abgeleiteten zentralörtlichen Standortmuster und somit auch den Grad der Überprüfbarkeit solcher Voraussagen der Theorie.

ANMERKUNGEN

- 1 W. CHRISTALLER: Die zentralen Orte in Süddeutschland. Eine ökonomisch-geographische Untersuchung über die Gesetzmäßigkeit der Verteilung und Entwicklung der Siedlungen mit städtischen Funktionen. Jena 1933, reprogr. Nachdr. Darmstadt 1968, Vorwort.
- 2 ebd., S. 63-65.
- 3 ebd., S. 64, Hervorhebung vom Verf.
- 4 vgl. z.B. die weitreichende Kritik von B. DIETRICH: Die Theorie der zentralen Orte, Aussage und Anwendung heute, in: Raumforsch. u. Raumordn. 24(1966), S. 259-267.
- 5 vgl. W. CHRISTALLER, a. a. O., S. 21-32.
- 6 CHRISTALLER selbst umschreibt in der Einleitung seine Theorie als "Standortlehre der städtischen Gewerbe und Einrichtungen", die sich "ergänzend neben Thünens Standortlehre der Agrarproduktion und Webers industrielle Standortlehre stellen würde", ebd. S. 20. E. v. BÖVENTER: Die Struktur der Landschaft. Versuch einer Synthese und Weiterentwicklung der Modelle J. H. von Thünens, W. Christallers und A. Löschs, in: Schriften des Vereins für Socialpolitik, N.F., Bd. 27(1962), S. 111, interpretiert Christallers Theorie in gleicher Weise und verwendet sie als Baustein für eine allgemeine Theorie der wirtschaftlichen Raumstruktur, ebd. S. 99-124. Eine Theorie zum Verständnis der "räumlichen Struktur von Einzelhandel und Dienstleistungen" (zwischenstädtisch wie innerstädtisch) nennen sie B. J. L. BERRY, W. GARRISON: Recent developments of central place theory, in: Papers a. Proceed., Regional Science Assoc., 4(1958), S. 7; in gleichem Sinne auch B. J. L. BERRY: Geography of market centers and retail distribution. Englewood Cliffs, N. J. 1967, der in der Theorie zentraler Orte die Grundlage einer "marketing geography" sieht.
- 7 H. BOBEK: Die Theorie der zentralen Orte im Industriezeitalter, in: Deutscher Geographentag Bad Godesberg 1967, Tagungsber. u. wiss. Abhdlg., Wiesbaden 1969, S. 204.
- 8 C. G. HEMPEL, P. OPPENHEIM: Studies in the logic of explanation, in: Philosophy of Science 15(1948), S. 135-175; sowie C. G. HEMPEL: Aspects of scientific explanation, New York 1965, S. 229-496; vgl. auch D. HARVEY: Behavioural postulates and the construction of theory in human geography, in: Geographia Polonica 18(1970), S. 28; u. ders.: Explanation in geography. London 1969, S. 36-37; sowie G. OLSSON: Explanation, prediction, and meaning variance: an assessment of distance interaction models, in: Econ. Geogr. 46 (1970), S. 224.
- 9 das in seiner Grundstruktur auf K. R. POPPER zurückgeht, vgl. K. R. POPPER: Logik der Forschung, Tübingen 1935, 3. Aufl. 1969; vgl. ders.: Naturgesetze und theoretische Systeme, in: S. MOSER (Hrsg.): Gesetz und Wirklichkeit. Internationale Hochschulwochen des österr. College, Alpbach/Tirol 1948, Innsbruck u. Wien 1949, wieder abgedr. in: H. ALBERT (Hrsg.): Theorie und Realität, Tübingen 2. Aufl. 1972, S. 50.
- 10 "Postulat" bedeutet hier nicht "Forderung", sondern wird als Synonym für Grundannahme, Grundsatz, Prämisse oder Axiom verwendet, von dem übrigens nicht mehr erwartet wird, daß es "selbstevident" ist, sondern daß es als nomologische Gesetzhypothese empirischer Prüfung grundsätzlich zugänglich und somit widerlegbar ist. Vgl. H. ALBERT: Theorie und Prognose in den Sozialwissenschaften, in: Schweiz. Zeltschr. f. Volkswirtschaft u. Statistik 93 (1957), Anm. 10.
- 11 vgl. H. ALBERT: Probleme der Wissenschaftslehre in der Sozialforschung, in: R. KÖNIG (Hrsg.): Handbuch der empirischen Sozialforschung, Bd. I, Stuttgart 1967, 3. Aufl. 1972, S. 75.
- 12 In Erweiterung und Modifizierung einer Definition von E. W. UHEREK: Morphologische Grundlagen einer raumwirtschaftlichen Strukturanalyse des Einzelhandels. Ein Beitrag zur Grundlegung der regionalen Handelsforschung. Diss., Berlin 1962, S. 3.
- 13 W. CHRISTALLER: Die zentralen Orte . . . , a. a. O., S. 27.
- 14 ebd., S. 29 u. 40.
- 15 ebd., S. 28.
- 16 Aus der Betrachtung ausgeschlossen werden somit räumlich ubiquitäre ("disperse") Güter sowie Leistungen von Gewerbe mit überregionalen Zulieferer- und/oder Absatzbeziehungen.
- 17 ebd., S. 25.
- 18 ebd., S. 24.
- 19 ebd., S. 27.
- 20 vgl. ebd., S. 26. CHRISTALLER setzt andererseits jedoch seinen Begriff des zentralen Ortes deutlich von dem einer Siedlungseinheit oder politischen Gemeinde ab - nur der Funktionsbereich zentraler Gewerbe macht diesen "Ort" aus; vgl. ebd. S. 25 - so daß sich schon allein aus diesem Widerspruch Probleme bei der Zentralitätsbestimmung ergeben.
- 21 "Wir können geradezu die Zahl der gehandelten Güterarten gleichsetzen mit der Bedeutung des betreffenden zentralen Orts"; ebd., S. 70.
- 22 vgl. ebd., S. 26 u. 28.
- 23 vgl. ebd., S. 30-31.
- 24 ebd., S. 31.

- 25 Dieser Definitionszirkel (ein zentraler Ort ist ein Ort mit Zentralität – Zentralität ist Bedeutungsüberschuß in bezug auf das Ergänzungsgebiet des zentralen Ortes – das Ergänzungsgebiet ist ein Gebiet mit Bedeutungsdefizit, welches durch den Bedeutungsüberschuß des zentralen Ortes gerade ausgeglichen wird – ein zentraler Ort ist ...) hat sich in der empirischen Zentralitätsforschung hemmend ausgewirkt; eine so definierte "Zentralität" erfüllt nicht den Zweck, empirische Tatbestände im Explanans oder im Explanandum (vgl. oben) beschreiben zu können, denn sie setzt im Grunde voraus, was die Theorie erst erklären will. Die Suche nach immer "besseren" Zentralitätsmaßen hat gelegentlich den Blick für den eigentlichen Erklärungsansatz der Theorie verstellt. Darauf wird später noch einzugehen sein.
- 26 Postulate des Verhaltens der Wirtschaftssubjekte werden von CHRISTALLER nicht explizit formuliert; sie sind vielmehr in zahlreichen Einzelbeispielen von Nachfrage- und Angebotsbeziehungen enthalten und lassen sich aus diesen gewissermaßen extrahieren; vgl. W. CHRISTALLER: Die zentralen Orte ..., a. a. O., S. 33–63. Vgl. hierzu auch P. E. LLOYD, P. DICKEN: Location in space: a theoretical approach to economic geography, New York usw. 1972, S. 9; sowie M. ELIOT HURST: A geography of economic behavior, London 1974, S. 198.
- 27 vgl. G. OLSSON, S. GALE: Spatial theory and human behavior, In: Papers, Regional Science Assoc. 21(1968, S. 229).
- 28 vgl. R. G. LIPSEY: An introduction to positive economics, London, 2. Aufl. 1966, S. 71–402; G. GÄFGEN: Theorie der wirtschaftlichen Entscheidung, Tübingen, 2. Aufl. 1968, insb. Teil I.
- 29 vgl. die sehr klare Darstellung eines solchen Axiomensystems in K. H. HÖRNING: Ansätze zu einer Konsumsoziologie, Freiburg 1970 (Absatzwirtschaft u. Konsumforschung, Bd. 4), S. 14–22.
- 30 vgl. W. CHRISTALLER: Die zentralen Orte ..., a. a. O., S. 17.
- 31 Das Anschauungsbeispiel mit den Abb. 1.1 und 1.2 wurde entnommen aus: A. E. OTT: Preistheorie, in: W. EHRLICHER et al. (Hrsg.) Kompendium der Volkswirtschaftslehre, Bd. 1, Göttingen 1967, S. 131–134.
- 32 Änderung der Nachfrage eines Gutes infolge Änderung seines Preises. Angenommen, der Preis verändere sich um 1 %; je nachdem, ob die Mengenänderung der Nachfrage kleiner, gleich oder größer als 1 % ist, ist die Elastizität der Nachfrage gering, gleich eins oder groß.
- 33 nach J. HICKS, vgl. E. u. M. STREISSLER: Einleitung, in: dis. (Hrsg.) Konsum und Nachfrage, Köln, Berlin 1966, S. 48f.
- 34 vgl. K. H. HÖRNING: Ansätze zu einer Konsumsoziologie, a. a. O., S. 23.
- 35 Die spätere Analyse des empirischen Gehalts dieses Postulats wird jedoch die Problematik des Nachfragegesetzes als Basis der zentralörtlichen Theorie erweisen. Zur Kritik am Nachfragegesetz vgl. H. ALBERT: Zur Theorie der Konsum-Nachfrage, in: Jb. f. Sozialwiss. 16(1965), S. 149–172; sowie K. H. HÖRNING, a. a. O., S. 29–45.
- 36 Ein solcher Verlauf ist Ausdruck des "Ertragsgesetzes", das besagt, daß es eine optimale Mengenkombination der Faktoren gibt.
- 37 Der waagerechte Verlauf dieser Kurve besagt, daß nur zu einem bestimmten Marktpreis (M) das Gut unseres Anbieters nachgefragt wird. Die Konsumenten reagieren also extrem empfindlich auf Preisveränderungen eines Anbieters. – Der Verlauf dieser Nachfragekurve steht nicht im Widerspruch zum Nachfragegesetz (vgl. Abb. 1.2), da hier nur die Beziehung zu einem Anbieter dargestellt ist (und nicht die Nachfrage nach dem Gut überhaupt).
- 38 bei vollkommenem Wettbewerb gleich dem Marktpreis (Nachfrage).
- 39 da B auf der Kurve der durchschnittlichen Gesamtkosten liegt.
- 40 Eine weitere Bedingung zur Gewinnmaximierung (Grenzkosten = Grenzumsatz) ist noch, daß der Grenzumsatz (Preis) größer als die durchschnittlichen variablen Kosten oder diesen gleich ist.
- 41 Nullgewinne bedeuten keineswegs eine Härte für die Anbieter, denn die Gesamtkosten schließen Unternehmerlöhne, Kapitalerträge, Risikoprämien usw. mit ein.
- 42 Annahme der ("raumlosen") Mikroökonomik.
- 43 vgl. etwa CHRISTALLERs Beispiel der Arztkonsultationen der Bevölkerung eines Gebietes in Abhängigkeit von der Entfernung zur Arztpraxis; W. CHRISTALLER: Die zentralen Orte, a. a. O., S. 34–37.
- 44 f. o. b. (free-on-board) -Preise sind Preise "ab Werk" im Gegensatz zu c. i. f. (cost, insurance, freight) -Preisen, bei denen der Anbieter zu einem einheitlichen Lieferpreis alle Kunden "frei Haus" beliefert, unabhängig von der Entfernung.
- 45 vgl. G. OLSSON, S. GALE: Spatial theory and human behavior, a. a. O., S. 230.
- 46 Linearität der Nachfragekurve wird hier lediglich zur Vereinfachung angenommen. Das Postulat P. 3 sagt über die Form der Nachfragekurve noch nichts aus.
- 47 Zur Veranschaulichung vgl. CHRISTALLERs Beispiel des Preiswettbewerbs zweier Schuhgeschäfte in benachbarten zentralen Orten; W. CHRISTALLER: Die zentralen Orte ..., a. a. O., S. 44–45.
- 48 Denn zum Verkauf einer zusätzlichen Mengeneinheit eines Gutes muß der Preis ja nicht nur für diese Einheit, sondern für die gesamte Absatzmenge gesenkt werden.
- 49 W. CHRISTALLER: Die zentralen Orte ..., a. a. O., S. 60. "In dem, was wir Reichweite eines zentralen Gutes nennen wollen, kommt die gleichzeitige räumliche Wirksamkeit aller bisher betrachteten Faktoren zum Ausdruck" (wie Bevölkerungsstruktur und -verteilung, Preiswilligkeit, Transportkosten und Erreichbarkeit, Art der Güter sowie ihre Preise); ebd. S. 54.

- 50 vgl. J.B.PARR, K.G.DENIKE: Theoretical problems in central place analysis, in: Econ.Geogr. 46 (1970), S.569-571.
- 51 W.CHRISTALLER: Die zentralen Orte ..., a.a.O., S.56.
- 52 nach J.B.PARR, K.G.DENIKE, a.a.O., S.569 (Fig. 1 u. 2).
- 53 vgl. W.CHRISTALLER, a.a.O., S.59 u. 62. - Die reale Reichweite kann Richtungsverzerrungen aufweisen je nach räumlicher Verteilung und Preisgestaltung der Konkurrenten sowie der Erreichbarkeit der Angebotsorte für die Konsumenten.
- 54 Elastizität der räumlichen Nachfrage ist ein Maß für die prozentuale Veränderung der Nachfragemenge am Ort X im Verhältnis zur prozentualen Veränderung der Entfernung von X. Elastische Nachfrage (Elastizität größer 1) bedeutet, daß die Nachfrage mit zunehmender Entfernung rasch absinkt (Distanzempfindlichkeit der Nachfrage, geringe Reichweite des Gutes); relativ unelastische räumliche Nachfrage (Elastizität kleiner 1, Nachfragekurven mit flachem Abfall) liegt bei Gütern mit großer Reichweite vor. Vgl. auch Anm. 32.
- 55 vgl. H.ALBERT: Theorien in den Sozialwissenschaften, in: ders. (Hrsg.) Theorie und Realität, Tübingen, 2. Aufl. 1972, S.11-12.
- 56 in Anlehnung an M.ELIOT HURST: A geography of economic behavior, a.a.O., S.198, und P.E.LLOYD, P.DICKEN: Location in space ..., a.a.O., S.9.
- 57 Erst wenn das Bedürfnis (nach einer alten Definition "das Gefühl eines Mangels mit dem Streben ihn zu besettigen") sich auf bestimmte wirtschaftliche Güter richtet, sprechen wir von Bedarf. Tritt zum Kaufwillen und Kaufobjekt noch die Kauffähigkeit (Einkommen) hinzu, wird mit dem Kaufvollzug der hypothetische Kaufwille zur Nachfrage, vgl. E.u.M.STREISSLER: Einleitung, a.a.O., S.22.
- 58 Die Kosten der Einsatzfaktoren (Boden, Kapital, Personal) sind überall gleich; räumlich unterschiedliche Interdependenzen mit anderen Wirtschaftsbereichen (Landwirtschaft, Industrie) gibt es nicht.
- 59 Die wirtschaftliche Entfernung CHRISTALLERs wird somit direkt proportional der Luftlinienentfernung zwischen den Standorten des Anbieters und des Konsumenten.
- 60 vgl. das Erklärungsschema im Abschnitt 1.1.
- 61 W.CHRISTALLER: Die zentralen Orte ..., a.a.O., S.63-85.
- 62 Sechsecke sind diejenigen regulären Polygone gleichen Flächeninhalts, die die höchste räumliche Packungsdichte erlauben. Gemessen am maximalen Radius und Umfang erreichen sie 80 % der Effizienz eines Kreises, der Ausgangsform für die Marktgebiete unter der Bedingung der Bewegungsminimierung; vgl. P.HAGGETT: Einführung in die kultur- und sozialgeographische Regionalanalyse, Berlin u. New York 1973, S.61-63.
- 63 Zur Ableitung der Raumstruktur für ein Gut, die CHRISTALLER nicht gibt, vgl. J.B.PARR, K.G.DENIKE: Theoretical problems ..., a.a.O., S.568-571; B.J.L.BERRY: Geography of market centers ..., a.a.O., S.62-63; M.ELIOT HURST: A geography ..., a.a.O., S.201-202; P.E.LLOYD, P.DICKEN: Location in space ..., a.a.O., S.12-13.
- 64 Die folgende Darstellung wurde meinem Beitrag "Christallers Theorie zentraler Orte", in: J.ENGEL (Hrsg.) Von der Erdkunde zur raumwissenschaftlichen Bildung, Bad Heilbrunn 1976, S.106-110, entnommen.
- 65 vgl. W.CHRISTALLER: Die zentralen Orte ..., a.a.O., S.65-72.
- 66 Andernfalls kann das Gut auch auf der niederen Zentralitätsstufe angeboten werden, was zu einer Abweichung im symmetrischen Aufbau des Systems der zentralen Orte führen würde; vgl. W.CHRISTALLER: Die zentralen Orte ..., a.a.O., S.72-73. Diese Bedingung, daß die untere Reichweite stets größer ist als die Grenzreichweite der nächstniederen Zentralitätsstufe, ist jedoch nicht notwendig für ein symmetrisches Zentrale-Orte-Netz, wenn man den (realistischen) Fall mehrerer Anbieter des gleichen Gutes an einem Ort einbezieht, wobei jeder Anbieter für sich eine relativ geringe untere Reichweite besitzt, es dennoch aber nicht zur räumlichen Streuung der Anbieter an isolierten Standorten kommt (wegen Agglomerationsvorteilen am gemeinsamen Standort).
- 67 ebd., S.72. CHRISTALLER spricht später von "Raumgesetzen" als den Projizierungen ökonomischer Gesetze im Raum, wobei die Begriffe der Reichweite diese Transformationsfunktion erfüllen; vgl. W.CHRISTALLER: Die Hierarchie der Städte in: Lund Studies in Geogr., Ser. B, No.24, 1962, S.10.
- 68 W.CHRISTALLER: Die zentralen Orte ..., a.a.O., S.72.
- 69 ebd., S.72.
- 70 Diese Beziehungen gelten für alle Hierarchiestufen, so daß die Zuordnungen in der Hierarchie abwärts der Zahlenfolge 1 - 3 - 9 - 27 ... für die Ergänzungsgebiete und 1 - 2 - 6 - 18 - ... für die zentralen Orte entsprechen.
- 71 W.CHRISTALLER: Die zentralen Orte ..., a.a.O., S.77.
- 72 vgl. ebd., S.79-85.
- 73 Das verdeutlichen auch die ursprünglichen Abbildungen CHRISTALLERs, die nur das jeweilige Prinzip, nicht jedoch das vollständige Muster der Anordnung zeigen. Sie sind nicht das Ergebnis von Ableitungen (geometrischer Konstruktion), sondern lediglich Skizzen möglicher Verzerrungen der Raummuster. Vgl. ebd., Fig.4, S.80, u. Fig.6, S.84. Im Rahmen seines empirischen Verifikationsversuches bezeichnet CHRISTALLER diese Prinzipien schließlich als "sekundäre Deviationsgesetze" neben dem "Hauptverteilungsgesetz" des Versorgungsprinzips; ebd., S.254.

- 74 LÖSCH korrigierte CHRISTALLERs in Anm. 73 genannten Abbildungen, indem er nunmehr reguläre Netze für die Zuordnungsfaktoren $k=4$ ("Verkehrsprinzip") und $k=7$ ("Verwaltungsprinzip") konstruierte; vgl. A. LÖSCH: Die räumliche Ordnung der Wirtschaft, (Jena 1940), 3. Aufl. Stuttgart 1962, Abb. 35 u. 36, S. 92. CHRISTALLER gab 1950 eine neue Darstellung seiner verschiedenen Systeme zentraler Orte, die jeweils auch die Versorgungssituation aufzeigten; vgl. W. CHRISTALLER: Das Grundgerüst der räumlichen Ordnung in Europa, Frankfurt 1950 (Frankfurter Geogr. Hefte, 24. Jg. 1950, H. 1), Fig. 1-3, S. 10. Diese Darstellung fand durch BERRY und PRED Eingang in das englisch-sprachige Schrifttum; vgl. B. J. L. BERRY, A. PRED: Central place studies: a bibliography of theory and applications, Philadelphia, Pa. 1961 (Regional Science Research Inst., Bibliogr. Series No. 1).
- 75 Unter der Annahme, die Bevölkerungsdichte sei im Fall 2 um 25 % geringer als im Fall 1.
- 76 Diese betrage nur 43 % der im Fall 1 angenommenen Dichte.
- 77 Auf den Zusammenhang zwischen Transportkosten und der Verteilung zentraler Orte werden wir später noch einmal zurückkommen.
- 78 also das Explanandum (das zu erklärende Ereignis) im obigen Erklärungsschema (vgl. Abschnitt 1.1).
- 79 Wir gehen davon aus, daß Erklärung und Prognose (Voraussage) durch eine Theorie logisch äquivalent sind; vgl. H. ALBERT: Probleme der Wissenschaftslehre ..., a. a. O., S. 80-82. Zur Kritik an dieser auf POPPER sowie KEMPEL u. OPPENHEIM (vgl. Anm. 8 u. 9) zurückgehenden Äquivalenzbehauptung vgl. G. OLSSON: Explanation, prediction, ..., a. a. O., S. 223-233.
- 80 vgl. hierzu C. G. KEMPEL: Typologische Methoden in den Sozialwissenschaften, (1952), in: E. TOPITSCH (Hrsg.): Logik der Sozialwissenschaften, Köln u. Berlin (1965), 6. Aufl. 1970, S. 85-103.
- 81 Den Ausgangsbedingungen käme gewissermaßen die Funktion zu, die Theorie gegen die Erfahrung zu immunisieren - ganz ähnlich, wie dies mit der ceteris-paribus-Klausel in ökonomischen Theorien der Fall ist, worauf ALBERT besonders hinweist; vgl. H. ALBERT: Modell-Platonismus. Der neoklassische Stil des ökonomischen Denkens in kritischer Beleuchtung; in: F. KARRENBERG, H. ALBERT (Hrsg.): Sozialwissenschaft und Gesellschaftsgestaltung, Berlin 1963, S. 45-76. Es sei schon jetzt darauf hingewiesen, daß ALBERTs Kritik am Modell-Platonismus auch das Nachfragegesetz trifft, auf das sich die zentralörtliche Theorie stützt. Darauf wird noch einzugehen sein.
- 82 Sie sollen gewisse Klassen von Erscheinungen "verbleten", d. h. ausschließen, denn dadurch können Theorieaussagen ja überhaupt erst in Widerspruch zu Beobachtungsfeststellungen geraten und sich als ungültig erweisen.
- 83 abgeleitet aus den Verhaltenspostulaten P. 1 - P. 4 in Verbindung mit den Ausgangsbedingungen A. 1 - A. 3; vgl. oben.
- 84 In der wohl "reinsten" Form präsentiert M. F. DACEY: The geometry of central place theory; in: Geografiska Annaler 47B (1965), S. 111-124, die Eigenschaften zentralörtlicher Systeme in einer Axiomatisierung der klassischen Theorie, die eine Konsistenzprüfung der Theorie bezüglich der ihr zugrunde liegenden Geometrie erlaubt, nicht jedoch bezüglich ihres ökonomischen Gehalts. In DACEYs stringenter Formulierung reduziert sich CHRISTALLERs System der zentralen Orte zu "a motif constructed on a plane lattice" (S. 115), das unendlich oft auf einer unbegrenzten Fläche zu wiederholen ist. Kennt man die Eigenschaften dieser kleinsten Grundeinheit, kennt man auch die Eigenschaften des gesamten Systems. Die Implikationen von DACEYs Ableitungen für die empirische Analyse sind spärlich. Gleiches gilt auch für das deutsche Gegenstück zu DACEYs Beitrag von G. NEUMANN, H. HAMBLOCH: Modelle zentraler Orte und ihre geometrischen Grundlagen, in: Geogr. Ztschr. 57(1969), S. 191-197.

2 WEITERENTWICKLUNG DER ZENTRALÖRTLICHEN THEORIE

2.1 ANSÄTZE ZUR VERALLGEMEINERUNG VON CHRISTALLERS THEORIE

Verallgemeinerungsversuche von CHRISTALLERS Theorie^{1*} der zentralen Orte haben zum Ziel, die Implikationen der Theorieannahmen durch stringente Ableitung zu vermehren und somit den Geltungsbereich der Theorie zu erweitern, indem auch Unregelmäßigkeiten und Veränderungen im System der zentralen Orte mit dem ursprünglichen Instrumentarium der Theorie direkt erklärt werden können.

2.1.1 Der Beitrag von Lösch

LÖSCHs Ableitung eines Systems von Marktnetzen², der Struktur einer "Wirtschaftslandschaft"³, wird im allgemeinen als Erweiterung oder Verallgemeinerung der CHRISTALLERSchen Systeme anerkannt⁴, da an die Stelle eines konstanten Zuordnungsfaktors für Marktgebiete und Orte verschiedener Stufen ein variabler k -Wert der Marktgrößen tritt, der eine im Vergleich zum symmetrischen Systemaufbau bei CHRISTALLER wesentlich kompliziertere Raumstruktur mit Funktionsdifferenzierung der Standorte und regionalen Dichteunterschieden der Standortverteilung impliziert. Die Kennzeichnung von CHRISTALLERS Zentrale-Orte-Systemen $k=3$, $k=4$ und $k=7$ als "Sonderfall" einer solchen Wirtschaftslandschaft geht auf LÖSCH selbst zurück⁵. Nachfolgende Interpretationen der CHRISTALLER- und LÖSCH-Systeme heben häufig die größere Flexibilität und Komplexität der von LÖSCH abgeleiteten Raumstruktur als Ausdruck ihres höheren Allgemeinheitsgrades hervor⁶.

Um beurteilen zu können, in welcher Hinsicht LÖSCHs Theorie⁷ über die von CHRISTALLER hinausgeht, genügt es jedoch nicht, die jeweiligen geometrischen Konstruktionen⁸ und deren Interpretationsmöglichkeiten miteinander zu vergleichen; vielmehr muß der unterschiedliche Allgemeinheitsgrad in den grundlegenden Annahmen zum Ausdruck kommen, aus denen die Raumstruktur abzuleiten ist. LÖSCH nennt - im Unterschied zu CHRISTALLER - die Bedingungen für das räumliche Gleichgewicht der Produzenten (Anbieter) eines Gutes; dieses Gleichgewicht leitet er mit Nachfrage- und Kostengrößen exakt ab⁹. LÖSCHs Gleichgewichtsbedingungen haben den Charakter von Verhaltenspostulaten¹⁰:

- (1) Gewinnmaximierung der Anbieter ("sein Standort muß für den einzelnen so vorteilhaft wie möglich sein");
- (2) Flächendeckendes Angebot ("die Standorte müssen so zahlreich sein, daß der ganze Raum ausgenützt wird");
- (3) Freier Marktzutritt und das Verschwinden außerordentlicher Gewinne ("in allen Tätigkeiten, die jedem offenstehen, müssen außerordentliche Gewinne verschwinden");
- (4) Minimale Marktgrößen ("bei der Erzeugung sollten also die Preise im großen und ganzen gleich den Kosten sein ... es muß deshalb hinzukommen, daß die Bezugs-, Erzeugungs- und Absatzgebiete so klein wie möglich sind");
- (5) Käuferindifferenz an den Marktgrößen ("auf den Grenzen der Wirtschaftsgebiete muß es gleichgültig sein, zu welchem der beiden benachbarten Standorte sie gehören").

Der Vergleich dieser Gleichgewichtsbedingungen mit den Verhaltenspostulaten, wie wir sie CHRISTALLERS

* Anmerkungen zu diesem Kapitel vgl. S. 39

Theorie zugeschrieben haben (P. 1 – P. 4; vgl. oben), ergibt folgendes: die fünf Bedingungen sind in ihrer Gesamtheit Ausdruck des Basispostulats von der wirtschaftlichen Rationalität des Handelns. LÖSCHs Bedingungen 1 und 3 entsprechen unserem Verhaltenspostulat P. 2 (Gewinnmaximierung); das Verschwinden außerordentlicher Gewinne ist der Annahme vollständigen Wettbewerbs inhärent¹¹. Damit ist aber auch die Bedingung 4 in P. 2 enthalten. Die Bedingung 2 ist eine Implikation der Verhaltenspostulate P. 2 und P. 1 ('Nachfragegesetz') in Verbindung mit P. 3 (Wegekosten): so lange es noch unversorgte Konsumenten im Gebiet gibt, bestehen noch potentielle Gewinnmöglichkeiten für weitere Anbieter, die ausgeschöpft werden. Bedingung 5 schließlich bestimmt den Einkaufsort der Konsumenten und folgt aus unseren Postulaten P. 1 und P. 3.

So weit besteht vollständige Übereinstimmung der Annahmen. Es fällt jedoch auf, daß das Verhaltenspostulat P. 4, das die Abhängigkeit der Standortentscheidungen von Anbietern verschiedener Güter beschreibt, in LÖSCHs Gleichgewichtsbedingungen keine Entsprechung findet. Diese wurden ja auch zunächst nur für Anbieter eines homogenen Gutes bestimmt, und da LÖSCH von den gleichen Ausgangsbedingungen wie CHRISTALLER ausgeht, nämlich der Annahme eines homogenen, unbegrenzten Raumes¹², ist die aus seinen Gleichgewichtsbedingungen abgeleitete räumliche Anordnung der Anbieter eines Gutes¹³ mit der oben (Abschn. 1.5.1) gegebenen Darstellung identisch. Die Unterschiede zwischen LÖSCHs und CHRISTALLERs System der Marktgebiete beruhen offensichtlich allein auf der Annahme, welche Interdependenzen der Standortwahl zwischen Anbietern verschiedener Güter bestehen. Eine solche Annahme ist jedoch bei LÖSCH nicht explizit formuliert, sondern kann nur aus der Ableitung seines Märktsystems erschlossen werden.

Wie CHRISTALLER geht auch LÖSCH von einer größeren Anzahl verschiedener Güter aus, die sich durch ihre Reichweite unterscheiden. Abweichend von CHRISTALLER legt LÖSCH für die Ableitung des Gesamtsystems jedoch nicht die obere, sondern die untere Reichweite zugrunde, den "notwendige(n) Mindestradius des Absatzgebietes"¹⁴, und leitet für jedes Gut die sich daraus ergebende Verteilung der Anbieter ab. Um eine endliche Zahl solcher Netze verschiedener Marktgebietsgrößen zu erhalten, nimmt LÖSCH nunmehr eine diskontinuierliche Bevölkerungsverteilung an: die Bevölkerung lebt in gleichmäßig im Raum verteilten kleinsten Siedlungen, in Einzelhöfen, Weilern oder Dörfern¹⁵. Mindestabsatzgebieten der einzelnen Güter entsprechen dann unterschiedliche Mengen solcher Basissiedlungen. Es kommen nur diejeni-

Marktgebietsgrößen in Betracht, für die der Mittelpunkt eine solche Basissiedlung ist. Abb. 2.1 zeigt die neun kleinsten möglichen Marktgebietsgrößen, wobei k die Anzahl der voll versorgten Siedlungen im Marktgebiet eines Anbieters ist.

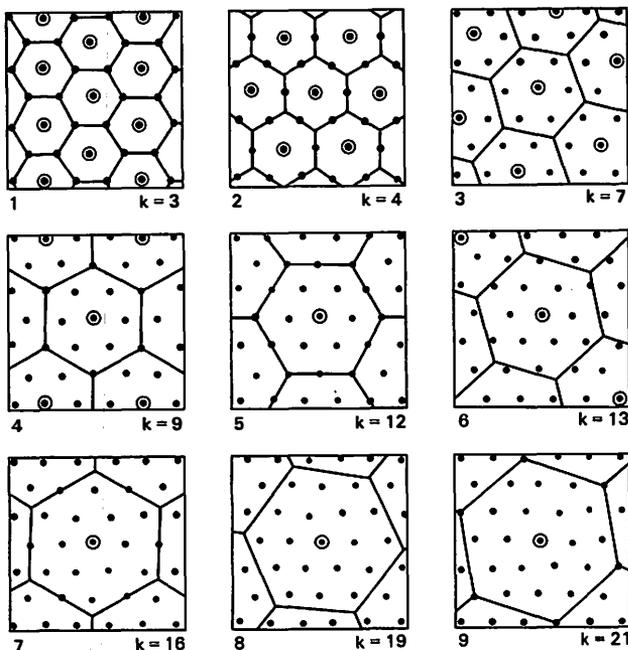


Abb. 2.1: Die neun kleinsten möglichen Marktgebiete (übernommen aus: K.S.O.BEAVON, A.S.MABIN: The Lösch system ..., Fig. 5, S. 140)

Um nun die verschiedenen Netze¹⁶ zu einem räumlichen Gleichgewichtssystem der Anbieter mehrerer Güter zusammenzuführen, führte LÖSCH zwei Bedingungen ein, um eine eindeutige Lösung zu erhalten: die Netze sollen derart übereinander gelegt werden, daß erstens alle Güter einen gemeinsamen Ausgangsort haben und zweitens eine größtmögliche Anzahl von Angebotspunkten zusammenfällt¹⁷, was Einkaufsvorteile für den Konsumenten impliziert. Einen Ausschnitt aus einer derart abgeleiteten Standortverteilung der Anbieter zeigt Abb. 2.2 am Beispiel der 11 kleinsten Marktnetze, von denen die ersten neun in Abb. 2.1 dargestellt sind (Marktgebiet 10 enthält $k=25$, Marktgebiet 11 $k=27$ voll versorgte Basissiedlungen). Orte, in denen das Angebot mehrerer Güter mit verschiedenen großen Marktgebieten zusammenfällt, parallelisiert LÖSCH mit den 'zentralen Orten' CHRISTALLERs¹⁸, wobei er offensichtlich die Anzahl der verschiedenen Güter als Ausdruck der jeweiligen städtischen Größenordnung betrachtet¹⁹. Die Koinzidenz der Anbieterstandorte impliziert also die Bildung von Städten, in denen nun verstärkt Nachfrage nach den Gütern entsteht. Vermehrte Nachfrage ermöglicht

jedoch dem einzigen Anbieter eines Gutes außerordentliche Gewinne; diese wiederum bewirken, daß sich

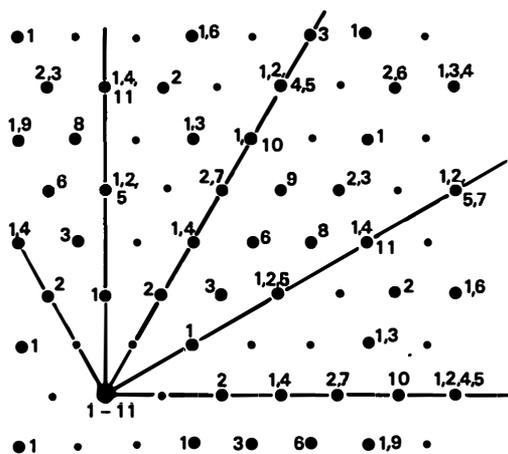


Abb. 2.2: Mittelpunkte der Marktgebiete in LÖSCHs 'Wirtschaftslandschaft' (Ausschnitt; die Zahlen 1 bis 11 geben die Nummern der Marktgebiete an; vgl. auch Abb. 2.1)

ein weiterer Anbieter dieses Gutes dort lokalisiert. Mehr als ein Anbieter des gleichen Gutes an einem Standort widerspricht jedoch der Grundannahme, wonach jeder Anbieter im Zentrum des von ihm ausschließlich versorgten Marktgebietes seinen Standort hat. Es zeigt sich, daß das Zusammenfügen von zunächst unabhängig abgeleiteten Subsystemen zu einem Gesamtsystem zu Inkonsistenzen führt²⁰.

LÖSCH versucht diese Schwierigkeit durch die ad-hoc-Hypothese zu umgehen, wonach die Versorgung der städtischen Bevölkerung und der des Umlandes von getrennten Betrieben aus erfolgt, um somit die Annahme unverzerrter Marktgebiete aufrecht erhalten zu können²¹. Damit geht aber die charakteristische Eigenschaft der Theorie - räumliche Monopole - verloren, und das nunmehr akzeptierte System folgt nicht mehr aus den Verhaltenspostulaten. Die ad-hoc-Hypothese beseitigt also die Falsifizierbarkeit der Theorie²².

Eine weitere Schwäche liegt darin, daß die Bedingung maximaler Koinzidenz der Anbieterstandorte verschiedener Güter zwar Vorteile der Kopplung von Besorgungen bei den Konsumenten impliziert, diese aber nicht ausgenutzt werden dürfen, um das System nicht zu zerstören; denn die Kopplung von Besorgungen in einem Zentrum bewirkt Einsparung von Wegekosten für die betreffenden Güter und somit eine Erhöhung der effektiven Gesamtnachfrage im zugehörigen Marktgebiet, was entweder zu einer Verkleinerung des Gebiets oder zum Markteintritt eines weiteren Anbieters führt.

Die Berücksichtigung solcher Wirkungen räumlicher Nachfragevariation bei der Ableitung des Gesamtsystems entspricht der praktisch unlösbaren Aufgabe, unterschiedlich verzerrte Einzelnetze zur Deckung zu bringen²³. Eine alternative Möglichkeit zur Beseitigung der Inkonsistenzen wäre die Umformulierung der Verhaltenspostulate, so daß das LÖSCHsche Gesamtsystem aus ihnen logisch folgt; welche unrealistischen Annahmen man dann akzeptieren müßte, zeigt v. BÖVENTER²⁴.

2.1.2 Die Systeme Christallers und Löschs im Vergleich

Vergleichen wir nun die unterschiedlichen Ergebnisse CHRISTALLERs und LÖSCHs, aus zunächst gleichen Annahmen über das Verhalten eines Anbieters bzw. Produzenten von Konsumgütern und dessen Nachfrager ein räumliches Gesamtsystem aller Anbieter und Nachfrager abzuleiten. Die entscheidenden Abweichungen resultieren aus der Annahme, in welcher Weise die Standortentscheidungen der Anbieter verschiedener Güter voneinander abhängen, also welche Regeln des Markteintritts unterstellt werden. Das Vorhandensein eines Mindestabsatzgebietes für ein bestimmtes Gut ist natürlich sowohl bei CHRISTALLER als auch bei LÖSCH eine notwendige Bedingung für den Markteintritt; zu einer hinreichenden Bedingung für die Lokalisation eines neuen Anbieters wird es bei CHRISTALLER jedoch erst dann, wenn dieses Mindestabsatzgebiet auch an einem Standort gegeben ist, an dem bereits Güter niedriger Ordnung angeboten werden (vgl. oben: Verhaltenspostulat P. 4).

Anders bei LÖSCH: Das Vorhandensein eines Mindestabsatzgebietes ist allein schon dann auch eine hinreichende Bedingung für den Markteintritt, wenn es von einer der gleichmäßig verteilten kleinen Ausgangssiedlungen aus versorgt werden kann. Die von LÖSCH eingeführten Bedingungen für das Überelanderlagern der Netze sind kaum sinnvoll zu interpretieren; jedenfalls kann die Bedingung maximaler Koinzidenz der Angebotspunkte nicht als Ausdruck eines allgemeinen Agglomerationseffekts gedeutet werden, da nur wenige Netze überhaupt rotierbar sind²⁵.

Wir können also den wesentlichen Unterschied zwischen den Marktsystemen LÖSCHs und CHRISTALLERs

dahingehend charakterisieren, daß LÖSCH Unabhängigkeit bei der Standortwahl von Anbietern verschiedener Güter unterstellt, während CHRISTALLER von bestimmten Abhängigkeiten solcher Standortentscheidungen ausgeht, die hauptsächlich auf dem Effekt erhöhter Nachfrage in den bereits bestehenden Zentren beruht. Diese Nachfrageerhöhung ergibt sich einmal aus der zusätzlichen Nachfrage der Ortsbevölkerung und zum anderen aus der Möglichkeit zur Kopplung von Besorgungen (Mehrzweckfahrten der Konsumenten aus dem Umland) – beide Effekte sind in CHRISTALLERs System berücksichtigt. Sie bewirken zwar Verzerrungen der Marktgebiete und der Verteilung der Zentren – insbesondere nehmen die Marktgebiete gleicher Stufe regelmäßig mit zunehmendem Rang des inliegenden Zentrums an Größe zu²⁶ – doch haben sie keinen 'systemzerstörenden' Effekt wie bei LÖSCH.

Der Grad der räumlichen Konzentration zentraler Einrichtungen ist auf Grund der von CHRISTALLER berücksichtigten Agglomerationsvorteile in seinem System wesentlich stärker als in demjenigen LÖSCHs.

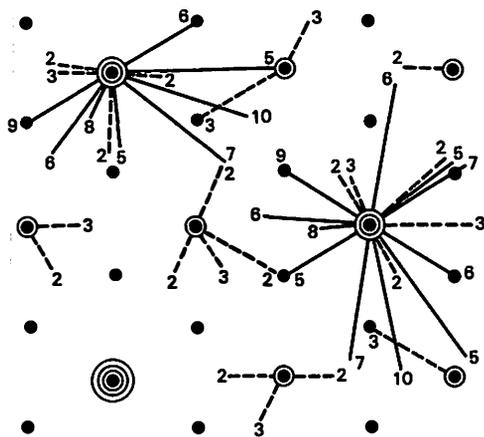


Abb. 2.3: Wie sich die Angebotsstandorte der Marktgebiete 1 - 11 in LÖSCHs System auf CHRISTALLERs zentrale Orte ($k=3$) konzentrieren würden

Abb. 2.3 veranschaulicht, wie sich die nach LÖSCH abgeleiteten Anbieterstandorte bei verschiedenen Marktgrößen (vgl. Abb. 2.1 u. 2.2) auf CHRISTALLERs zentrale Orte konzentrieren würden, wenn wir ein $k=3$ -System annehmen (in unserem Beispiel dreier Rangstufen gibt es nur noch die Marktgrößen 1, 4 und 11). Die Darstellung macht deutlich, daß es allein schon auf Grund des Größenunterschiedes zwischen den tatsächlichen Marktgebieten der zentralen Orte und den Mindestmarktgebieten für die einzelnen Güter zur Konzentration mehrerer Anbieter des gleichen Gutes (derselben Marktgrößen) an einem Standort kommt. Dieser Agglomerationseffekt²⁷ wird noch verstärkt durch Bevölkerungsbewegungen bei der Bildung von Städten und Einkaufskopplungen – beides wird jedoch innerhalb der Theorie nicht explizit berücksichtigt²⁸, ist aber mit ihr vereinbar.

Die Abweichungen zwischen tatsächlicher Größe und Mindestgröße der Marktgebiete

berücksichtigt CHRISTALLER mit den beiden Reichweitebegriffen, der oberen und der unteren Grenze der Reichweite zentraler Güter. Die Ableitung des Systems der zentralen Orte beruht im wesentlichen auf den oberen Reichweiten, die Ausdruck der Konsumentenbereitschaft sind, zum Erwerb eines Gutes eine bestimmte Höchstentfernung zurückzulegen, und welche die räumliche Verteilung der zentralen Orte bestimmen, während die unteren Reichweiten über Anzahl der Güter und Einrichtungen in einem Ort entscheiden²⁹. Je weiter die tatsächliche Marktgrößen und die Größe des Gebiets, das von der unteren Grenze der Reichweite umschlossen wird, auseinander klaffen, desto stärker ist der Grad der räumlichen Konzentration für ein zentrales Gut. Nur beim Übergang von einer Hierarchiestufe zur anderen fallen beide Reichweitengrenzen in etwa zusammen³⁰.

LÖSCHs System beruht hingegen allein auf den unteren Reichweiten, die ausschließlich von der räumlichen Verteilung der Kaufkraft abhängen. Weist diese keine wesentlichen Dichteunterschiede auf und kann man die Nachfrage am Ort des Anbieters vernachlässigen (wegen der sonst auftretenden Inkonsistenzen), dann mag das System LÖSCHs eine Erklärungsgrundlage für beobachtete Angebots- oder Produktionsspezialisierung eines bestimmten Standortgefüges sein, z.B. innerstädtische Standortmuster des tertiären Sektors³¹, Dienstleistungsspezialisierungen im nationalen Maßstab³² oder die industrielle Raumstruktur³³.

Wir können abschließend feststellen, daß LÖSCHs Ableitung eines Systems von Marktgebieten keine Verallgemeinerung von CHRISTALLERs System der zentralen Orte darstellt, sondern daß es sich um einen alternativen Erklärungsansatz für Raumstrukturen handelt, die allein ökonomisch determiniert sind. Dieser Ansatz ist jedoch nicht frei von Widersprüchen, und ihr empirischer Status ist nicht zuletzt auch aus diesem Grunde noch weit hin ungeklärt³⁴. Die Unterschiedlichkeit der Ansätze von CHRISTALLER und LÖSCH ist auch Ausdruck unterschiedlicher Zielsetzungen: während CHRISTALLER ein System zentraler Orte als gegeben betrachtet und nach Erklärungen für beobachtete Regelmäßigkeiten in diesem System suchte, ging es LÖSCH darum, auf einem Netz selbstgenügsamer Siedlungen ein vollständiges System von Produktions- bzw. Angebotszentren und deren Marktgebieten durch eine Folge analytischer Schritte zu errichten³⁵, um seine

Theorie dann mit der Realität zu vergleichen, jedoch nicht mit dem Ziel, die Theorie auf ihren Wahrheitsgehalt zu überprüfen, sondern um an der Theorie die Wirklichkeit zu prüfen, "ob es in ihr denn überhaupt vernünftig zugeht!"³⁶.

2.1.3 Theorie der räumlichen Nachfrage

Kernstück der Theorie zentraler Orte ist die Ableitung der räumlichen Differenzierung der Nachfrage aus der allgemeinen mikroökonomischen Nachfrage Theorie. Während CHRISTALLER umfassend die Faktoren diskutiert, von denen solche räumlichen Nachfragevariationen (Reichweite zentraler Güter) abhängen, entwickelte LÖSCH das analytische Instrumentarium zu einer Theorie der räumlichen Nachfrage, mit welcher der Einfluß der Distanzüberwindungskosten auf die Raumstruktur zentraler Orte explizit gemacht werden kann. Er bedient sich, wie CHRISTALLER, der Annahme eines homogenen Raumes und zur Ableitung der Anbieterstandorte partieller Nachfragefunktionen, welche die Änderung der Nachfrage nach einem bestimmten Gut in Abhängigkeit von dem Preis dieses Gutes - unter Konstanthalten aller sonstigen Einflüsse - beschreiben. Jedoch erweist sich die abgeleitete Regelmäßigkeit der räumlichen Organisation als inkonsistent bzw. sie wird zerstört, wenn die Annahmen über die Raumbeschaffenheit mit allgemeinen Nachfragefunktionen statt mit partiellen verbunden werden.

In konsequenter Erweiterung der "raumlosen" Wirtschaftswissenschaften³⁷ weist LONG³⁸ nach, daß partielle räumliche Nachfragefunktionen schon deshalb logisch widersprüchlich sein müssen, weil sich mit der Entfernung zum Anbieterstandort nicht nur der Lieferpreis (Kaufpreis plus Kosten für den Einkaufsweg) des betrachteten Gutes ändert, sondern auch derjenige aller übrigen Güter, die im Begehrskreis des Konsumenten sind; die Lieferpreise sind also eine Funktion der Distanz zum Angebotsort. Damit verändert sich mit der Einkaufsentfernung das gesamte Preisgefüge der von einem Konsumenten nachgefragten Güter, und die für die partielle Nachfrageanalyse notwendige Konstanzannahme für die Preise aller übrigen Güter kann nicht mehr aufrecht erhalten werden.

Analog zum Einkommens- und Substitutionseffekt der Nachfrage (Bewegung zwischen und auf den Indifferenzkurven als Folge einer Preisänderung des betrachteten Gutes)³⁹ können in der räumlichen Nachfrageanalyse folgende Effekte unterschieden werden:

1. Der räumliche Einkommensverteilungseffekt beschreibt die Nachfrageänderung infolge Einkommensänderung, welche durch Standortverschiebung des Konsumenten bewirkt wird (z. B. Wohnortwechsel).
2. Der räumliche Einkommensbewegungseffekt beschreibt die Nachfrageänderung infolge Änderung des Realeinkommens, welche durch Preisänderungen als Folge einer Standortverschiebung des Konsumenten bewirkt wird.
3. Der räumliche Substitutionseffekt beschreibt die Nachfrageänderung durch Änderung der Preisrelationen der Güter infolge Standortverschiebung des Konsumenten, jedoch bei konstantem Nutzen.

Die Unterscheidung in Einkommens- und Preiseffekte der Nachfrage durch Bewegung des Konsumenten im Raum (bzw. auf Grund unterschiedlicher Entfernungen zu den Angebotsorten) wird in der reinen Nachfrage Theorie nicht getroffen. Darüber hinaus kann der Einfluß von Transportratenänderungen auf die Nachfrage bestimmt werden. Hierauf wird später eingegangen.

Die raumwirtschaftliche Erweiterung der Theorie durch LONG eröffnet eine Reihe interessanter Implikationen für die zentralörtliche Theorie.

(1) Da der Kaufpreis eines Gutes sowie seine gewinnmaximale Reichweite eine Funktion aller Güterpreise und Distanzüberwindungskosten ist, kann die Annahme CHRISTALLERs und LÖSCHs, Kaufpreis und Reichweite des einen Gutes sei unabhängig von denen anderer Güter, nicht aufrecht erhalten werden. Demzufolge kann die Reichweite eines zentralen Gutes sowohl mit der Zentrengröße⁴⁰ als auch mit der relativen Lage seines Standortes im Netz der zentralen Orte gemäß den Konkurrenz- und Substitutionsbeziehungen mit anderen Gütern variieren.

(2) Für ein bestimmtes zentrales Gut kann die Reichweite zwischen zwei Zentren variieren auch ohne die Annahme von Verkehrsvorteilen eines Zentrums, wie anhand der Abb. 2.4 gezeigt werden kann⁴¹.

Die beiden Zentren Z_1 und Z_2 bieten die Güter 1 bis n an, das Zentrum Z_1 zusätzlich noch die ranghöheren Güter $n+1$, $n+2$ usw. auch für Z_2 . Die Lieferpreise p_1 (Kaufpreis k_1 plus Wegekosten) für das rangniedrigste Gut 1 steigen bei beiden Zentren unter der Annahme gleicher Verkehrsbedingungen in deren Einzugsbereichen gleichmäßig an; in einer bestimmten Entfernung von den Zentren (r_1 , r_2 , r_3) beträgt der Lieferpreis d . Die

Reichweiten sind konstant. Bezieht man jedoch den Kauf des Gutes $n+1$, das nur im Zentrum Z_1 angeboten wird, in die Betrachtung ein, verändert sich das Bild: ein Konsument in r_2 muß einen höheren Preis (b)

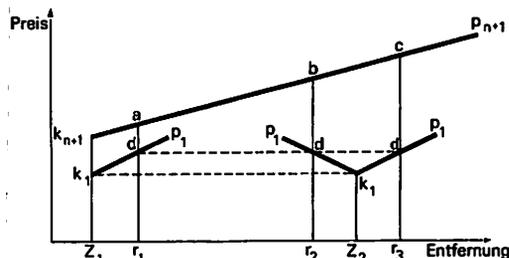


Abb. 2.4: Reichweiteunterschiede für ein Gut in verschiedenen Zentren und im gleichen Zentrum

für dieses Gut zahlen als derjenige in r_1 (a). Das gilt für alle ranghöheren, nur im Zentrum Z_1 angebotenen Güter. Mithin sind deren Lieferpreise für einen Konsumenten in r_2 höher als für einen solchen in r_1 , so daß auch die Reichweite des Gutes 1 beeinflusst wird. Das Gut 1 hat somit in den beiden Zentren unterschiedliche Reichweite, die allein aus der unterschiedlichen Ausstattung der Zentren resultiert.

(3) In ähnlicher Weise wie zuvor kann anhand der Abb. 2.4 auch die Variation der Reichweite eines Gutes in unterschiedlichen Richtungen von einem Zentrum aus aufgezeigt werden. Die Punkte r_2 und r_3 sind gleich weit vom Zentrum Z_2 entfernt (Angebot der Güter 1 bis n), doch in unterschiedlicher Entfernung zum Zentrum Z_1 (Angebot der Güter $n+1$ usw.), was sich in den Preisniveaus b und c ausdrückt. Somit sehen sich die Konsumenten in r_2 und r_3 einem unterschiedlichen Preisgefüge der Güter gegenüber, so daß auch das Gut 1 nicht in beiden Richtungen vom Zentrum Z_2 aus die gleiche Reichweite haben wird.

(4) Auch sind Fälle erklärbar, in denen die Nachfragemenge eines Gutes mit der Entfernung zum Angebotsort zunimmt. Mit wachsender Entfernung zum Zentrum Z_1 (vgl. Abb. 2.4) nehmen die Preise aller Güter zu bis zu den Marktgrenzen der Güter 1 bis n , die auch im Zentrum Z_2 angeboten werden. Mit der weiteren Annäherung an Z_2 werden die Preise von immer mehr Gütern der unteren Gruppe fallen, die der anderen jedoch weiter steigen. Es kann ein Punkt erreicht werden, an dem die räumlichen Einkommensbewegungseffekte der im Preis fallenden Güter (mit der Wirkung einer Erhöhung des Realeinkommens) auf die im Preis steigenden Güter in Verbindung mit räumlichen Substitutionseffekten groß genug sind, um eine Nachfragerhöhung der letzteren trotz zunehmender Entfernung zum Einkaufsort zu bewirken⁴².

Die von LONG aufgezeigten Implikationen der räumlichen Nachfrageanalyse für die zentralörtliche Theorie zerstören die Regelmäßigkeit der räumlichen Struktur, wie sie CHRISTALLER und LÖSCH ableiteten, obwohl die Annahmen räumlicher Homogenität beibehalten wurden. Der entscheidende Unterschied liegt in der Beschreibung des Nachfrageverhaltens, wobei an die Stelle der im räumlichen Kontext logisch inkonsistenten partiellen Nachfragekurven der Konsumenten allgemeine Nachfragefunktionen getreten sind. Allein daraus kann, wie gezeigt wurde, eine beträchtliche Variabilität der Reichweite zentraler Güter resultieren.

Die von LONG aufgezeigten Implikationen der räumlichen Nachfrageanalyse für die zentralörtliche Theorie zerstören die Regelmäßigkeit der räumlichen Struktur, wie sie CHRISTALLER und LÖSCH ableiteten, obwohl die Annahmen räumlicher Homogenität beibehalten wurden. Der entscheidende Unterschied liegt in der Beschreibung des Nachfrageverhaltens, wobei an die Stelle der im räumlichen Kontext logisch inkonsistenten partiellen Nachfragekurven der Konsumenten allgemeine Nachfragefunktionen getreten sind. Allein daraus kann, wie gezeigt wurde, eine beträchtliche Variabilität der Reichweite zentraler Güter resultieren.

Eine direkte Aussage darüber, wann die Reichweiten vergrößert und wann reduziert werden, ist allerdings nicht ohne Kenntnis der Substitutions- bzw. Komplementaritätsbeziehungen der betrachteten Güter möglich.

2.1.4 Veränderungen der Angebotsstruktur zentraler Orte

Die mit Hilfe allgemeiner statt partieller Nachfragefunktionen abzuleitenden Variationen der Reichweite eines zentralen Gutes in Abhängigkeit von der Größe und der Lage des Zentrums, in dem das betreffende Gut angeboten wird, enthalten bereits interessante Implikationen für die funktionale Differenzierung des Netzes zentraler Orte. Expliziert werden solche Konsequenzen, wenn man neben der Nachfrageseite auch die Angebotsseite in die Betrachtung einbezieht.

PARR und DENIKE haben mit Hilfe einer solchen Angebots-Nachfrage-Analyse systematisch die Wirkungen der zeitlich veränderbaren Einflußgrößen wie Bevölkerungsdichte, Wandel der Angebotsformen und der Verkehrsbedingungen sowie regional unterschiedliches Wirtschaftswachstum auf die funktionale Zusammensetzung zentraler Orte aufgezeigt⁴³. Damit wird es möglich, dynamische Aspekte zentralörtlicher Systeme, wie sie CHRISTALLER eingehend beschreibt⁴⁴, direkt in die Ableitung der hierarchischen Raumstruktur einzubeziehen.

Betrachten wir zunächst einen ländlichen Raum, in dem die Bevölkerungsdichte abnimmt⁴⁵ (Abb. 2.5).

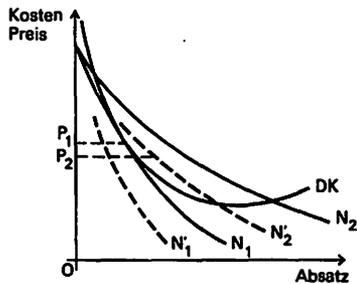


Abb. 2.5:
Bevölkerungsveränderungen und
die hierarchische Stellung
zentraler Orte⁴⁶

Könnte ein bestimmtes Gut bisher in zentralen Orten der untersten und der nächsthöheren Ordnung angeboten werden, da die den beiden Zentrenkategorien entsprechenden Nachfragekurven für dieses Gut N_1 und N_2 mindestens die Kurve der durchschnittlichen Gesamtkosten (DK) für die Anbieter berührten, so entspricht der Bevölkerungsabnahme im Gebiet nun eine Verschiebung der Nachfragekurven nach links (N_1' bzw. N_2'), so daß das betreffende Gut nur noch von zentralen Orten zweiter Ordnung aus angeboten werden kann. Sind von solchen Verlagerungen zahlreiche Güter betroffen und in unserem Beispiel auch die Orte zweiter und dritter Ordnung, so sinken die Orte von der zweiten auf die unterste Hierarchiestufe ab, während die vormals unterste Zentrenkategorie verschwindet. Bevölkerungsveränderungen beeinflussen also die untere Reichweite zentraler Güter und bewirken Verlagerungen des Angebots von einer Hierarchiestufe zu einer anderen.

Im zweiten Fall nehmen wir an, eine neue Verkaufsform mit beträchtlichen Kostenvorteilen großen Umsatzes (z. B. Lebensmittel-Supermarkt gegenüber den herkömmlichen Lebensmittel-Einzelhandlungen) dringe in einem Gebiet vor. Abb. 2.6

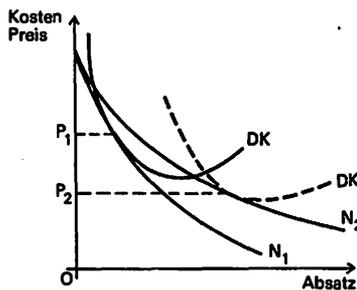


Abb. 2.6:
Größenvorteile von Anbietern
und hierarchische Stellung
zentraler Orte⁴⁷

veranschaulicht die Situation anhand der Durchschnittskostenkurven für die herkömmliche (DK) und die neue Verkaufsform (DK' , gegenüber DK nach rechts unten verschoben). N_1 und N_2 repräsentieren wiederum die Nachfrage nach dem Gut, wie sie in Zentren erster und zweiter Ordnung besteht. Der Anbieter in einem Zentrum erster Ordnung kann die neue Verkaufsform nicht übernehmen, wohl aber sein Konkurrent im Zentrum der nächsthöheren Ordnung, von dem aus die untere Reichweite gerade erreicht wird. Kostenvorteile erlauben ihm einen Preiswettbewerb (Preis Op_2 gegenüber Op_1), der den Anbieter auf der unteren Hierarchiestufe aus dem Markt drängen kann. Derartige Größeneffekte können also zur Verlagerung des Güterangebots auf eine höhere Hierarchiestufe führen.

Im dritten Fall betrachten wir die Wirkungen einer Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in einem Gebiet auf die zentralörtliche Hierarchie (Abb. 2.7). Wir nehmen jetzt an, daß für die neue Verkaufsform eines Gutes (Kostenkurve DK') auch die zentralen Orte zweiter Ordnung nicht über ein ausreichend großes Absatzgebiet verfügen (Nachfragekurve N_2), so daß die alte Verkaufsform (Kostenkurve DK) auf beiden Hierarchiestufen beibehalten werden muß. Mit Verbesserung der Verkehrsverhältnisse im Gebiet sinken nun aber die Fahrtkosten für die Konsumenten beträchtlich; diese Einsparungen bewirken eine Steigerung der effektiven Nachfrage nach dem Gut, was einer Verschiebung der Nachfragekurven nach rechts entspricht (N_1' bzw. N_2'). Das Gut kann nunmehr in der neuen Verkaufsform im Zentrum zweiter Ordnung angeboten werden (DK' , N_2' ; untere Reichweite). Die Kostenvorteile sind dort so groß, daß der Anbieter im Zentrum erster Ordnung dem Preisdruck weichen muß.

Die Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in einem Gebiet, d. h. Verbesserung der Erreichbarkeit der zentralen Orte durch Straßenausbau, Senkung der Verkehrstarife usw., führt somit zu verstärkter Nachfrage in den Zentren höherer Ordnung bei entsprechender Bedeutungsminde rung der kleineren Zentren. Da ein Absenken der Verkehrskosten auch den Effekt einer Erhöhung des Realeinkommens hat, die dem Haushalt größere Mengen aller Güter einzukaufen erlaubt, wird auch die Auffassung vertreten, daß eine Verringerung der Verkehrskosten zu einer Verkleinerung der Marktgebiete, also zu einer Verdichtung zentraler Orte und somit auch zu einer Stärkung der kleinen Zentren führe. Hiermit setzt sich HOOVER theoretisch auseinander⁴⁸. Seine Unterscheidung zwischen "Einkommenseffekt" - Transportkostensparnisse der Konsumenten steigern die Nachfrage nach allen Gütern - und "Substitutionseffekt" - Transportkostensparnisse verschieben die Nachfrage zu höherrangigen Gütern - erlaubt eine differenzierte Antwort auf die Frage nach den Wirkungen von Verkehrsverbesserungen auf die räumliche Verteilung zentraler Orte: Wenn der Einkommenseffekt von Verbesserungen der Verkehrsbedingungen überwiegt, was in relativ schwach entwickelten Wirtschaften oder in frühen Stadien der regionalen Entwicklung der Fall sein dürfte, so wird eine Zunahme und räumliche Verdichtung der zentralen Orte resultieren; in späteren Stadien der Regionalentwicklung bei allgemein höheren Konsumansprüchen wird der Substitutionseffekt sinkender Verkehrskosten bedeutender und zum Verschwinden kleinerer Zentren bei gleichzeitiger Erhöhung der Agglomerationsvorteile der größeren Zentren führen⁴⁹.

Die in den Beispielen beschriebenen Verlagerungen zentraler Funktionen innerhalb der unteren Ränge der Hierarchie können auch in höheren Zentralitätsniveaus auftreten. So bewirkt eine allgemeine Nachfragerhöhung in einem Gebiet auf Grund gestiegenem Einkommensniveaus und zunehmender Verdichtung der Bevölkerung eine teilweise Dezentralisierung im Angebot höherrangiger Güter von den Zentren höherer auf solche mittlerer Ordnung (Verminderung der Reichweite). Auf der anderen Seite führt eine Verbesserung der Verkehrsbedingungen sowie die Einführung neuer Angebotsformen zur räumlichen Konzentrierung des Güterangebots und somit zur Verlagerung der Funktionen von den untersten auf die mittleren Ränge zentraler Orte (Erhöhung der Reichweite)⁵⁰.

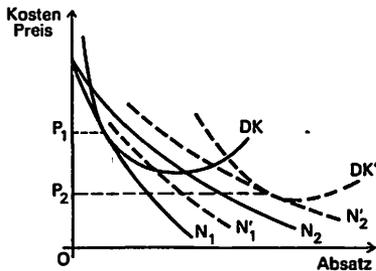


Abb. 2.7:
Transportkosten und die hierarchische Stellung zentraler Orte⁴⁷

Es zeigt sich, daß die explizite Kosten-Nachfrage-Analyse und deren Interpretation mit Begriffen oberer und unterer Reichweite zahlreiche Implikationen der CHRISTALLERSchen Theorie aufzeigt und dynamische Veränderungen innerhalb eines zentralörtlichen Systems zu erklären vermag.

In die gleiche Richtung geht auch der Ansatz von WHITE, die klassische zentralörtliche Theorie in dynamischen Begriffen umzuformulieren: das Problem zentraler Orte ist nach ihm nicht im Kern das der Standortfindung, wonach Städte gewissermaßen als gegebene Dinge optimal zu lokalisieren sind, sondern es ist vielmehr davon auszugehen, daß die Standorte (oder potentiellen Standorte) zentraler Orte gegeben sind und das Problem in der Beschreibung des Wachstums eines jeden Ortes innerhalb des Systems besteht⁵¹. Allerdings geht WHITE weniger der Frage nach, welche zentralörtlichen Lokalisationsmuster aus unterschiedlichem Wachstum der einzelnen Orte resultieren, sondern betrachtet das Verhalten des Gesamtsystems zentraler Orte, insbesondere Verlaufsformen der Wiederanpassung des Systems nach Entwicklungsimpulsen. Für unsere Überlegungen ist der Gedanke von Bedeutung, die tatsächlichen und die möglichen Standorte der zentralen Orte als fixiert zu betrachten – etwa durch das Siedlungsnetz – und die gegenwärtige funktionale Differenzierung der Orte als Ergebnis unterschiedlicher Wachstumschancen in Abhängigkeit von strukturellen Bedingungen des Gebiets, der relativen Lage innerhalb des Zentrale-Orte-Systems und allgemeinen Entwicklungstrends zu interpretieren.

Einen interessanten Versuch, die zentralörtliche Theorie im Hinblick auf die Verteilung und Entwicklung von Geschäftszentren in Verdichtungsräumen zu dynamisieren, hat LANGE vorgelegt⁵²: Das räumliche Einkaufsverhalten der Konsumenten wird bestimmt durch die Notwendigkeit der Koppelung von Besorgungen zur Verminderung der Raumüberwindungskosten⁵³; das Verhalten der Anbieter zentraler Güter wird in Analogie zur Marktphasentheorie, wonach ein auf den Markt gebrachtes Gut die typischen Phasen des Experimentierens, der Expansion, der Ausreifung und schließlich der Stagnation durchläuft, durch die Beschreibung entsprechender Entwicklungsphasen von "Geschäftstypen" erklärt, denen demgemäß eine jeweils beschränkte Lebensdauer zuerkannt wird. Aus der Verknüpfung der Verhaltensanalysen für die Gruppe der Konsumenten, der Anbieter sowie schließlich noch der Politiker (Einflußnahme auf Verkehrssystem und Bevölkerungsverteilung) und unter Beachtung einiger Randbedingungen der wirtschaftlichen Gesamtentwicklung gewinnt LANGE ein Entwicklungsmodell, mit dem Werden und Vergehen von Geschäftszentren im Einflußbereich großstädtischer Verdichtungskerns beschrieben werden können. Eine Verallgemeinerung dieses theoretischen Entwurfs zur Dynamisierung der Theorie zentraler Orte über den vorgegebenen räumlichen Geltungsbereich hinaus ist nicht möglich. Auch ist der Ansatz noch zu wenig operationalisiert, um ihn empirisch überprüfen zu können.

2.2 KRITIK AN DEN VERHALTENSPOSTULATEN

Die in den vorangegangenen Abschnitten beschriebenen Erweiterungen und Verallgemeinerungen der Theorie zentraler Orte haben offensichtlich den empirischen Gehalt der Theorie erhöht, indem Unregelmäßigkeiten sowie Veränderungen in der Verteilung und funktionalen Differenzierung zentraler Orte nunmehr aus dem Verhalten der Konsumenten und der Anbieter erklärbar sind und nicht des an sich trivialen Rückgriffs auf die Ausgangsbedingungen der Theorie (homogener, unbegrenzter Raum) bedürfen⁵⁴. Doch wird diese Feststellung dadurch wieder in Frage gestellt, daß die mikroökonomische Nachfragetheorie, auf der zentralörtliche Theorie basiert, "is inherently untestable with reference to empirical evidence"⁵⁵.

Kann eine abgeleitete Theorie empirischen Gehalt haben, wenn ihrer Basistheorie diese Eigenschaft abgesprochen wird?

2.2.1 Zum Verhalten der Konsumenten

Wir hatten die Ausführungen CHRISTALLERs zur Nachfrage nach zentralen Gütern dahin interpretiert, daß das sogenannte Nachfragegesetz, Kernstück der mikroökonomischen Theorie der Konsumenten-nachfrage, das Postulat für das Verhalten der Konsumenten in der Theorie zentraler Orte ist (Postulat P. 1)⁵⁶. Es sei hier, um die weiteren Erörterungen daran zu knüpfen, noch einmal aufgeführt:

Nimmt die Nachfrage nach einem Gut mit steigendem Einkommen zu und mit fallendem Einkommen ab, dann bewirkt ceteris paribus eine Preissteigerung dieses Gutes die Abnahme und eine Preis-senkung die Zunahme der Nachfrage nach diesem Gut⁵⁷.

Dieses Gesetz bringt also die inverse Beziehung zwischen Preis und nachgefragter Menge eines Gutes zum Ausdruck. In Verbindung mit der Annahme, daß ausschließlich die Konsumenten die Kosten zur Überwindung der Distanz zwischen ihrem Wohnort und dem Standort des Anbieters zu tragen haben (Postulat P. 3), behauptet das Nachfragegesetz, daß mit zunehmender Entfernung vom Einkaufsort die von einem Konsumenten nachgefragte Menge eines Gutes abnimmt. Hierauf basiert die Ableitung der unteren Grenze der Reichweite CHRISTALLERs bzw. der Mindestabsatzgebiete LÖSCHs.

Wohl am umfassendsten haben sich in der letzten Zeit ALBERT, SCHAEFER und HÖRNING mit Grundannahmen und empirischem Status der Theorie der Konsumnachfrage auseinandergesetzt⁵⁸. Die Ergebnisse ihrer kritischen Revision seien kurz zusammengefaßt.

Der an sich einfache Sachverhalt der Preis-Mengen-Beziehung im Nachfragegesetz dürfte keine Probleme für die empirische Prüfung aufgeben; beobachtet man etwa bedeutende Änderungen der Nachfragemenge eines Gutes nicht als Folge entsprechender Preis- oder Einkommensveränderungen, so müßte das Gesetz als falsifiziert gelten.

Nun enthält das Gesetz aber die sogenannte ceteris-paribus-Klausel, nach der das Nachfragegesetz folgendermaßen formuliert werden müßte: Ceteris paribus, d.h. unter sonst gleichen Bedingungen, ist die nachgefragte Menge eines Gutes eine abnehmende Funktion seines Preises - oder: Wenn die sonstigen Umstände gleichbleiben, dann ist die nachgefragte Menge ... usw.⁵⁹. Wird nicht spezifiziert, um welche Faktoren es sich handelt, die gleichbleiben sollen, dann könnte der obigen falsifizierenden Feststellung mit dem Hinweis begegnet werden, die Konstanzannahmen der Ceteris-paribus-Klausel seien nicht erfüllt gewesen. Das Nachfragegesetz wäre praktisch unwiderlegbar.

Es gibt eine Reihe von Varianten des Nachfragegesetzes mit spezifizierten Konstanzannahmen. Diese bergen jedoch die Gefahr der Tautologisierung des Nachfragegesetzes in sich, dann nämlich, wenn die Dann-Komponente der Aussage eine logische Implikation der Wenn-Komponente wird. Nimmt man zum Beispiel die folgenden Faktoren als konstant an: (1) die Geldausgaben für alle Güter, (2) die Preise aller anderen Güter und (3) die nachgefragten Mengen aller anderen Güter, dann folgt aus (2) und (3) die Konstanz der Geldausgaben für alle anderen Güter und in Verbindung mit (1) die Konstanz der Geldausgaben für das betrachtete Gut, also Preis mal Menge. Die inverse Beziehung zwischen beiden Variablen ergibt sich logisch aus den Konstanzannahmen; das Nachfragegesetz wird somit zu einer empirisch gehaltlosen, analytischen Aussage⁶⁰.

Es kann nicht übersehen werden, daß das Nachfragegesetz als Verhaltenspostulat in der zentralörtlichen Theorie in Verbindung mit den Konstanzannahmen der Ausgangsbedingungen in die Nähe einer solchen Tautologisierung geraten kann, dann nämlich, wenn keine Nachfragerelationen zwischen den Gütern angenommen werden, wie sie sich aus den unterschiedlichen räumlichen Lagebeziehungen der Konsumenten zu den Anbieterstandorten ergeben. In diesem Sinne ist die Verwendung allgemeiner statt partieller Nachfragefunktionen zur Ableitung der Reichweite zentraler Güter ein entscheidender Schritt der Theorieentwicklung, der aus dem Dilemma einer möglichen Tautologisierung der zentralörtlichen Theorie herausführt⁶¹.

Wenn auch mit dieser expliziten Erweiterung des Nachfragegesetzes sein empirischer Gehalt erhöht wird, und somit auch seine prinzipielle Überprüfbarkeit erreichbar scheint, bleibt doch ein entscheidender Einwand gegen diese wie auch andere Versionen des Nachfragegesetzes bestehen: die Bedürfnisse bzw. Präferenzstrukturen der Konsumenten gehören zu den konstant zu haltenden Faktoren, "obwohl die Theorie keinen Anhaltspunkt dafür bietet, wie diese Strukturen unabhängig von anderen Faktoren identifiziert werden könnten oder doch wenigstens ihre Konstanz oder ihre Veränderung festzustellen wäre"⁶². Weder die Be-

fragung der Konsumenten noch die Beobachtung des tatsächlichen Kaufverhaltens erweisen sich als brauchbare Instrumente zum Nachweis konsistenter Präferenzstrukturen: Im ersten Fall müssen die Reaktionen des Konsumenten auf fiktive Preis-Einkommens-Variationen im Fragebogen keineswegs seine tatsächlichen Kaufentscheide widerspiegeln; im Fall der Marktbeobachtung lassen sich aus den Daten wohl Präferenzskalen erstellen, jedoch kann nicht geprüft werden, ob diese konsistent sind mit einer Präferenzordnung, wie sie die Konsumenten jeweils vor ihrem Kaufentscheid besessen haben müssen. Die Hypothese konsistenter Präferenzstrukturen kann also nicht falsifiziert werden⁶³.

Von hierher ergibt sich auch ein Einwand gegen RUSHTONs Vorschlag, die Theorie der zentralen Orte mit Hilfe einer Präferenzfunktion als Verhaltenspostulat umzuformulieren⁶⁴, die in Analogie zur Nutzenkonzeption der Nachfragetheorie konsistente Präferenzordnungen der Konsumenten in bezug auf Einkaufsweg und Zentrenattraktivität unterstellt⁶⁵. Eine aus Daten der Einkaufsorte von Konsumenten abgeleitete Präferenzordnung (Indifferenzkurven)⁶⁶ kann aus den oben genannten Gründen nicht als Ausdruck einer konsistenten Präferenzstruktur interpretiert werden, die Verhaltensdispositionen der Konsumenten beschreibt. Die Behauptung RUSHTONs trifft deshalb nicht zu, Präferenzstrukturen seien - im Gegensatz zu Ergebnissen mit Gravitationsmodellen - unabhängig vom räumlichen System, in dem sie beobachtet wurden und deshalb ein gültiges Postulat zur Ableitung zentralörtlicher Strukturen⁶⁷. Sie spiegeln eher Eigenschaften des Raumes (Verteilung der Einkaufsgelegenheiten) als solche des Verhaltens wider, für die sie eigentlich konstruiert wurden⁶⁸. RUSHTONs Präferenzhypothese kann aus den genannten Gründen empirisch nicht widerlegt werden⁶⁹.

Der eingangs angeführte Einwand HARVEYs, die Basistheorie der Theorie zentraler Orte sei empirisch unüberprüfbar, bestätigt sich: die Nachfragetheorie besitzt kein empirisch prüfbares Gesetz. Ihre 'Erklärungen' sind vielmehr Interpretationen von Ereignissen, die sich bereits vollzogen haben; Voraussagen von Ereignissen erlaubt sie nicht⁷⁰. Kritische Einwände gegen die neoklassische Nachfrageanalyse sind darüber hinaus auch mehr von der inhaltlichen Seite her möglich. Die Nutzentheorie unterstellt vollständige Information des Konsumenten über alle Wahlmöglichkeiten bei einem Kauf (sonst wäre ja die Ableitung von vollständigen Präferenzordnungen nicht möglich) und ignoriert den wesentlichen Tatbestand von Lernprozessen, in deren Verlauf sich bestimmte Verhaltensmuster des Einkaufs überhaupt erst herausbilden. In diesem Zusammenhang ist die Unterscheidung zwischen den im Konsumbereich relativ selten getroffenen 'echten Entscheidungen' und dem 'habituellen Verhalten', der gewohnheitsmäßigen Wiederholung früher getroffener Entscheidungen, von Bedeutung⁷¹. Darauf wird noch zurückzukommen sein.

2.2.2 Zum Verhalten der Anbieter

Der empirische Status des Verhaltenspostulats der Anbieter zentraler Güter (P.2) in der zentralörtlichen Theorie hängt eng mit den Annahmen zusammen, unter denen die räumliche Verteilung der Nachfrage abgeleitet wird, also mit dem ausführlich besprochenen Nachfragegesetz. Die Einwände gegen dieses Konzept brauchen mit Bezug auf die Anbieter nicht wiederholt zu werden. Es fragt sich, ob die angenommene Konkurrenzform zwischen den Anbietern Eigenschaften impliziert, die der Beobachtung zugänglich sind, so daß das Postulat in Hinsicht auf seinen Gehalt überprüft werden könnte.

Das Verhaltenspostulat P.2 unterstellt zunächst den vollkommenen Wettbewerb⁷²; mit Einführung der räumlichen Dimension, ausgedrückt in Wegekosten der Konsumenten beim Einkauf zentraler Güter, verändert sich die Marktform zum monopolistischen oder unvollkommenen Wettbewerb⁷³: die Anbieter sehen sich nunmehr einer fallenden Nachfragekurve gegenüber, und das langfristige Gleichgewicht bei freiem Marktzutritt ist dadurch gekennzeichnet, daß die Kurve der durchschnittlichen Gesamtkosten der Anbieter die Nachfragekurve gerade berührt (vgl. Abb. 1.5, Punkt C). Diese Situation impliziert, daß der Absatz für jeden einzelnen Anbieter geringer ist, als es der optimalen Auslastung der Kapazität entsprechen würde (das ist diejenige Absatzmenge, bei der die durchschnittlichen Gesamtkosten ihr Minimum haben).

Dieses Implikat der Theorie monopolistischer Konkurrenz - bekannt als "excess-capacity theorem"⁷⁴ - könnte den Charakter einer empirisch prüfbaren Voraussage der Theorie haben. Die Hypothese ist durchaus plausibel - man denke etwa an den Überbesatz kleinerer Orte mit Geschäften des täglichen Bedarfs, die an der Grenze des Existenzminimums wirtschaften. Aber wie sind die notwendigen Daten zu beschaffen, aus denen Kosten- und Nachfragekurven konstruiert werden könnten? Ob man nun bestimmte Betriebe über eine Zeitperiode beobachtet oder verschieden große Betriebe zum gleichen Zeitpunkt vergleicht, stets werden andere, nicht zu kontrollierende Einflüsse die zu beobachtenden Effekte überlagern, so daß die Hypothese unüberprüfbar ist⁷⁵.

Eine zweite Implikation räumlich-monopolistischen Wettbewerbs ist die Wahl gewinnmaximaler Standorte der Anbieter innerhalb des Marktgebiets. Durch Beobachtung der gegenwärtigen räumlichen Verteilung einer bestimmten Branche können jedoch die relevanten Daten zur Überprüfung dieser Hypothese nicht gewonnen

werden, da die derzeitige Verteilung das Ergebnis eines gesellschaftlichen Ausleseprozesses sein kann, in dem einst suboptimale Standorte optimal werden können und umgekehrt⁷⁶.

Wir können auch für das der Theorie zentraler Orte zugrunde liegende Postulat des Anbieterverhaltens feststellen, daß es empirisch unüberprüfbar ist, vernachlässigt es doch eine ganze Reihe wichtiger Faktoren bei der Standortwahl: eine einmal getroffene Standortentscheidung kann nicht ohne weiteres, jedenfalls nicht ohne zum Teil beträchtliche Kosten der Betriebsverlagerung revidiert werden; die bei einer Standortentscheidung verfügbare Information über die möglichen Alternativen ist begrenzt, und die Beschaffung weiterer Information verursacht Kosten, die diesen Prozeß räumlich begrenzen; mögliche Reaktionen von Konkurrenten auf die Standortentscheidung bedingen Ungewißheit über den späteren Geschäftserfolg⁷⁷; bei Ungewißheit über die weitere Marktentwicklung wird der Anbieter mit seiner Standortwahl weniger kurzfristig maximale als vielmehr langfristig sichere Gewinne anstreben⁷⁸; schließlich beeinflussen noch außerökonomische Faktoren die Standortwahl.

2.2.3 Mögliche Konsequenzen

Angesichts derart weitgehender Kritik an den Verhaltenspostulaten der zentralörtlichen Theorie, die sich gleichermaßen auf das Konsumenten- wie auf das Anbieterverhalten erstreckt, stellt sich in der Tat die Frage, wie dieser Befund zu vereinbaren ist mit unseren früheren Aussagen zum Realitätsbezug der Theorie, welche die Ableitung plausibler und empirisch prüfbarer Hypothesen über Eigenschaften zentralörtlicher Systeme erlaube⁷⁹.

Dieser Widerspruch verweist auf den Erklärungsanspruch der Theorie. Waren wir bei der kritischen Überprüfung der Verhaltenspostulate von der Forderung ihrer prinzipiellen Falsifizierbarkeit (und implizit von der Erwartung ausreichenden Bestätigungsgrades) auf dem Niveau des Individualverhaltens ausgegangen, so hatten wir zuvor die Theorie auf ihre Voraussagefähigkeit von Systemeigenschaften auf dem Niveau aggregierten Verhaltens untersucht. Einer Theorie, mit der sowohl aggregiertes als auch Individualverhalten erklärt werden soll, ist zweifellos ein höherer Erklärungsanspruch beizumessen als einer solchen, deren Aussagen sich auf das Aggregatniveau beschränken⁸⁰. Die Brauchbarkeit der zentralörtlichen Theorie kann deshalb auch nicht allein nach der Realitätsnähe ihrer Einzelannahmen (Mikroebene) beurteilt werden; die Frage ist vielmehr, welche Einsichten sie über die interessierenden Gesamtzusammenhänge (Makroebene) vermittelt⁸¹.

Nun dürfen diese Hinweise aber nicht zu dem Schluß führen, man brauche, solange die Zentrale-Orte-Theorie zur Voraussage großräumiger Regelmäßigkeiten eingesetzt wird, die Bedenken gegen ihre Verhaltensbasis nicht weiter ernst zu nehmen. Die Frage bleibt durchaus offen, bei welchem Maßstab der räumlichen Betrachtung das Fehlen eines Realitätsbezuges der Theorieannahmen kritisch wird. Es muß also das Bestreben sein, der Theorie so weit wie möglich auf der Ebene individuellen Verhaltens empirischen Gehalt (d.h. größeren Erklärungsanspruch) zu verleihen, um somit auch ihre explikative und prognostische Kraft auf der Ebene aggregierten Verhaltens zu erhöhen, wo es um die Erklärung sozialökonomisch bedingter Raumstrukturen geht. Der folgende Ansatz einer probabilistischen Umformulierung der Theorie ist ein Versuch dazu.

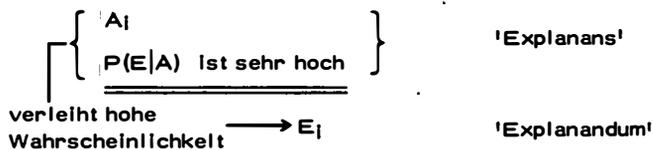
2.3 STOCHASTISCHE ELEMENTE IN DER THEORIE ZENTRALER ORTE⁸²

Wir hatten gesehen, daß die Berücksichtigung von Interdependenzen im Verhalten der Konsumenten und Anbieter innerhalb eines zentralörtlichen Systems beträchtliche Unregelmäßigkeiten der resultierenden räumlichen Muster zentraler Orte impliziert:

- (1) Substitutions- oder Komplementaritätsbeziehungen bei den nachgefragten Gütern, Möglichkeiten der Koppung von Besorgungen und die unterschiedlichen Effekte, die von Veränderungen der Erreichbarkeit von Einkaufsorten ausgehen können, weiterhin Vorgänge des Lernens bei der Herausbildung von Einkaufsmustern sowie die Bedeutung subjektiver Situationswahrnehmung des Handlungsfeldes lassen in ihrer Gesamtheit Wirkungen auf das Konsumentenverhalten erwarten, die einer erheblichen Variabilität der oberen Reichweite zentraler Güter entsprechen.
- (2) Auf der Anbietersseite beeinflussen Risiko und Ungewißheit über mögliche Reaktionen der Konkurrenten die Standortwahl; die Informationen über mögliche Standortalternativen sind begrenzt, insbesondere auch räumlich; Produktdifferenzierung und Werbung sowie die unterschiedlichen Möglichkeiten, Vorteile

der Betriebsgröße und/oder der Agglomeration mit anderen Betrieben auszunutzen, führen zu Kostenunterschieden; schließlich wird die Standortwahl noch durch Unterschiede der räumlichen Nachfrage- und Kaufkraftverteilung beeinflusst, so daß auch auf der Anbieterseite vielfältige Wirkungen resultieren, die sich in Ihrer Gesamtheit in räumlichen Variationen der unteren Reichweite zentraler Güter niederschlagen.

Der folgende Umformulierungsversuch der Theorie soll nun dem Tatbestand explizit Rechnung tragen, daß wir über viele der geschilderten Wirkungen und Zusammenhänge keine ausreichende Kenntnis besitzen, um sie in einem System funktionaler Abhängigkeiten zu erfassen. Wir gehen davon aus, daß die Gesamtheit individueller Entscheidungen einer Folge von Zufallsereignissen entspricht, die durch jeweilige Abhängigkeiten und Begrenzungen regelhafte Züge erhält als Ausdruck bestimmter Wahrscheinlichkeitsgesetze, die nun an die Stelle der allgemeinen Gesetze des zu Beginn dieses Kapitels vorgestellten Erklärungsschemas von HEMPEL und OPPENHEIM (vgl. Abschn. 1.1) treten; eine solche probabilistische Erklärung hat dann folgende Grundstruktur⁸³:



Ein Wahrscheinlichkeitsgesetz P besagt, daß die statistische Wahrscheinlichkeit für E sehr hoch ist, wenn die Randbedingungen A gegeben sind. In dem besonderen Fall i verleiht also das Explanans dem Explanandum (in unserem Fall der zu erklärenden Raumstruktur) eine hohe Hypothesen-Wahrscheinlichkeit. Im Unterschied zu nomologisch-deduktiven Erklärungen ist jedoch hier das Explanandum keine logische Implikation des Explanans, sondern die zu erklärende Realität wird interpretiert als eine der vielen möglichen Realisierungen eines bestimmten zufallsabhängigen, also stochastischen Prozesses. Diese bloße Mutmaßlichkeit für eine Erklärung entspricht unserer Unkenntnis der Vorgänge im Individualbereich bzw. deren prinzipieller Unbestimmbarkeit angesichts von Ungewißheit.

Nehmen wir an, wir würden eine große Zahl individueller Einkaufsdistanzen für eine bestimmte Warengruppe in einem Häufigkeitsdiagramm zusammenstellen, so zeigt uns dieses charakteristische Verhaltens-eigenschaften der Konsumentengesamtheit. Eine an eine solche empirische Häufigkeitsverteilung angepaßte Wahrscheinlichkeitsverteilung können wir als beschreibende Zusammenfassung dieser Eigenschaften interpretieren, zugleich aber auch als Ausdruck individueller Verhaltensbereitschaft, mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit keine längeren als die jeweils betrachteten Einkaufswege für bestimmte Besorgungen zurückzulegen.

Wahrscheinlichkeitsverteilungen dienen also der Beschreibung aggregierten menschlichen Verhaltens; besondere Bedeutung kommt dabei der Poisson-Verteilung zu⁸⁴. CURRY⁸⁵ verwendet sie geradezu als Basispostulat menschlichen Verhaltens für einen völligen Neuentwurf der Theorie zentraler Orte. Güter unterschiedlicher Einkaufshäufigkeit werden durch Poisson-Verteilungen verschiedener Mittelwerte repräsentiert; daraus werden die Häufigkeit aller Einkäufe je Zeitperiode und die Größe der Marktgebiete abgeleitet⁸⁶. Die Anwendung der Spektralanalyse⁸⁷, in der die Nachfrage über die Zeit als Spektrum und die Angebotsbereitschaft als Filter fungiert, erlaubt unter der Annahme, daß sich Eigenschaften der zeitlichen und räumlichen Verteilung entsprechen (Ergoden-Annahme), die Ableitung des räumlichen Spektrums der Angebotsorte. Die Bedeutung von CURRYs Arbeiten liegen darin, die Implikationen eines möglichst schwachen Verhaltenspostulats aufgezeigt zu haben; empirisch zugänglich ist die Theorie einstweilen noch nicht.

Die Poisson-Verteilung sowie ihre verallgemeinerten und zusammengesetzten Versionen haben sich auch als geeignet zur Analyse räumlicher Punktverteilungen erwiesen, die als Ergebnis stochastischer Prozesse zu interpretieren sind⁸⁸. Die Verwendung der Poisson-Verteilung zur probabilistischen Umformulierung der Theorie zentraler Orte eröffnet somit die Möglichkeit einer operationalen Verknüpfung von Prozeß und Raumstruktur.

2.3.1 Wahl des Einkaufsorts der Konsumenten

Die Herausbildung eines Systems zentraler Orte als Ergebnis einer großen Zahl individueller Standortentscheidungen der Anbieter hängt maßgeblich vom Einkaufsverhalten der Konsumenten ab. In CHRISTALLERS Theorie wird bekanntlich angenommen, daß die Konsumenten stets den ihnen am nächsten gelegenen Ort des jeweiligen Güterangebots für Ihre Einkäufe aufsuchen. Ist das räumliche System im Gleichgewicht - können

also weder die Konsumenten noch die Anbieter ihre Situation durch Änderung der Marktgebietszuordnung bzw. des Angebotsstandortes verbessern – dann existieren ausschließlich von den Zentren monopolistisch beherrschte Marktgebiete innerhalb linearer Grenzen.

GOLLEDGE hebt gegenüber diesem normativen Ansatz die probabilistische Eigenschaft menschlichen Verhaltens hervor und entwirft ein Entwicklungskonzept zur Marktgebietsstruktur, das von der Grundhypothese ausgeht, daß Gleichgewichtszustände des Verhaltens im zentralörtlichen System Ergebnisse eines Lernprozesses sind und daß die Entscheidung, bestimmte Waren in nur einem Ort einzukaufen, nur ein mögliches Ergebnis eines Lernprozesses sind⁸⁹. CHRISTALLERs Marktgebiete stellen den logischen, praktisch jedoch unwahrscheinlichen 'Endpunkt' eines solchen Lernprozesses dar.

Abb. 2.8 stellt nach GOLLEDGE idealtypisch Phasen der Herausbildung einer Marktgebietsstruktur auf Grund von Lernprozessen bei den Konsumenten dar. Die Anfangsphase (Abb. 2.8-a) ist gekennzeichnet durch ungerichtetes Suchverhalten im Raum; die Neigung, im Ort A einzukaufen, nimmt mit der Entfernung von A exponentiell ab⁹⁰. In den folgenden beiden Phasen (Abb. 2.8-b, c) stärkt sich die Entwicklung der auf den zentralen Ort A gerichteten Einkaufsbeziehungen als Ergebnis positiver Lernerfahrung; Suchhandlungen werden zunehmend durch gewohnheitsmäßige Verhaltensformen ersetzt. In der letzten Phase schließlich (Abb. 2.8-d) bildet sich das Gebiet maximalen Marktvorteils für den zentralen Ort A endgültig heraus als Ergebnis einer Art 'Überlernens': Reaktionen werden stereotyp wiederholt, nachdem der wesentliche Lernvorgang bewältigt wurde.

Suchverhalten (echte Entscheidungen) wird durch habituelles Verhalten ersetzt, das gekennzeichnet ist durch Invariabilität, Wiederholung und Persistenz; dem entspricht eine Stabilisierung des räumlichen Bewegungsmusters der Konsumenten. Das Gebiet räumlicher Konkurrenz ist nunmehr auf den Außenbereich des Marktgebietes beschränkt.

An einem einfachen Lernmodell zur Entwicklung der Kaufneigung⁹¹ sollen die Implikationen und Interpretationsmöglichkeiten dieses psychologisch orientierten Ansatzes zur Analyse von Verhaltensdispositionen und deren Veränderungen in der Zeit kurz aufgezeigt werden. Das Modell hat die Form

$$v_t^i = \alpha \left(\frac{N_t^{i+}}{N_t} \right) + (1 - \alpha) v_{t-1}^i ,$$

wobei v_t^i die Kaufneigung in bezug auf einen bestimmten zentralen Ort i ist und v_{t-1}^i die der Vorperiode ($t-1$). Der Quotient in der Klammer erfaßt die Anzahl der günstigen Kaufbeurteilungen der Einkäufe in dem Ort i im Verhältnis zu den günstigen und ungünstigen Beurteilungen aller Einkäufe in der Periode t , also einschließlich der Einkäufe in anderen Orten. α ist der sogenannte Lernparameter, der die Abnahmerate in der Kaufneigung über die Zeit widerspiegelt; er nimmt Werte zwischen 0 und 1 an.

Die gegenwärtige Neigung, in einem zentralen Ort Güter einer bestimmten Bedarfskategorie einzukaufen, ist also eine Funktion der Kaufneigung der Vorperiode – auf Grund früherer Erfahrungen – und der gegenwärtigen Kaufbeurteilungen. Der Lernparameter α gewichtet diese beiden Komponenten: je kleiner α ist, desto stärker beeinflussen frühere Kaufbeurteilungen die gegenwärtige Kaufneigung für einen zentralen Ort, desto stabiler und gleichmäßiger entwickelt sich diese, da der Konsument relativ 'unempfindlich' gegenüber kurzfristigen Marktveränderungen ist –; große α -Werte lassen demgegenüber kaum einen kontinuierlichen Lernprozeß zu, da frühere Kaufbeurteilungen nur einen geringen Einfluß auf das gegenwärtige Einkaufsverhalten haben. Die α -Werte hängen ab von der Häufigkeit der Einkäufe je Zeitperiode, von der Intensität der Informationsbeschaffung vor dem Kaufentscheid, vom Grad der Produktdifferenzierung und anderem mehr, so daß die Möglichkeit besteht, den Lernparameter güterspezifisch variieren zu lassen.

Der räumliche Bezug des durch dieses Lernmodell beschriebenen Einkaufsverhaltens ergibt sich daraus, daß der zurückgelegte Einkaufsweg als Aufwandgröße in die Kaufbeurteilung eingeht und mit zunehmender Entfernung von einem zentralen Ort die Möglichkeiten zur Information über das dortige Angebot abnehmen und somit die Ungewißheit über den voraussichtlichen Erfolg einer Einkaufsfahrt wächst. In Abb. 2.9 werden die räumlichen Implikationen des Lernmodells an einem einfachen Beispiel veranschaulicht. Wir nehmen an, die fünf Konsumenten A – E besäßen zunächst keine Information über das Angebot in den drei zentralen Orten Z_1 – Z_3 ; ihre ursprüngliche Kaufneigung in bezug auf Z_1 entspricht einer Zufallsfunktion der Distanz (Poisson-Verteilung, hier in ihrer stetigen Version als negative Exponentialverteilung); das ist die Kurve, die mit $k=1$ bezeichnet ist. 'Lernen' im Sinne des Modells vollzieht sich nun bei den fünf Konsumenten in unterschiedlicher Intensität und Richtung; negative Lerneffekte bei den entfernten Konsumenten bedeuten, daß Z_1 allmählich als Einkaufsmöglichkeit ausgeschlossen wird (zugunsten der näheren Orte). Die Lernvorgänge verändern die Kurve der Kaufneigung zu höheren k -Werten hin; diese Kurven entsprechen simulierten geregelten Poisson-Prozessen, die umso regelhafter sind, je höher ihr Parameter k ist⁹² ($k=\infty$ entspräche

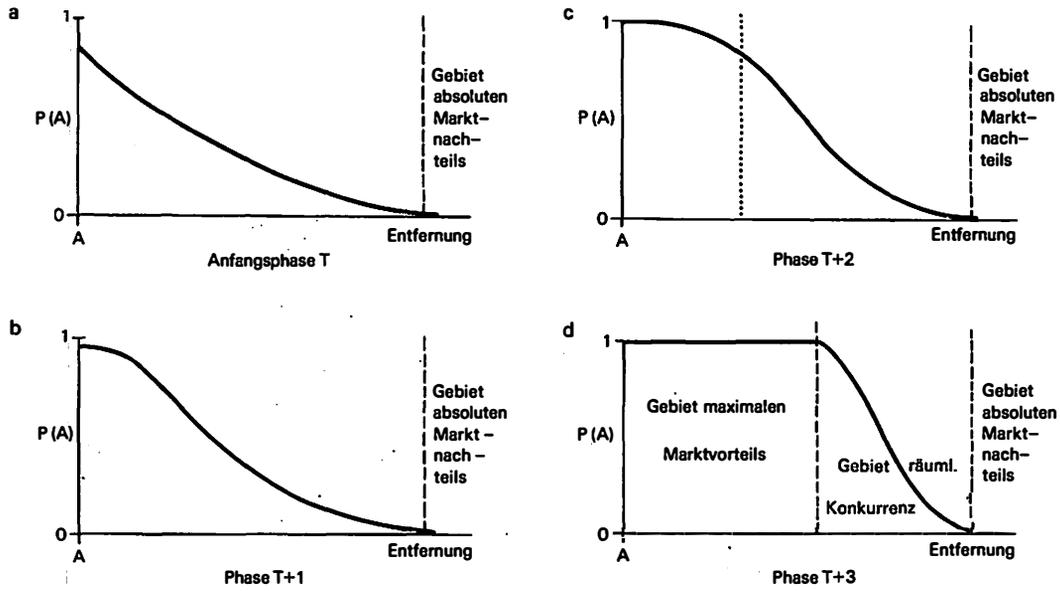


Abb. 2.8: Entwicklung der Marktgebietsstruktur durch Lernprozesse (nach R. G. GOLLEDGE)

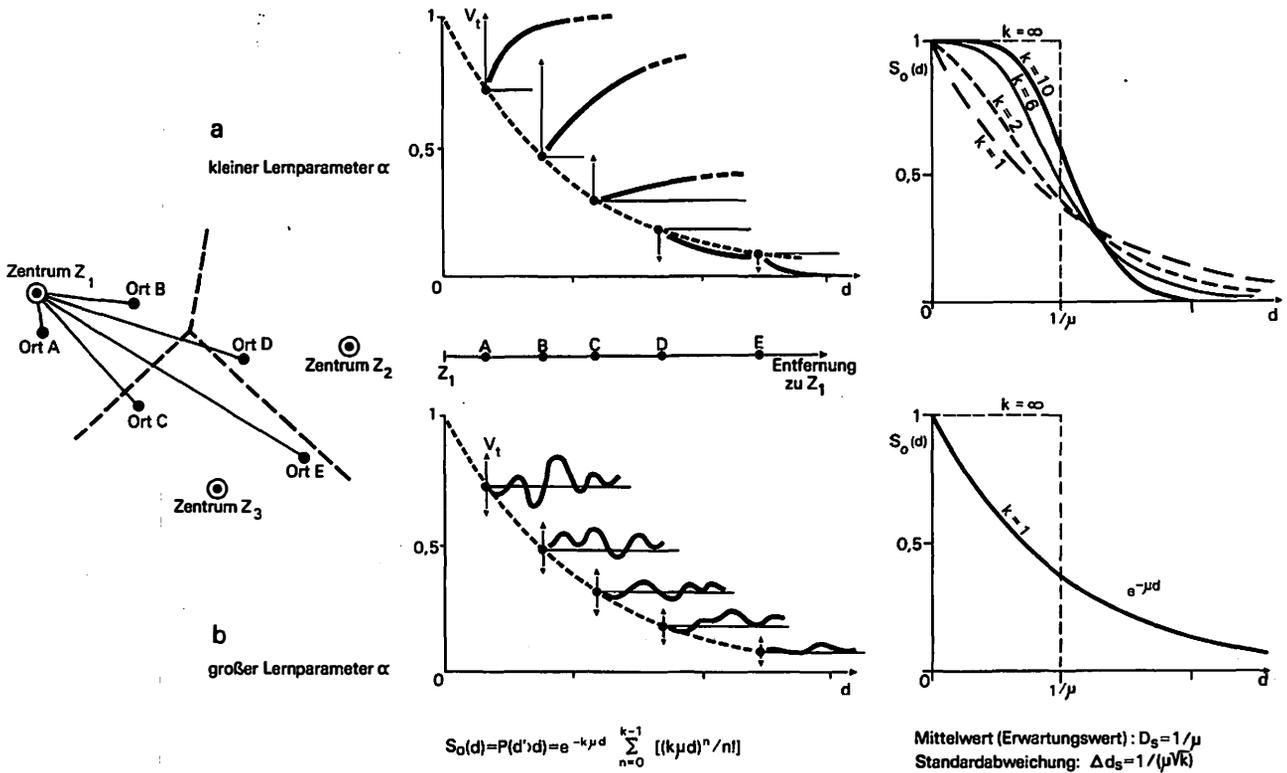


Abb. 2.9: Entwicklung der Kaufneigung (v_t) und Simulation des räumlichen Einkaufsverhaltens ($S_0(d)$) (vgl. Text)

übrigens CHRISTALLERs Annahme bezüglich der Kaufneigung bzw. Reichweite). Der zunehmenden Regelmäßigkeit der Kaufneigungskurven entspricht nun eine Abnahme der Variabilität der Reichweite des jeweiligen Gutes, was eine gleichmäßigere räumliche Verteilung der betreffenden Anbieter impliziert. – Daß trotz 'Lernprozessen' die Kaufneigung von Konsumenten unverändert bleiben kann, zeigt der untere Teil der Abb. 2.9; diese Situation könnte bei Impulskäufen oder dann gegeben sein, wenn sich zwischen den Einkäufen die Angebotsstruktur jeweils so stark verändert, daß frühere Erfahrungen nicht wirksam werden können. – Unsere Beispiele stellen natürlich Idealisierungen dar; die Realität liegt zwischen diesen Extremtypen.

2.3.2 Standortwahl der Anbieter

Ist das Einkaufsverhalten der Konsumenten dadurch gekennzeichnet, daß die anfängliche Ungewißheit über den voraussichtlichen Erfolg einer Einkaufsfahrt durch eine Folge von 'Versuch und Irrtum', im Lernprozeß also, allmählich abgebaut wird und schließlich in gewohnheitsmäßige Wiederholung früherer Verhaltensformen mündet, so stellt sich das Problem der Reduzierung von Ungewißheit für den Anbieter zentraler Güter anders: er kann den für ihn günstigsten Geschäftsstandort im allgemeinen nicht durch 'Versuch und Irrtum' finden, sondern muß eine einmalige und langfristig 'richtige' Entscheidung treffen⁹³.

Zwei Bedingungen bestimmen das Ausmaß der Ungewißheit und ihren Einfluß auf die Standortentscheidung⁹⁴:

- (1) Der Anbieter, der ein Geschäft eröffnen will, weiß nicht, wie viele andere Anbieter gleichzeitig in den Markt eintreten oder in Zukunft eintreten werden.
- (2) Der einmal gewählte Standort kann im allgemeinen nur unter Schwierigkeiten, und d. h. mit hohen Kosten, verlagert werden. Der Anbieter wird sich für denjenigen Standort entscheiden, den er als die beste aller möglichen Alternativen erkennt, die von anderen Anbietern gewählt werden können.

Je größer die Anzahl der erwarteten Konkurrenten und je kostspieliger Standortveränderungen sind, desto größer ist die Ungewißheit bei der Standortwahl. Mit zunehmender Ungewißheit nimmt die Tendenz zu, das Geschäft im Zentrum zu errichten. Diese Haltung der Anbieter, Geschäfte möglichst dort zu lokalisieren, wo bereits Einrichtungen dieser Art vorhanden sind, entspricht im Grunde der Gewohnheitsbildung im Einkaufsverhalten der Konsumenten.

Da Standortentscheidungen von Anbietern zentraler Güter ganz überwiegend nachfrageorientiert sind, läßt sich nun eine direkte Verbindung herstellen zwischen verschiedenen Mustern räumlicher Differenzierung der Kaufneigung bei den Konsumenten und dem Grad der Ungewißheit für die in den Markt eintretenden Anbieter (Daß Anbieter auch ihrerseits die räumliche Verteilung der Nachfrage beeinflussen, bleibt hier der Einfachheit halber außer Betracht).

Je stärker die räumlichen Bewegungsmuster der Konsumenten stabilisiert sind – bei kleinen Werten des Lernparameters α – desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, außerhalb der bestehenden Zentren mit ihren festen Marktgebieten Konsumentenströme auf den neuen Standort zu lenken; weitere Anbieter in den bestehenden Zentren, die Agglomerationsvorteile ausnutzen, tragen zur Attraktivitätssteigerung des Ortes und zur möglichen Ausweitung des Marktgebietes bei, so daß zwischen den Zentren liegende 'Marktlücken' verschwinden. Die bestehenden Zentren sind also hier die Standorte des geringsten Risikos; zentrale Orte der betrachteten Versorgungsstufe entwickeln sich in räumlicher Regelmäßigkeit.

Anders sind die Standorttendenzen bei Güterarten, deren räumliche Einkaufsmuster großen Werten des Lernparameters entsprechen. Hier kommt es gar nicht zur Herausbildung fester Marktgebiete. Die Ungewißheit über die Nachfrage, die ein neuer Anbieter wahrscheinlich auf sich ziehen kann, ist in den bestehenden Zentren nicht wesentlich geringer als außerhalb davon, so daß die Wahrscheinlichkeiten für die Wahl dieser Standortalternativen etwa gleich groß sind. Es resultiert eine Standortverteilung der Anbieter, die einer Zufallsverteilung ähnelt.

Waren wir bisher davon ausgegangen, daß die räumlichen Unterschiede der Bevölkerungsverteilung und Kaufkraftdichte, der Bedürfnisse und Konsumgewohnheiten im Bereich zufälliger Variation liegen, so können wir über zufällige Häufungen der genannten Merkmale, also räumliche Inhomogenität, dadurch explizit berücksichtigen, daß wir ihren Einfluß als stochastische Komponente in den Lokalisationsprozeß einführen. Wir gehen davon aus, daß wir die Gesamtwirkungen in einer Zufallsvariablen fassen können, deren Parameter den relevanten Strukturen des Untersuchungsgebiets anzupassen sind. Die Streuung dieser Zufallsvariablen entspricht dann der Variabilität unterer Reichweitengrenzen zentraler Güter, die für die funktionale Zusammensetzung zentraler Orte von Bedeutung sind.

In unserem Modell entsprechen Standortmuster der Anbieter – ganz analog zu Verteilungen der Kaufneigung der Konsumenten – Realisierungen von mehr oder weniger geregelten Zufallsprozessen. Die stetigen Wahrscheinlichkeitsfunktionen als Modelle des Konsumentenverhaltens lassen sich in diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilungen zur Generierung von Standortmustern der Anbieter überführen, so daß auf diesem Aggregationsniveau der Analyse eine operationale Verknüpfung von Prozeß und Raumstruktur möglich ist. Die zugrunde gelegten Verhaltensbeschreibungen erscheinen uns realistischer als die Verhaltenspostulate der klassischen Theorie und erlauben die Ableitung empirisch prüfbarer Hypothesen.

Im folgenden Kapitel soll nun auf Grund dieser Vorüberlegungen ein Modell entwickelt werden, das auf die empirische Analyse zentralörtlicher Systeme anwendbar ist.

ANMERKUNGEN

- 1 vgl. W. CHRISTALLER: Die zentralen Orte in Süddeutschland, Jena 1933, reprogr. Nachdr. Darmstadt 1968.
- 2 vgl. A. LÖSCH: Die räumliche Ordnung der Wirtschaft (Jena 1940), 3. Aufl. Stuttgart 1962, S. 71–96.
- 3 ebd., S. 90.
- 4 vgl. z. B. M. ELIOT HURST: A geography of economic behavior, London 1974, S. 203f.; P. E. LLOYD, P. DICKEN: Location in space: a theoretical approach to economic geography, New York usw. 1972, S. 23–27; P. HAGGETT: Geography: a modern synthesis, New York usw. 1972, S. 292f.
- 5 vgl. A. LÖSCH: Die räumliche Ordnung ..., a. a. O., S. 92–93, Fußnote.
- 6 So neuerdings K. S. O. BEAVON, A. S. MABIN: The Lösch system of market areas: derivation and extension, in: Geogr. Analysis 7(1975), S. 131–151. Die Autoren geben eine geometrische Ableitung des Systems und betonen dessen Überlegenheit gegenüber CHRISTALLERs Hierarchiekonzept insbesondere für die Analyse innerstädtischer Zentralitätsstrukturen.
- 7 Im folgenden beziehen wir uns nur auf denjenigen Teil des Gesamtwerks von LÖSCH, welcher der Ableitung der Wirtschaftslandschaft gewidmet ist (Kap. 9–12), von dem v. BÖVENTER allerdings meint, daß er die Gesamtleistung LÖSCHs zur Entwicklung einer allgemeinen Standorttheorie nur unzureichend zum Ausdruck bringe und lediglich "illustrativen Wert" habe; vgl. E. v. BÖVENTER: August Löschs Theorie der räumlichen Wirtschaft, in: R. RIEGGER (Hrsg.) August Lösch in memoriam, Heidenheim 1971, S. 33–52. – Unser Anliegen ist es indessen nicht, LÖSCHs Gesamtwerk gerecht zu werden, sondern seinen möglichen Beitrag zur Verbesserung der zentralörtlichen Theorie zu untersuchen.
- 8 vgl. M. F. DACEY: The geometry of central place theory, a. a. O., S. 111–124; M. F. DACEY, A. SEN: Complete characterization of central place hexagonal lattice, in: Journ. of Regional Science 8(1968), S. 209–213; J. C. HUDSON: An algebraic relation between the Lösch and Christaller central place networks, in: Profess. Geographer 19(1967), S. 133–135.
- 9 In diesem Punkt geht LÖSCH entschieden über CHRISTALLER hinaus, der die ökonomischen Zusammenhänge nur vage und anhand von Beispielen beschreibt. Unsere oben gegebene Darstellung der Theorie CHRISTALLERs bedient sich weitgehend eines solchen Instrumentariums, wie es LÖSCH erstmals zur Ableitung einer ökonomischen Raumstruktur verwendete.
- 10 vgl. A. LÖSCH: Die räumliche Ordnung ..., a. a. O., S. 64–65.
- 11 Als 'normalen Gewinn' können wir die Entlohnung der Unternehmerleistung, Kapitalverzinsung usw. auffassen, die im Gleichgewicht Grenzumsatz = Grenzkosten gegeben sind.
- 12 vgl. A. LÖSCH: Die räumliche Ordnung ..., a. a. O.; S. 72.
- 13 vgl. ebd., S. 75.
- 14 vgl. ebd., S. 75.
- 15 vgl. ebd., S. 79.
- 16 LÖSCH betrachtet 150 Netze verschiedener k-Werte; vgl. ebd., S. 88.
- 17 Die zweite Bedingung beschreibt LÖSCH mit der nachfolgend so vielzitierten Rotation der Netze um den Mittelpunkt (Bedingung 1), "so daß wir 6 Sektoren mit vielen und 6 mit wenigen Erzeugungsorten erhalten"; ebd., S. 86. TARRANT hat gezeigt, daß dies eine unangemessene Beschreibung der Problemlösung ist, da die wenigen überhaupt 'rotierbaren' Netze nur zwei, in Ausnahmefällen vier mögliche Positionen haben. Die Bildung städtereicher und städtearmer Sektoren ist nicht Ergebnis der Rotation, sondern ihre Voraussetzung. Die angemessenere Alternative dazu ist die Maximierung der Kolnzidenz der Standorte, die zu einem symmetrischen Aufbau des Systems führt. Vgl. J. R. TARRANT: Comments on the Lösch central place system, in: Geogr. Analysis 5(1973), S. 113–121. Im gleichen Sinne auch K. S. O. BEAVON, A. S. MABIN: The Lösch system ..., a. a. O., S. 142.
- 18 vgl. A. LÖSCH: Die räumliche Ordnung ..., a. a. O., S. 87.

- 19 LÖSCH verfolgt jedoch nicht den Gedanken, hieraus Eigenschaften seines Systems wie funktionale Komplexität der Orte oder deren Größenverteilung abzuleiten – Eigenschaften also, die man mit Realitätsfeststellungen vergleichen könnte. Den Versuch, mit verschiedenen Modellannahmen solche Eigenschaften des LÖSCH-Systems abzuleiten, unternimmt PARR; vgl. J.B.PARR: Structure and size in the urban system of Lösch, in: Econ. Geogr. 49(1973), S. 185–212.
- 20 vgl. J.B.PARR, K.G.DENIKE: Theoretical problems in central place analysis, in: Econ. Geogr. 46 (1970), S. 572.
- 21 vgl. A.LÖSCH: Die räumliche Ordnung ..., a. a. O., S. 92, Fußnote.
- 22 vgl. P.SAEY: Three fallacies in the literature on central place theory, in: Tijdschr. voor Econ. en Soc. Geogr. 64(1973), S. 192.
- 23 Eine Illustration dieses Problems stammt von ISARD. Schon bei nur drei unterschiedlichen Marktgebietsgrößen resultiert ein räumliches Muster, das graphisch kaum noch zu realisieren ist. Im Zentrum eines Gebietssystems, wo alle Güter einen gemeinsamen Standort haben, schrumpfen die einzelnen Marktgebiete praktisch zu einem Punkt zusammen. Vgl. W.ISARD: Location and space-economy, New York 1956, Fig. 52, S. 272. – Es ist klar, daß sich aus einem solchen graphischen Versuch zur Beseitigung der inneren Widersprüche der Theorie keine empirisch prüfbareren Eigenschaften des LÖSCH-Systems ableiten lassen.
- 24 vgl. E. v. BÖVENTER: Die Struktur der Landschaft, Versuch einer Synthese und Weiterentwicklung der Modelle J. H. v. Thünens, W. Christallers und A. Löschs, in: Schr. d. Vereins f. Socialpol., N.F., Bd. 27 (1962), S. 92–93; ders.: Towards a united theory of spatial economic structure, in: Papers, Regional Science Assoc. 10(1963), S. 171–172.
- 25 Nach Festlegung des Zentrums und der Lage des kleinsten Netzes verfügt das LÖSCH-System nur noch über einen Freiheitsgrad; vgl. E. v. BÖVENTER: Towards a united theory ..., a. a. O., S. 170. Dieser eine 'Freiheitsgrad' kann auf die Standortwahl eines einzigen Anbieters entfallen, die alle übrigen Standorte determiniert.
- 26 vgl. H. BOBEK: Die Theorie der zentralen Orte im Industriezeitalter, in: Dt. Geogr. tag Bad Godesberg 1967, Tagungsber. u. wiss. Abhdlg., Wiesbaden 1969, S. 201. Dieser Zusammenhang kann als empirisch gut bestätigt gelten; vgl. z. B. B. J. L. BERRY: Geography of market centers and retail distribution, Englewood Cliffs, N. J. 1967, S. 26–35.
- 27 der sich jedoch nicht in Kostenänderungen niederschlägt wie z. B. auf die städtischen Bodenpreise; vgl. E. v. BÖVENTER: Die Struktur der Landschaft ..., a. a. O., S. 88.
- 28 Hierzu bedarf es zusätzlicher Annahmen über Multiplikatoreffekte zentraler Funktionen auf die städtische Bevölkerung, ähnlich dem Basic-nonbasic-Konzept. Zur Abschätzung der Bevölkerungszahl zentraler Orte gibt es eine Reihe von Modellvarianten. Vgl. M. F. DACEY: Population of places in a central place hierarchy, in: Journ. of Regional Science 6(1966), S. 27–33; ders.: Alternative formulations of central place population, in: Tijdschr. voor Econ. en Soc. Geogr. 61(1970), S. 10–15; M. J. BECKMANN, J. C. McPHERSON: City size distribution in a central place hierarchy: an alternative approach, in: Journ. of Regional Science 10 (1970), S. 25–33; J. B. PARR: City hierarchies and the distribution of city size: a reconsideration of Beckmann's contribution, in: Journ. of Regional Science 9(1969), S. 239–253; ders.: Models of city size in an urban system, in: Papers, Regional Science Assoc. 25(1970), S. 221–253.
- 29 In diesem Punkt ist CHRISTALLERs Theorie in der Literatur häufig nicht korrekt wiedergegeben worden, worauf SAEY hinweist; vgl. P. SAEY: Three fallacies ..., a. a. O., S. 184.
- 30 Hier setzt der Versuch von BERRY und GARRISON an, die Theorie CHRISTALLERs mit Elementen aus LÖSCHs Ansatz neu zu formulieren, um sie unabhängig von der Annahme gleicher Kaufkraftverteilung zu machen. Ihr Konzept: die hierarchische Raumstruktur zentraler Orte läßt sich allein aus dem "Schwellenumsatz" (der unräumlichen Entsprechung von LÖSCHs Mindestabsatzgebiet oder CHRISTALLERs von der unteren Grenze der Reichweite umschlossenem Gebiet) ableiten, so daß "whatever the distribution of purchasing power ... a hierarchical spatial structure of central places supplying central goods will emerge" (S. 111). Diese Aussage ist in dieser Form nicht haltbar, da mit dem Begriff des Schwellenumsatzes die explizite räumliche Dimension der Theorie beseitigt wurde und eine Reihe weiterer notwendiger Annahmen zur Ableitung fehlt. Ergänzt man sie und führt wieder eine räumliche Dimension ein, kommt man zu CHRISTALLER zurück. Vgl. B. J. L. BERRY, W. L. GARRISON: Recent developments of central place theory, in: Papers a. Proceed., Regional Science Assoc. 4(1958), S. 110–113. Vgl. auch die kritische, aber etwas überspitzte Auseinandersetzung mit der von ihm so genannten "BERRY-GARRISON-Legende" durch P. SAEY: Three fallacies ..., a. a. O., S. 186–190.
- 31 vgl. K. S. O. BEAVON, A. S. MABIN: The Lösch system ..., a. a. O., S. 148–150, und J. B. PARR: Structure and size ..., a. a. O., S. 208
- 32 vgl. J. B. PARR, a. a. O., S. 208.
- 33 vgl. E. v. BÖVENTER: Die Struktur der Landschaft ..., a. a. O., S. 123; ders.: Towards a united theory ..., a. a. O., S. 173. Die Aussage v. BÖVENTERs bezieht sich auf ein allerdings sehr stark modifiziertes LÖSCH-System als Partialmodell einer allgemeinen Raumwirtschaftstheorie.
- 34 Möglichkeiten, mit bestimmten Annahmen auch für LÖSCHs System Aggregateigenschaften zu bestimmen, welche die Verbindung zur Empirie herstellen können, zeigt PARR auf. Vgl. J. B. PARR: Structure and size ..., a. a. O., S. 195–211.

- 35 vgl. J.B.PARR, K.G.DENIKE: Theoretical problems ..., a.a.O., S.574.
- 36 A.LÖSCH: Die räumliche Ordnung ..., a.a.O., S.258. - Voraussetzung zu einer derartigen normativen Betrachtung, die außerhalb der 'Spielregeln' empirischer Forschung liegt, ist jedoch die Widerspruchsfreiheit des Gedankensystems, das als Norm dient.
- 37 vgl. Abschn. 1.3.1 und das Verhaltenspostulat P.1.
- 38 vgl. W.H.LONG: Demand in space: some neglected aspects, In: Papers, Regional Science Assoc. 27 (1971), S.45-60.
- 39 vgl. Abschn. 1.3.1.
- 40 CHRISTALLER diskutiert den Fall, daß zentrale Güter in Zentren höherer Ordnung wegen der Möglichkeit zur Kopplung von Besorgungen (Fahrtkostensparnis) größere Reichweite als in Zentren niederer Ordnung haben können; vgl. W.CHRISTALLER: Die zentralen Orte ..., a.a.O., S.55. Die allgemeinen Interdependenzen der Reichweiten zentraler Güter machen auch den umgekehrten Fall, nämlich größere Reichweite eines Gutes in einem kleineren Zentrum, plausibel, wenn die Kopplungsvorteile in größeren Zentren für manche Güter derart ausgeprägt sind, daß sie sich gegenüber einem anderen in diesem Zentrum angebotenen Gut durchsetzen und dessen Reichweite relativ verringern. In kleineren Zentren fehlt diese Konkurrenz, so daß das betreffende Gut seine "normale" Reichweite entfalten kann.
- 41 vgl. W.H.LONG: Demand in space ..., a.a.O., Fig. 2 sowie S.58 f.
- 42 vgl. ebd., S.60.
- 43 vgl. J.B.PARR, K.G.DENIKE: Theoretical problems in central place analysis. In: Econ. Geogr. 46 (1970), S.568-586.
- 44 vgl. W.CHRISTALLER: Die zentralen Orte ..., a.a.O., S.86-133.
- 45 Dieses und die folgenden Beispiele lehnen sich an die von PARR und DENIKE gegebenen an, vgl. J.B.PARR, K.G.DENIKE, a.a.O., S.575-76.
- 46 nach Fig. 5 in J.B.PARR, K.G.DENIKE, a.a.O., S.575.
- 47 in Anlehnung an Fig. 6 in J.B.PARR, K.G.DENIKE, a.a.O., S.576.
- 48 vgl. E.M.HOOVER: Transport costs and the spacing of central places. In: Papers, Regional Science Assoc. 25 (1970), S.255-274.
- 49 vgl. ebd., S.268.
- 50 Die beschriebenen Zusammenhänge mögen die allgemeine Beobachtung SAEYs erklären, wonach die Anzahl der mittelgroßen Zentren die theoretisch erwartete übersteigt, während die Anzahl der zentralen Orte unterster Stufe zu gering ist. Diese Beobachtung muß nicht, wie SAEY vermutet, die Verhaltensannahmen der Theorie falsifizieren. Vgl. P.SAEY: Three fallacies ..., a.a.O., S.190-191.
- 51 vgl. R.White: Sketches of a dynamic central place theory in: Econ.Geogr. 50(1974), S.219.
- 52 vgl. S.LANGE: Wachstumstheorie zentralörtlicher Systeme. Münster 1973 (Beitr. z. Siedl.-u. Wohnungswesen u. z. Raumplan. 5); ders.: Die Verteilung von Geschäftszentren im Verdichtungsraum - Ein Beitrag zur Dynamisierung der Theorie der zentralen Orte. In: Zentralörtl. Erscheinungen in Verdichtungsräumen. Hannover 1972, S.7-48 (Veröff. d. Akad. f. Raumforsch. u. Landesplan., Forsch.- u. Sitzungsber. 72).
- 53 Hierauf beruht im wesentlichen die Bildung zentraler Orte als Agglomerationen von Geschäften und Dienstleistungseinrichtungen (Abschn. 1.3.4); vgl. hierzu auch D.BÖKEMANN: Das innerstädtische Zentralitätsgefüge - dargestellt am Beispiel der Stadt Karlsruhe. Karlsruhe 1967. - BACON demonstriert in einfachen Modellrechnungen die räumlichen Konsequenzen des Konsumentenbemühens, durch Kopplung von Besorgungen die Raumüberwindungskosten zu minimieren. Vgl. R.W.BACON: An approach to the theory of consumer shopping behaviour. In: Urban Studies 8(1971), S.55-64.
- 54 Da CHRISTALLERs "System der zentralen Orte" idealisierte Ausgangsbedingungen zugrunde liegen, kann der Hinweis auf ihre Nichterfüllung keine "Erklärung" realer Raummuster sein; vgl. Abschn. 1.5.3.
- 55 vgl. D.HARVEY: Explanation in geography, London 1969, S.138. HARVEY bezieht sich dabei auf CLARKSON, der die Unüberprüfbarkeit der Theorie der Konsumnachfrage nachgewiesen hat; vgl. P.E.CLARKSON: The theory of consumer demand: a critical appraisal, Englewood Cliffs 1963.
- 56 vgl. hierzu Abschn. 1.3.1, in dem wir auf die Problematik des sogenannten Nachfragegesetzes als Verhaltenspostulat bereits hinwiesen.
- 57 ebd.
- 58 vgl. H.ALBERT: Zur Theorie der Konsum-Nachfrage, in: Jb. f. Sozialwiss. 16(1965), S.139-198.; H.SCHAEFER: Die Probleme einer theoretischen Grundlegung der ökonomischen Analyse der Konsumnachfrage, Diss. Wirtsch.- u. Sozialwiss.Fak. Univ. Köln, Köln 1967; K.H.HÖRNING: Ansätze zu einer Konsumsoziologie, Freiburg 1970 (Absatzwirtsch. u. Konsumforsch. Bd. 4). Während ALBERT und HÖRNING ihre Kritik an der neoklassischen Form der Theorie zum Ausgangspunkt eines soziologischen Reformulierungsvorschlags machen, fügt SCHAEFER einzelne vorliegende Theorieansätze zu einem dynamischen Modell für die ökonomische Verbrauchsforschung zusammen.
- 59 vgl. H.ALBERT: Zur Theorie der Konsum-Nachfrage, a.a.O., S.157.
- 60 vgl. ebd., S.159.
- 61 vgl. W.H.LONG: Demand in space, ..., a.a.O.; vgl. die ausführliche Darstellung der Weiterentwicklung der räumlichen Nachfrageanalyse durch LONG in Abschn. 2.1.3.

- 62 H. ALBERT: Zur Theorie der Konsum-Nachfrage, a. a. O., S. 160-161. Vgl. hierzu auch K. H. HÖRNING: Ansätze zu einer Konsumsoziologie, a. a. O., S. 42-43.
- 63 vgl. K. H. HÖRNING, a. a. O., S. 31-34, sowie H. ALBERT, a. a. O., S. 164.
- 64 vgl. G. RUSHTON: Postulates of central-place theory and the properties of central place systems, in: Geogr. Analysis 3(1971), S. 140-156.
- 65 RUSHTON knüpft an die sog. Theorie der offenbaren Präferenzen innerhalb der Nachfragetheorie an, die die prinzipielle Beobachtbarkeit konsistenter Marktentscheidungen behauptet. Vgl. hierzu G. RUSHTON: Analysis of spatial behavior by revealed space preference, in: Annals, Assoc. of Amer. Geogr. 59(1969), S. 391-400.
- 66 Zur Methode der Skalierung vgl. G. RUSHTON: The scaling of locational preferences, in: K. COX, R. G. GOLLEDGE (Hrsg.) Problems of spatial behavior: a symposium, Evanston/Ill. 1969, S. 197-227 (Northwestern Univ. Dept. of Geogr., Studies in Geogr. 17).
- 67 vgl. G. RUSHTON: Postulates of central-place theory ..., a. a. O., S. 141.
- 68 Diesen Schluß legen Modellrechnungen mit RUSHTONS Computerprogramm REVPREF (In: G. RUSHTON, M. F. GOODCHILD, L. M. OSTRESH (Hrsg.) Computer programs for location-allocation problems. Iowa City 1973, Dept. of Geogr. Univ. of Iowa, Monograph No. 6) nahe, die Konrad PUK am Geographischen Institut der Univ. Karlsruhe durchführte; vgl. auch K. PUK: Zur Analyse räumlicher Präferenzen, in: Karlsruher Manusk. z. Math. u. Theoret. Wirtsch.- u. Sozialgeogr. 16, 1976.
- 69 Der heuristische Wert der Präferenzhypothese RUSHTONS kann jedoch nicht bestritten werden, wie empirische Anwendungen für Güter unterer Ordnung (!) zeigen; vgl. G. RUSHTON, R. G. GOLLEDGE, W. A. V. CLARK: Formulation and test of a normative model for the spatial allocation of grocery expenditures by a dispersed population, in: Annals, Assoc. of Amer. Geogr. 57(1967); S. 389-400; G. RUSHTON: Temporal changes in space preference structures, in: Proceed., Assoc. of Amer. Geogr. 1(1969), S. 129-132; W. A. V. CLARK, G. RUSHTON: Models of intra-urban consumer behavior and their implications for central place theory, in: Econ. Geogr. 46(1970), S. 486-497. - Beispiele für empirisch festgestelltes Rationalverhalten nennt auch H. SCHAEFER: Die Probleme einer theoretischen Grundlegung ..., a. a. O., S. 103-130.
- 70 vgl. K. H. HÖRNING: Ansätze zu einer Konsumsoziologie, a. a. O., S. 45-46.
- 71 vgl. G. KATONA: Das Verhalten der Verbraucher und Unternehmer, Tübingen 1960, S. 57-61.
- 72 vgl. hierzu Abschn. 1.3.2.
- 73 vgl. hierzu Abschn. 1.3.3.
- 74 vgl. R. G. LIPSEY: An introduction to positive economics, London, 2. Aufl. 1966, S. 339. DENIKE und PARR weisen auf Grund dieser Eigenschaft nach, daß freier Zutritt zum Markt keineswegs zu einem Gleichgewicht führt, das gesamtgesellschaftlich optimal ist, wie CHRISTALLER und LÖSCH annahmen. Vgl. K. G. DENIKE, J. B. PARR: Production in space, spatial competition, and restricted entry, in: Journ. of Regional Science 10(1970), S. 49-63.
- 75 vgl. M. J. WEBBER: Empirical verifiability of classical central place theory, in: Geogr. Analysis 3 (1971), S. 23.
- 76 vgl. ebd., S. 21, sowie M. J. WEBBER: Sub-optimal behaviour and the concept of maximum profits in location theory, in: Australian Geogr. Studies 7(1969), S. 1-8.
- 77 GREENHUT geht davon aus, daß Konkurrenz im Raum immer oligopolistische Konkurrenz, also die Konkurrenz weniger Anbieter ist, in welcher das Marktverhalten des einzelnen das der übrigen Anbieter beeinflusst; "oligopoly and economic space go hand in hand" (S. 42), vgl. M. L. GREENHUT: A theory of the firm in economic space, New York 1970.
- 78 vgl. M. J. WEBBER: Sub-optimal behaviour ..., a. a. O., S. 5.
- 79 vgl. besonders Abschn. 1.5.3.
- 80 vgl. G. OLSSON: Inference problems in locational analysis, in: K. R. COX, R. G. GOLLEDGE (Hrsg.) Behavioral problems in geography: a symposium, Evanston/III. 1969, S. 16 (Northwestern Univ. Dept. of Geogr., Studies in Geogr. 17).
- 81 vgl. E. v. BÖVENTER: Walter Christallers zentrale Orte und periphere Gebiete, in: Geogr. Ztschr. 56 (1968), S. 105.
- 82 Die in diesem Abschnitt vorgetragenen Überlegungen zu einer probabilistischen Umformulierung der Theorie zentraler Orte wurden auf dem 40. Deutschen Geographentag, Innsbruck, 1975 zur Diskussion gestellt; vgl. J. DEITERS: Stochastische Elemente in der Theorie zentraler Orte, in: Tagungsber. u. wiss. Abhdl., Wiesbaden 1976, S. 425-430.
- 83 vgl. C. G. HEMPEL: Wissenschaftliche und historische Erklärungen, in: H. ALBERT (Hrsg.) Theorie und Realität, 2. Aufl. Tübingen 1972, S. 242.
- 84 vgl. D. W. HARVEY: Behavioural postulates and the construction of theory in human geography, in: Geographia Polonica 18(1970), S. 41-42. Vgl. auch G. KIND: Modellvorstellungen der Entwicklung von Zentralortssystemen, in: H. BARTHEL (Hrsg.) Landschaftsforschung, Beiträge zu Theorie u. Anwendung, Gotha u. Leipzig 1968, S. 207-223 (Pet. Geogr. Mitt. Erg. H. 271).

- 85 vgl. L.CURRY: The geography of service centres within towns: the elements of an operational approach, in: Lund Studies in Geogr., Ser.B, No.24 (1962), S.31-53; ders.: The random spatial economy: an exploration in settlement theory, in: Annals, Assoc.of Amer.Geogr. 54(1964), S.138-146; ders.: Central places in the random spatial economy, in: Journ.of Regional Science 7(suppl., 1967), S.217-238.
- 86 vgl. L.CURRY: The geography of service centres ..., a.a.O.
- 87 vgl. L.CURRY: Central places ..., a.a.O.
- 88 Hier ist besonders auf die zahlreichen Arbeiten von M.F.DACEY zu verweisen, auf die wir in Kap. 3 eingehen werden. Vgl. auch G.OLSSON: Zentralörtliche Systeme, räumliche Interaktion und stochastische Prozesse, in: D.BARTELS (Hrsg.) Wirtschafts- und Sozialgeographie, Köln u. Berlin 1970, S.141-178.
- 89 vgl. R.G.GOLLEDGE: Conceptualizing the market decision process, in: Journ. of Regional Science 7 (Suppl., 1967), S.239-258; vgl. auch R.G.GOLLEDGE, L.A.BROWN: Search, learning, and the market decision process, in: Geografiska Annaler 49 B (1967), S.116-124.
- 90 z.B. gemäß dem Modell von D.L.HUFF: A probabilistic analysis of shopping center trade areas, in: Land Economics 39(1963), S.81-90. - In unserem Kontext entspricht dies einer Neuinterpretation der individuellen Nachfragefunktion in ihrer Beziehung zur wirtschaftlichen Entfernung (vgl. Abb. 1.6).
- 91 in Analogie zum Preisimage-Lernmodell (Typ Reiz-Reaktions-Lernen) von NYSTRÖM; vgl. H.NYSTRÖM: Retail pricing, an integrated economic and psychological approach, Stockholm 1970, S.174-178. Vgl. hierzu auch W.F.MASSY, D.B.MONTGOMERY, D.G.MORRISON: Stochastic models of buying behavior, Cambridge, Mass. 1970, S.310-324.
- 92 Diese nicht-exponentiellen Verteilungen wurden von MORSE durch Simulation gewonnen; vgl. P.M.MORSE: Queues, inventories, and maintenance, New York 1958, S.6-13 u. 39-44.
- 93 vgl. hierzu M.J.WEBBER: Impact of uncertainty on location, Cambridge, Mass. 1972 (Regional Science Studies Ser.11).
- 94 vgl. ebd., S.156-157.

METHODISCHER TEIL

3 EIN STOCHASTISCHES LOKALISATIONSMODELL ZENTRALER ORTE

3.1 VERKNÜPFUNG VON PROZESS UND RAUMSTRUKTUR

Die Betrachtung verschiedener Wege der Theorieentwicklung sowie der Möglichkeiten und Grenzen empirischer Überprüfung allgemeiner, aus der Theorie abgeleiteter Hypothesen führte schließlich zu einer probabilistischen Umformulierung der Theorie zentraler Orte, um großräumige Regelmäßigkeiten zentralörtlicher Systeme aus Annahmen über individuelles räumliches Verhalten der Konsumenten und Anbieter ableiten zu können, die ihrerseits empirisch prüfbar sind. Indem die durch die Verhaltensannahmen implizierten und in der Theorie beschriebenen Prozesse, insbesondere bei Variabilität der Verhaltensweisen und der räumlichen Gegebenheiten, in stochastischen Prozeßmodellen "nachgebildet" werden, können die aus den Prozessen folgenden und durch die Theorie zu erklärenden Raumstrukturen direkt als die möglichen Realisierungen solcher stochastischer Prozesse abgeleitet werden.

Diese Verknüpfung zeitlicher Prozesse mit räumlichen Strukturen - von HARVEY kurz "Zeit-Raum-Transformation"² genannt - ist nicht nur ein methodisches Problem, sondern betrifft die geographische Theoriebildung insofern, als die Prüfung des empirischen Wahrheitsanspruchs der Theorie im allgemeinen nicht über den Vergleich ihrer Prämissen mit den Beobachtungsfeststellungen erfolgt, sondern vielmehr über den Vergleich der räumlichen Implikationen solcher Prämissen mit den empirischen Fakten. Der Grad der empirischen Überprüfbarkeit einer Theorie hängt also eng mit der Lösung einer solchen "Zeit-Raum-Transformation" zusammen, mit den Eigenschaften und Interpretationsmöglichkeiten eines Modells also, das die inhaltlichen Verknüpfungen der Theorie in mathematische Operationen "übersetzt" und so die Verbindung herstellt zwischen den beobachtbaren Raumstrukturen einerseits und der Prozeßbeschreibung innerhalb der Theorie andererseits.

In der klassischen Formulierung der zentralörtlichen Theorie erfüllen Konstruktionsprinzipien der euklidischen Geometrie diese Funktion der Verbindung von Prozeß und Raumstruktur, jedoch nur für den modellhaft angenommenen Fall des homogenen Raumes und bei Gültigkeit der restriktiven Verhaltenspostulate. Abweichungen von den Theorieannahmen lassen sich in ihren räumlichen Konsequenzen lediglich qualitativ beschreiben, jedoch nicht mehr explizit angeben. Beobachtbare Raummuster können also nicht direkt auf die Theorieaussagen bezogen werden. Diese Kluft zwischen Realitätserfassung und Theorie zu überbrücken ist Aufgabe des hier zu entwickelnden Modells.

* Anmerkungen zu diesem Kapitel vgl. S. 56

3.2 STOCHASTISCHE PUNKTPROZESSE

Räumliche Muster können aus Punkten, Linien oder Arealen bestehen. Ähnlich wie in der klassischen zentralörtlichen Theorie nehmen wir an, daß zentrale Orte in Ihrer räumlichen Verteilung durch dimensionslose Punkte im Raum anzunähern sind. Können Ereignisse in stochastischen Prozessen als Punkte auf einer Zeitachse, einer Entfernungsachse oder im zweidimensionalen Raum mit mehr oder weniger regelmäßiger Anordnung dargestellt werden, so sprechen wir von stochastischen Punktprozessen³, die ein außergewöhnlich breites Anwendungsfeld gefunden haben⁴. Sie erlauben eine Antwort auf die Frage: Sind die Punkte zufällig verteilt? Oder anders gesagt: Sind Ihre Positionen unabhängig voneinander? Die in der Geographie verwendeten Tests auf Unabhängigkeit räumlicher Punktverteilungen sowie verschiedene stochastische Erzeugungsprozesse wurden im wesentlichen von der Biometrie und quantitativen Ökologie adaptiert. Das Verfahren der Nächst-Nachbar-Analyse⁵ diente dazu, Nichtzufälligkeit in räumlichen Punktverteilungen, also Tendenzen zur Häufung einerseits und Regularität andererseits, zu erkennen. DACEY weitete die Möglichkeiten dieses Instruments durch Berücksichtigung von Nachbarn höherer Ordnung und von räumlicher Inhomogenität erheblich aus⁶, womit sich allerdings auch schwerwiegende Probleme bei der Anwendung ergaben: die Punktdichte muß im Untersuchungsgebiet relativ einheitlich sein⁷; die Verteilungstheorie wird rasch analytisch unhandlich, wenn man geographisch bedeutsamere Prozeßhypothesen testen will als den reinen Zufallsprozeß; die Grenzen des Untersuchungsgebietes beeinflussen die Maßzahlen⁸; die Unabhängigkeit der Beobachtungen ist nicht gewährleistet⁹.

Nicht zuletzt wegen dieser Schwierigkeiten wandten sich Geographen zunehmend einem anderen Verfahren zur Analyse stochastischer Punktprozesse zu, der Quadratanalyse. Der Vorzug dieses Verfahrens, das auf der Auszählung von Punkten mittels eines über die Verteilung gelegten Quadratrasters beruht, liegt vor allem in seiner großen Flexibilität gegenüber Prozeßhypothesen höherer Komplexität. Nicht das Erkennen von Nicht-Zufälligkeit ist das Testziel, sondern die Übereinstimmung beobachteter Punktverteilungen mit den theoretisch, d. h. auf Grund der Prozeßhypothesen, erwarteten soll erwiesen werden. Sind die jeweiligen stochastischen Prozeßmodelle im Sinne der zugrunde liegenden Theorie angemessen zu interpretieren – und dies ist die entscheidende Voraussetzung – so kann das oben erwähnte Problem der Verknüpfung von Prozeßbeschreibung in der Theorie und beobachteter Raumstruktur als gelöst betrachtet werden.

Empirische Anwendungen stochastischer Punktprozesse mit Hilfe der Quadratanalyse, wie z. B. HARVEYS Test von HÄGERSTRANDs Diffusionsdaten¹⁰ oder ROGERS' Analyse der Ballungstendenzen von Einzelhandelsgeschäften in Großstädten¹¹, belegen die Wirksamkeit dieses Ansatzes. Es ist wiederum DACEY, der die stochastische Prozeßtheorie in diesem Bereich weiterentwickelt hat, um theoretische Verteilungen zu testen, die der zentralörtlichen Theorie entlehnt waren und ein Element der Regularität der zu generierenden Punktverteilungen enthalten¹². Dieses Modell wurde später durch Berücksichtigung räumlicher Inhomogenität¹³ erweitert¹⁴.

Die auf die Analyse städtischer bzw. zentralörtlicher Muster gerichteten modelltheoretischen Vorarbeiten von DACEY¹⁵ sowie Interpretationsfähigkeit und Testwirksamkeit¹⁶ der Quadratanalyse legen diesen Ansatz zur Analyse der räumlichen Verteilung zentraler Orte besonders nahe. Der Anwendungsbereich stochastischer Punktprozesse in der Wirtschafts- und Sozialgeographie ist eng begrenzt, werden doch geographische Probleme auf eine eindimensionale Verteilungsanalyse gleichwertiger Punkte reduziert, so daß der Einsatz solcher Modelle nur unter Voraussetzungen strenger theoretischer Erwartungen sinnvoll ist, wie sie aber im Rahmen der zentralörtlichen Theorie gegeben sind¹⁷.

Auch die Quadratanalyse weist methodische Schwächen auf, denen man – im Vergleich zum Nächst-Nachbar-Verfahren – jedoch leichter begegnen kann: die Resultate können mit der Quadratgröße variieren; zusammengesetzte bzw. verallgemeinerte Wahrscheinlichkeitsverteilungen können aus alternativen Prozeßannahmen abgeleitet werden, was ihre für das jeweilige Problem "richtige" Interpretation erschwert; die Unabhängigkeit der Besetzungszahlen verschiedener, insbesondere benachbarter, Quadrate wird vorausgesetzt. Auf diese methodischen Probleme und Möglichkeiten ihrer Lösung soll später eingegangen werden.

3.3 DAS LOKALISATIONSMODELL ZENTRALER ORTE¹⁸

3.3.1 Grundstruktur des Modells

In einer einfachen Situation eines Lokalisationsprozesses sollen zunächst die Grundannahmen und Interpretationsmöglichkeiten des Modells aufgezeigt werden¹⁹.

Nehmen wir an, ein bestimmtes Gebiet sei in $j=1, 2, \dots, N$ Einheiten gleicher Größe (Quadratraster) unterteilt, und wir beobachten $i=1, 2, \dots, n$ Anbieter eines bestimmten zentralen Gutes, z.B. Backwaren, die nacheinander in den Markt eintreten und einen Standort für ihr Geschäft wählen. Betrachten wir die Standortwahl des ersten Anbieters: da das Gebiet überhaupt noch keine Bäckerei enthält, hängt die Wahrscheinlichkeit, die Bäckerei in der j -ten Raumeinheit zu lokalisieren, allein von den Eigenschaften der Raumeinheiten ab, z. B. von unterschiedlicher Kaufkraftdichte. Es sei r_j ein Maß für diese Eigenschaft der j -ten Raumeinheit, und die Summe der r_j über alle N Raumeinheiten sei R . Bezeichnen wir mit $X_j(n)$ die Zufallsvariable, die die Anzahl der Bäckereien in der j -ten Raumeinheit angibt, wenn es im Gesamtgebiet n Bäckereien gibt, mit $(X_j(n) = x)$ das Ereignis "die j -te Raumeinheit enthält x Bäckereien, wenn es im Gesamtgebiet n Bäckereien gibt" und mit $P(X_j(n) = x)$ die Wahrscheinlichkeit dieses Ereignisses, so ergibt sich für unsere erste Bäckerei im Gesamtgebiet ($n=1$) als Wahrscheinlichkeit, daß sie in der j -ten Raumeinheit errichtet wird,

$$P(X_j(1) = 1) = r_j/R$$

und als Wahrscheinlichkeit, daß sie nicht in der betrachteten, sondern in irgendeiner anderen Raumeinheit lokalisiert wird,

$$P(X_j(1) = 0) = (R - r_j)/R.$$

Nun tritt ein zweiter Bäcker in den Markt ein ($n=2$). Die Wahrscheinlichkeit, daß er sein Geschäft in der j -ten Raumeinheit errichtet, hängt nun nicht mehr allein von der Eigenschaft r_j ab, sondern auch von den dort bereits vorhandenen Einrichtungen seiner Branche, ist also eine Funktion von x . Dabei kann die Wahrscheinlichkeit mit x zunehmen – bei Standortvorteilen aus der Nähe zu gleichen Einrichtungen, die Agglomerationen bewirken – oder mit wachsendem x abnehmen – bei Meidung der Nähe zu Konkurrenten in dem Bestreben, über ein möglichst unbestrittenes Absatzgebiet zu verfügen (für die hier betrachteten Bäckereien dürfte letzteres zutreffen).

Die Berücksichtigung solcher Abweichungen im Lokalisationsprozeß auf Grund abhängiger Wahrscheinlichkeiten entspricht der im Theorieteil betonten Interdependenz der Standortentscheidungen von Anbietern zentraler Güter. Im Modell erscheinen diese Interdependenzen als bedingte Wahrscheinlichkeiten für die Zufallsvariable $Y_j(n)$: die Wahrscheinlichkeit, daß die n -te Bäckerei in der j -ten Raumeinheit lokalisiert wird unter der Bedingung, daß dort genau x der ersten ($n-1$) Bäckereien bereits ihren Standort haben, ist

$$P(Y_j(n) = 1 \mid X_j(n-1) = x)$$

und die Wahrscheinlichkeit, daß die n -te Bäckerei in einer anderen als der betrachteten Raumeinheit errichtet wird, wenn in der j -ten Raumeinheit x Bäckereien vorhanden sind, ist

$$P(Y_j(n) = 0 \mid X_j(n-1) = x).$$

Daraus ergibt sich die Wahrscheinlichkeit, daß in der j -ten Raumeinheit x Bäckereien ihren Standort haben, wenn sich im Gesamtgebiet n Bäckereien befinden, auf Grund folgender Überlegung: das Ereignis $(X_j(n)=x)$, wobei $0 < x < n$, tritt nur ein, wenn $(X_j(n-1)=x-1)$ und $(Y_j(n)=1)$ gleichzeitig eintreten oder $(X_j(n-1)=x)$ und $(Y_j(n)=0)$ gleichzeitig eintreten, wobei sich beide Ereignisse gegenseitig ausschließen, also

$$P(X_j(n)=x) = P(Y_j(n)=1 \mid X_j(n-1)=x-1) \cdot P(X_j(n-1)=x-1) + P(Y_j(n)=0 \mid X_j(n-1)=x) \cdot P(X_j(n-1)=x)^{20}.$$

Ähnlich ergeben sich auch die Wahrscheinlichkeiten für $(X_j(n)=0)$ und $(X_j(n)=n)$, wobei $n=1, 2, \dots$. Indem nun der Term der bedingten Wahrscheinlichkeit $P(Y_j(n)=1 \mid X_j(n-1)=1)$ spezifiziert wird – und das heißt im allgemeinen, daß für die Parameter, die Abhängigkeit in den Lokalisationsprozeß bringen, Annahmen über ihre Variation getroffen werden – erfolgt die konkrete Ausfüllung dieses Modellrahmens, wobei die Analyse

räumlicher Punktverteilungen nicht mehr von den Wahrscheinlichkeiten für genau x Objekte in bestimmten Raumeinheiten ausgeht, sondern von der Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Objekte im gesamten Untersuchungsgebiet, $X(n)$.

$$P(X(n)=x) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N P(X_j(n)=x) \quad (x=0, 1, 2, \dots)^{21}.$$

3.3.2 Unabhängigkeit der Lokalisation – die Poisson-Verteilung

In der Skizzierung der Grundstruktur des Modells im vorhergehenden Abschnitt waren wir von einem Anbieter ausgegangen, der als erster in den Markt eintritt und für den die Wahrscheinlichkeit, in der j -ten Raumeinheit sein Geschäft zu lokalisieren, r_j/R beträgt, wobei r_j die Eigenschaft der j -ten Raumeinheit kennzeichnet. Gehen wir davon aus, daß alle Raumeinheiten dieselbe Eigenschaft, d. h. Standorteignung besitzen (gleiche Größe war von Anfang an vorausgesetzt worden), so reduziert sich die Wahrscheinlichkeit auf $1/N$, die für alle N Raumeinheiten gleich ist. Die Wahrscheinlichkeit, daß der Anbieter sein Geschäft in einer bestimmten Raumeinheit lokalisiert, ist also $1/N$, und die Wahrscheinlichkeit der Geschäftserrichtung außerhalb der betrachteten Raumeinheit beträgt dann $(N-1)/N$.

Sind die Standortentscheidungen nachfolgend in den Markt eintretender Anbieter völlig unabhängig vom bereits bestehenden Standortmuster, gelten für jeden also die Wahrscheinlichkeiten $1/N$ bzw. $(N-1)/N$, so läßt sich die Gesamtverteilung der insgesamt n Anbieter im Raum durch die Wahrscheinlichkeitsfunktion der Binomialverteilung erfassen:

$$(3.1) \quad P(X(n)=x) = f(x) = \binom{n}{x} \left(\frac{1}{N}\right)^x \left(1 - \frac{1}{N}\right)^{n-x} \quad (x=0, 1, 2, \dots)$$

mit den Parametern $1/N$ und n . Die Elementarwahrscheinlichkeit $1/N$ ist im allgemeinen jedoch klein (bei hinreichend großer Anzahl der Raumeinheiten), die Lokalisation eines einzelnen Objektes also ein "seltenes Ereignis", und die Anzahl der zu lokalisierenden Objekte n relativ groß, so daß die Binomialverteilung durch die Poisson-Verteilung zu approximieren ist, die sich ergibt, wenn $1/N$ gegen Null und n gegen Unendlich strebt, und zwar derart, daß das Produkt $(1/N)n = m/N$ gegen einen endlichen Wert strebt, den Mittelwert m (mittlere Punktdichte) der Poisson-Verteilung. Sie ist durch die folgende Wahrscheinlichkeitsfunktion gegeben

$$(3.2) \quad P(X=x) = f(x) = \frac{m^x}{x!} e^{-m} \quad (x=0, 1, 2, \dots)$$

und stellt die Realisierung eines Poisson-Prozesses dar. Eine räumliche Punktverteilung kann also als Realisierung eines derartigen Zufallsprozesses (eines zufälligen räumlichen Punktprozesses) betrachtet werden, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind²²:

(1) **Bedingung gleicher Wahrscheinlichkeit:**

Jeder Punkt hat die gleiche Wahrscheinlichkeit, an jeder beliebigen Stelle des (zweidimensionalen) Raumes lokalisiert zu werden; oder: die Wahrscheinlichkeit für die Lokalisation einer bestimmten Anzahl von Punkten in Raumeinheiten gleicher Größe ist konstant.

(2) **Bedingung der Unabhängigkeit:**

Die Lokalisation eines Punktes im Raum ist unabhängig von der Position irgendeines anderen Punktes; oder: die Anzahlen der Punkte in sich nicht überschneidenden Raumeinheiten sind unabhängig.

Die Bedingung gleicher Wahrscheinlichkeit bei der Poisson-Verteilung hat folgende Implikationen für unsere Modellkonstruktion: die Wahrscheinlichkeit zur Lokalisation zentraler Einrichtungen bzw. zur Herausbildung zentraler Orte bestimmter Größenkategorie als Ergebnis einer Reihe individueller Standortentscheidungen ist allein eine Funktion der Gebietsgröße. Dies entspricht der Annahme fehlender struktureller Unterschiede des Raumes, soweit diese Einfluß auf das Verteilungsmuster zentraler Orte haben. Das bedeutet aber, daß der Raum in bezug auf die Dichte der relevanten Nachfrage weitgehend homogen ist und die Konsumenten keine festen räumlichen Einkaufsmuster herausbilden; die untere Reichweite der für die betreffende Zentrenkategorie maßgeblichen zentralen Güter ist also relativ konstant, während die obere Reichweite wie eine Zufallsvariable²³ variiert.

3.3.3 Agglomerierender Lokalisationsprozeß – die negative Binomialverteilung

Nun nehmen wir an, daß räumliche Inhomogenitäten der Bevölkerungs- und Kaufkraftverteilung, der wirtschaftlichen Entwicklung usw. Einfluß auf die Ausprägung der unteren Reichweiten gewinnen, so daß diese räumlich variieren. Gemäß unserer Ausgangshypothese soll die Gesamtheit solcher Einflüsse als stochastische Komponente im Modell berücksichtigt werden. In Anlehnung an DACEY nehmen wir an, daß der Parameter m der Poisson-Verteilung selbst eine Zufallsvariable ist, deren Wahrscheinlichkeitsdichte $f(m)$ eine Gamma-Verteilung aufweist²⁴:

$$f(m) = \frac{a^k}{\Gamma(k)} m^{k-1} e^{-ma} \quad m, k, a > 0$$

Das bedeutet, daß m zwischen sehr kleinen Werten (etwa in Agrarräumen geringer Bevölkerungsdichte) und großen Werten (in verstädterten Regionen) schwankt; einem kleinen m -Wert entspricht ein räumlich großes Gebiet innerhalb der unteren Reichweitengrenzen – und umgekehrt. – Aus dieser Annahme ergibt sich zunächst eine bedingte Wahrscheinlichkeitsverteilung, nämlich

$$P(Y=x | X=m) = \frac{m^x}{x!} e^{-m}$$

wobei X die Gammavariablen sei. Diese soll nun alle möglichen Werte durchlaufen, so daß

$$P(Y=x) = \int_0^{\infty} P(Y=x | X=m) f(m) dm = \int_0^{\infty} \frac{m^x}{x!} e^{-m} f(m) dm$$

Durch Einsetzen und Auflösen ergibt sich die Wahrscheinlichkeitsfunktion der negativen Binomialverteilung²⁵,

$$(3.3) \quad f(x) = \binom{x+k-1}{x} u^k (1-u)^x \quad \begin{array}{l} (x=0, 1, 2, \dots) \\ u, (1-u) > 0 \\ k > 0 \end{array}$$

mit Mittelwert $M(x) = k(1-u)/u$ und Varianz $V(x) = k(1-u)/u^2$. Da $u < 1$ (wegen $1-u > 0$), ist $u^2 < u$. Somit ist $V(x) > M(x)$, was einer stärker gehäuften räumlichen Verteilung entspricht, als nach der Poisson-Verteilung zu erwarten wäre, in der bekanntlich $M(x)=V(x)$. Streben die Parameter k gegen unendlich und $(1-u)$ gegen null, wobei $k(1-u)/u=m$, so geht die negative Binomialverteilung in die Poisson-Verteilung über.

Eine alternative Annahme zur Variation des Parameters m im heterogenen Poisson-Prozeß – m sei eine Poisson-Variablen – führt zur NEYMAN-Typ A-Verteilung (vgl. Tab. 3.1), die unter den Cluster-Verteilungen einen geringeren Grad der Punkthäufung aufweist als die negative Binomialverteilung, gemessen an der Schiefe der Verteilungen bei festem $M(x)$ und $V(x)$ ²⁶.

Mit der negativen Binomialverteilung (bzw. der NEYMAN-Typ A-Verteilung) haben wir somit eine Modellvariante für den Fall bedeutender Unterschiede in der Standortelignung zwischen den Raumeinheiten im Gesamtgebiet – das entspricht den Eigenschaften r_1 in der Modellskizze des Abschnitts 3.3.1 – die unterschiedliche Wahrscheinlichkeiten für die Herausbildung einer bestimmten Anzahl zentraler Orte jeweiliger Größenkategorie bedingen. Solche Wirkungen werden in der zentralörtlichen Theorie mit Variationen der unteren Reichweite zentraler Güter beschrieben, die ein Gesamtmaß für Unterschiede der Bevölkerungs- und Kaufkraftdichte, Verzerrungen der Erreichbarkeit zentraler Orte sowie Unterschiede der Bedürfnisse und Konsumgewohnheiten darstellen. Die stochastische Variation des Parameters m stellt somit eine Hypothese für derartige Wirkungen dar.

3.3.4 Dispergierender Lokalisationsprozeß – die modifizierte Poisson-Verteilung

Ist die Wahrscheinlichkeit der Lokalisation zentraler Einrichtungen bzw. der Entwicklung eines zentralen Ortes bis zu einem bestimmten Zentralitätsniveau in einer Raumeinheit umso geringer, je mehr solcher Einrichtungen bzw. zentrale Orte der betreffenden Größenkategorie dort bereits vorhanden sind, so liegt ein Lokalisationsprozeß mit räumlich dispergierender Wirkung der zu lokalisierenden Objekte vor. Eine solche Tendenz ist gegeben, wenn die Kaufbeziehungen der Konsumenten zu den zentralen Orten zeitlich stabil und räumlich regulär ausgebildet sind, wenn also die oberen Reichweiten zentraler Güter des betrachteten Hierarchieniveaus geringe Variabilität aufweisen und somit das Risiko der Standortwahl außerhalb der bereits bestehenden Zentren für den Anbieter besonders groß ist.

Ähnlich wie die Bedingungen räumlicher Inhomogenität sollen auch diese, im wesentlichen auf dem Konsumentenverhalten und den Anbieterreaktionen beruhenden, Wirkungen durch eine stochastische Komponente im Lokalisationsprozeß berücksichtigt werden. Wir können uns hier direkt auf ein Wahrscheinlichkeitsmodell für "Punktverteilungen regelmäßiger als zufällig" von DACEY stützen²⁷, dessen wesentlichen Parameter wir für unsere Zwecke interpretieren²⁸.

Der zugrunde liegende Zufallsprozeß läßt sich wohl am besten anhand eines Urnenmodells veranschaulichen²⁹: eine Urne enthalte N Kugeln, die mit $j=1, \dots, N$ bezeichnet sind. Zwei voneinander unabhängige Auswahlverfahren werden angenommen:

(a) Ziehen von n_1 Kugeln ohne Zurücklegen,

(b) nach Zurücklegen der n_1 Kugeln Ziehen von n_2 Kugeln mit Zurücklegen.

$p_1(y)$ ist die Wahrscheinlichkeit dafür, daß die j -te Kugel y -mal in der Auswahl (a) gezogen wird; $p_2(z)$ ist die Wahrscheinlichkeit dafür, daß die j -te Kugel z -mal in der Auswahl (b) gezogen wird. Gesucht ist die Wahrscheinlichkeit $p(x)$, daß die j -te Kugel x -mal in beiden Auswahlverfahren gezogen wird. Es gilt $x = y + z$.

Es sei $p = n_1/N$. In der Auswahl (a) wird eine bestimmte Kugel höchstens einmal mit der Wahrscheinlichkeit p gezogen. Folglich ist

$$\begin{aligned} p_1(y) &= p && \text{für } y = 1 \\ &= q = 1-p && \text{für } y = 0. \end{aligned}$$

Es sei $m_1 = n_2/N$. Die Auswahl (b) folgt einer Binomialverteilung, die für großes N durch die leichter zu handhabende Poisson-Verteilung angenähert werden kann³⁰:

$$p_2(z) = e^{-m_1} m_1^z / z! \quad (z=0, 1, 2, \dots)$$

Die Wahrscheinlichkeit, daß die j -te Kugel in beiden Zügen x -mal erscheint, ist entweder

$$\begin{aligned} &\text{bei } y = 1 \text{ und } z = x-1 : p_1(1) p_2(x-1) = p p_2(x-1) \\ \text{oder} &\text{ bei } y = 0 \text{ und } z = x : p_1(0) p_2(x) = q p_2(x). \end{aligned}$$

Die Wahrscheinlichkeit, in beiden Zügen die j -te Kugel x -mal zu ziehen, ist nach dem Additionssatz der Wahrscheinlichkeit gleich der Summe der obigen Wahrscheinlichkeiten,

$$p(x) = q p_2(x) + p p_2(x-1).$$

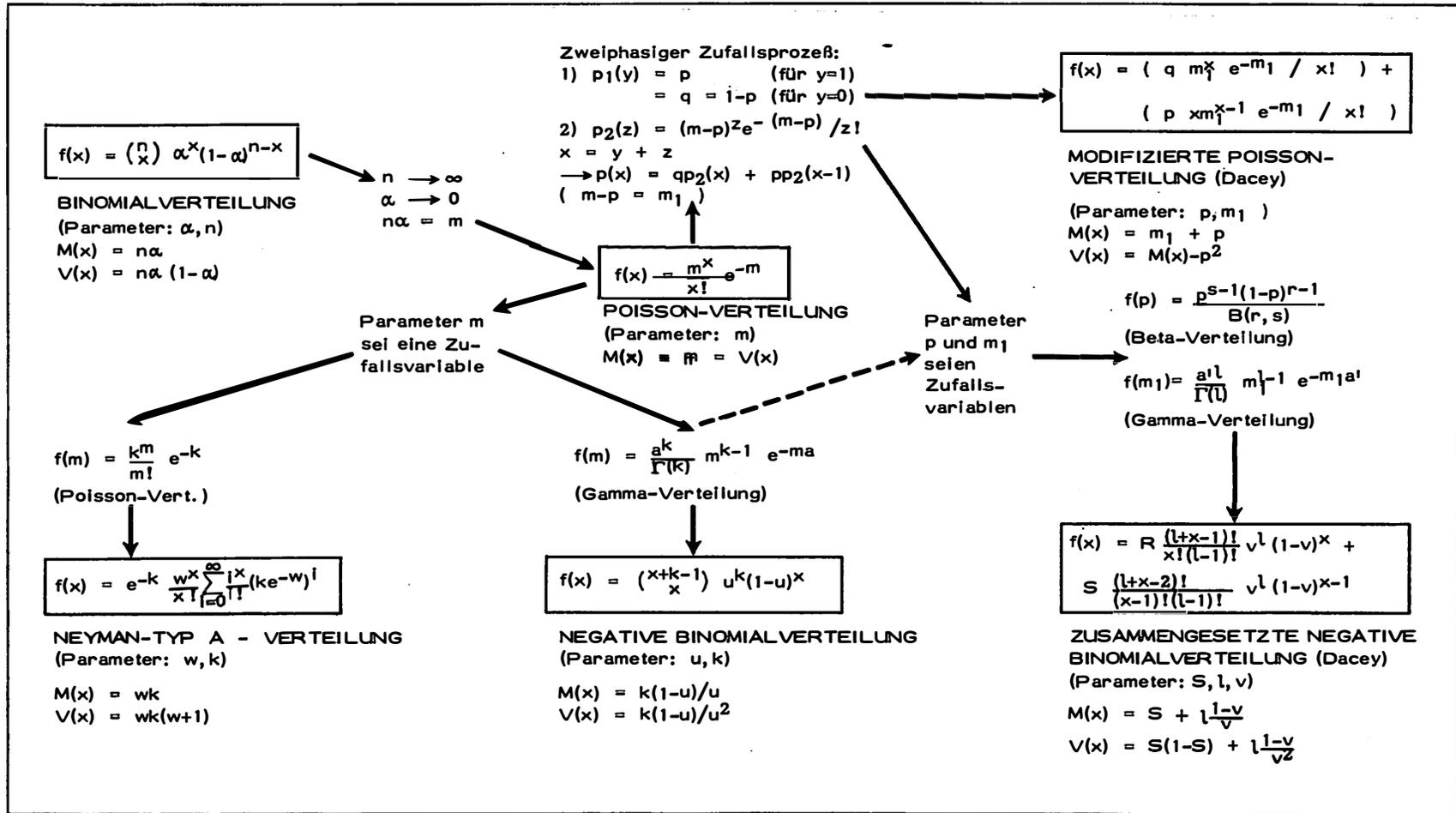
Setzen wir für $p_2(x)$ bzw. $p_2(x-1)$ obige Poisson-Verteilung und dann für $1/(x-1)!$ den Ausdruck $x/x!$, so erhalten wir die gesuchte Wahrscheinlichkeitsfunktion der "modifizierten Poisson-Verteilung" nach DACEY:

$$(3.4) \quad f(x) = (q e^{-m_1} m_1^x / x!) + (p e^{-m_1} m_1^{x-1} x / x!) \quad (x=0, 1, 2, \dots)$$

mit Mittelwert $M(x) = m = m_1 + p$ und Varianz $V(x) = m - p^2$. Wenn $p > 0$, dann ist $V(x) < M(x)$.

Das räumliche Analogon zum Urnenmodell erhält man, wenn man anstelle von Kugeln Raumeinheiten gleicher Größe annimmt; das Ziehen der j -ten Kugel entspricht dann der Lokalisation eines Objektes in der j -ten Raumeinheit. $n_1 + n_2$ Objekte sind auf N Raumeinheiten zu verteilen, davon $n_1 = pN$ in einem systematischen Auswahlverfahren, indem jede der pN verschiedenen Raumeinheiten ein Objekt erhält; die verbleibenden n_2 Objekte werden zufällig über die N Raumeinheiten gestreut. Je größer der Parameter p ist, desto größer ist der Anteil der Raumeinheiten mit mindestens einem Objekt. Ist $p = 1$, so verfügt jede Raumeinheit über mindestens ein Objekt, und nur $(m-1)N$ Objekte werden zufällig verteilt nach der Poisson-Verteilung mit dem Parameter $(m-1)$, also $p(x) = p_2(x-1)$, $x=1, 2, \dots$. Im anderen Grenzfall $p = 0$ geht die modifizierte Poisson-Verteilung in die reine Poisson-Verteilung über.

Der Parameter p ist somit ein Maß für die Abweichung einer räumlichen Punktverteilung von einer Zufallsverteilung in Richtung zunehmender Regelmäßigkeit. Nehmen wir nun an, die mittlere Dichte der zentralen Orte sei gerade $m = 1$, so würde im oberen Grenzfall $p = 1$ eine vollständig reguläre Verteilung der zentralen Orte nach diesem Modell folgen (regulär heißt hier, daß jede Raumeinheit genau einen Ort enthält; über die Position innerhalb einer Raumeinheit erlaubt die Analyse keine Aussage). Dies kann aber nur dann der Fall sein, wenn die obere Reichweite zentraler Güter, also die Entfernung, die ein Konsument für eine Besorgung gerade noch zurückzulegen bereit ist, konstant ist. In unserem Beispiel entspräche der halbe Durchmesser einer Raumeinheit der Reichweite und eine Raumeinheit etwa dem Ergänzungsgebiet eines zentralen Ortes. Im anderen Grenzfall $p = 0$ resultiert bekanntlich die Poisson-Verteilung; wir können eine



Tab. 3.1: Übersicht über das stochastische Lokalisationsmodell

Ihr entsprechende räumliche Verteilung zentraler Orte als Ergebnis rein zufälliger Variation der oberen Reichweite der diese Orte bestimmenden zentralen Güter auffassen. Als Maß für die räumliche Variation der oberen Reichweite eignet sich das Verhältnis der Dichte der regulär verteilten Orte zur Gesamtdichte, also $m_1/m = (m-p)/m = 1-(p/m)$; dieser Quotient schwankt zwischen null (konstante Reichweite) und eins (zufällige Variation).

3.3.5 Das Gesamtmodell – die zusammengesetzte negative Binomialverteilung

Wir benötigen jetzt noch ein Wahrscheinlichkeitsmodell, das die gleichzeitige Variation von oberer und unterer Reichweite erlaubt und die bisher besprochenen Modellvarianten als Grenzfälle mit enthält. Ein solches Gesamtmodell liegt wiederum bei DACEY³¹ vor, das die Erweiterung seiner modifizierten Poisson-Verteilung (3.4) durch Berücksichtigung räumlicher Inhomogenität darstellt. Die Wahrscheinlichkeit, daß in einer Raumeinheit x zentrale Orte lokalisiert sind, ist also nun von den Werten zweier Zufallsvariablen abhängig, also³²

$$P(Y = x | X_1 = p, X_2 = m_1) = (1-p) e^{-m_1} \frac{m_1^x}{x!} + p e^{-m_1} \frac{m_1^{x-1}}{(x-1)!}$$

Die Annahme, daß der Parameter m eine Gamma-Variable ist³³, wird hier analog auf den Parameter m_1 aus (3.4) angewandt; m_1 hat dann die Wahrscheinlichkeitsdichte

$$f(m_1) = \frac{a^l}{\Gamma(l)} m_1^{l-1} e^{-m_1 a^l} \quad m_1, l, a^l > 0.$$

Für das Gesamtmodell ist nun auch eine Annahme für die Art der Variation des Parameters p notwendig. In der modifizierten Poisson-Verteilung (3.4) konnte p als Konstante Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Für größere, inhomogene Regionen kann erwartet werden, daß p einen großen Teil dieses Wertebereiches überdeckt. Die Beta-Verteilung ist eine stetige Zufallsverteilung, die für diesen Wertebereich definiert ist. Es erscheint begründet, p als eine Beta-Variable zu betrachten mit der Wahrscheinlichkeitsdichte

$$f(p) = p^{s-1} (1-p)^{r-1} / B(r, s) \quad 0 < p < 1, r, s > 0.$$

Die Wahrscheinlichkeit, daß eine Raumeinheit genau x Objekte enthält, wenn die Verteilung von m_1 eine Gamma-Variable und die von p eine Beta-Variable ist, erhält man durch Integration des Produktes aus $P(x)$, $f(m_1)$ und $f(p)$ in bezug auf m_1 und p (wobei $P(x)$ die Wahrscheinlichkeitsfunktion (3.4) ist)

$$f(x) = \int_0^1 \int_0^\infty P(x) f(p) f(m_1) dp dm_1.$$

Durch Umformung und Substitution der Parameter³⁴ erhält man schließlich die Wahrscheinlichkeitsfunktion

$$(3.5) \quad f(x) = R \frac{(l+x-1)!}{x!(l-1)!} v^l (1-v)^x + S \frac{(1+x-2)!}{(x-1)!(l-1)!} v^l (1-v)^{x-1} \quad (x=0, 1, 2, \dots)$$

d. h. $f(x) = R f_1(x; l, v) + S f_1(x-1; l, v)$, wobei $R = 1-S$ und $f_1(x; l, v)$ die negative Binomialverteilung mit den Parametern l und v ist. Wir wollen die Wahrscheinlichkeitsfunktion (3.5) "zusammengesetzte negative Binomialverteilung" nennen. S ist der Erwartungswert (Mittelwert) der Beta-Variablen p und entspricht somit dem Parameter p in (3.4). Der Mittelwert von (3.5) ist $M(x) = m = S+1(1-v)/v$, die Varianz $V(x) = S(1-S)+1(1-v)/v^2$.

Wenn $S = 0$, ist $f(x)$ die negative Binomialverteilung (3.3). Wenn $l \rightarrow \infty$ und $(1-v) \rightarrow 0$, so strebt $1(1-v)/v$ gegen m_1 und der Erwartungswert S gegen eine Konstante p , und wir erhalten die modifizierte Poisson-Verteilung (3.4). Diese und die negative Binomialverteilung streben unter oben erörterten Voraussetzungen gegen die Poisson-Verteilung (3.2). Damit ist unsere Forderung erfüllt, daß dieses Wahrscheinlichkeitsmodell (3.5) als die allgemeine Form mit variablen Parametern, die unserer Annahme gemeinsamer Variation von oberer und unterer Grenze der Reichweite zentraler Güter entsprechen, die besonderen Verteilungen (3.2) - (3.4) als Grenzfälle mit enthält³⁵. Die im Theorieteil beschriebene Variationsbreite möglicher Konsequenzen aus der Variabilität der Reichweiten für das räumliche Muster zentraler Orte ist mit diesem Gesamtmodell und seinen Varianten kontinuierlich abgedeckt. Bei der empirischen Anwendung muß also nicht unbedingt entschieden werden, ob die eine oder andere Variante das adäquate Modell ist, sondern durch Vergleich der Modellparameter und der Testresultate können auch Zwischenformen sinnvoll interpretiert werden.

3.4 VERFAHREN DER MODELLANWENDUNG - DIE QUADRATANALYSE

Das Verfahren, mit dem das beschriebene Modell für die empirische Analyse eingesetzt werden soll, ist die *Quadrat-analyse* (auch Gitteranalyse oder Zellenauszählungsverfahren genannt). Sein Grundprinzip ist einfach: Man legt über das Untersuchungsgebiet ein Gitter mit Zellen gleicher Größe, die gewöhnlich Quadratform haben, und zählt die Punkte (d. h. die Objekte, deren räumliche Verteilung analysiert werden soll) in den Quadraten aus, um daraus eine Häufigkeitsverteilung der Quadrate zu erstellen, die 0, 1, 2, ... Punkte enthalten. Die Parameter eines Wahrscheinlichkeitsmodells, das als Hypothese für den Lokalisationsprozeß fungiert, der die beobachtete Punktverteilung erzeugt haben kann, werden aus der empirischen Verteilung "geschätzt". Bestätigung oder Zurückweisung der Hypothese hängt vom Grad der Übereinstimmung zwischen beobachteter (empirischer) und erwarteter (theoretischer) Verteilung ab, der mit dem Chi-Quadrat-Anpassungstest bestimmt wird. Dabei muß die aus der Bedingung der Unabhängigkeit der hier betrachteten Wahrscheinlichkeitsverteilungen³⁶ folgende Voraussetzung erfüllt sein, daß die Besetzungszahlen der Quadrate, insbesondere benachbarter, unabhängig voneinander sein müssen; diese Bedingung muß vor Anwendung des Anpassungstests geprüft werden.

3.4.1 Parameterschätzung

Legt man einen bestimmten stochastischen Prozeßtyp als Hypothese zur Erklärung einer räumlichen Punktverteilung zugrunde, so kennt man zwar das Bildungsgesetz zur Ableitung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen, steht aber noch vor dem Problem, aus der großen Zahl möglicher Verteilungen gleichen Typs diejenige zu bestimmen und mit der empirischen Verteilung zu vergleichen, die dieser bzgl. Lage, Streuung und ggfs. Formkriterien entspricht. Es geht also darum, die theoretische Verteilung über die Bestimmung ihrer Parameter (Konstanten) festzulegen.

Es liegt z. B. nahe, den Mittelwert \bar{x} einer empirischen Verteilung als Näherung für den Mittelwert μ einer Wahrscheinlichkeitsverteilung anzusehen. Man erhält die Schätzung $\mu \approx \bar{x}$; entsprechend kann man die Stichprobenvarianz als Näherung der Varianz der genannten Verteilung betrachten, also $\sigma^2 \approx s^2$. Die Beispiele sind Fälle der sogenannten *Momentenmethode*: man drückt die zu schätzenden Parameter einer Verteilung durch ihre Momente aus und ersetzt diese in einer entsprechenden Schätzfunktion durch die (bekannten) Momente der empirischen Verteilung³⁷.

Auf eine weitere Methode zur Parameterschätzung, die Maximum-Likelihood-Methode, sei hier nur hingewiesen; sie ist für mehrere gleichzeitig zu schätzende Parameter sehr viel wirksamer als die Momentenmethode³⁸. Für die hier durchzuführenden Parameterschätzungen sind die Momentenschätzungen jedoch hinreichend wirksam.

Die Schätzformeln für die Parameter der Wahrscheinlichkeitsfunktionen unseres Lokalisationsmodells sind im ANHANG 1 zusammengestellt.

3.4.2 Hypothesentest: der Chi-Quadrat-Anpassungstest

Ist die jeweilige, mit einer bestimmten empirischen Verteilung zu vergleichende, theoretische Verteilung durch ihre Parameter festgelegt, ist die Hypothese zu überprüfen, die empirische Beobachtung (Stichprobe) mit unbekanntem Verteilungseigenschaften stamme aus einer Grundgesamtheit mit einer bestimmten theoretischen Form und bekannten, durch den jeweiligen stochastischen Lokalisationsprozeß festgelegten Eigenschaften. Wir prüfen also die Hypothese H_0 (Nullhypothese) 'Die beobachtete stimmt mit der erwarteten Verteilung überein!' gegen die Alternativhypothese H_1 , die Nichtübereinstimmung behauptet, also

$$H_0 : F_b(x) = F_e(x)$$

$$H_1 : F_b(x) \neq F_e(x) .$$

Dies ist die Fragestellung des klassischen Chi-Quadrat-Anpassungstests, der das Kernstück der Quadratanalyse darstellt³⁹. Die Wahrscheinlichkeiten der theoretischen Verteilung werden mit der Anzahl der Raumeinheiten N (Anzahl der Beobachtungen, Stichprobenumfang) multipliziert, woraus wir absolute Häufigkeiten erhalten, die bei Gültigkeit der Hypothese H_0 für die einzelnen x -Werte (Klassen)

zu erwarten sind (f_{e_i}) und die mit den beobachteten Häufigkeiten (f_{b_i}) verglichen werden. Die Prüfgröße

$$(3.6) \quad \chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_{b_i} - f_{e_i})^2}{f_{e_i}}$$

weist näherungsweise eine Chi-Quadrat- (χ^2 -) Verteilung auf, wenn die erwarteten Häufigkeiten bei nur zwei Klassen größer als 5, bei mehr als zwei Klassen größer als 1 sind, wobei höchstens 20 % der Erwartungshäufigkeiten kleiner als 5 sein dürfen⁴⁰. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, muß man benachbarte Klassen zusammenfassen. Die χ^2 -Verteilung hängt von der Anzahl Ihrer Freiheitsgrade (FG = K - a - 1, wobei K = Anzahl der Klassen, a = Anzahl der geschätzten Parameter der theoretischen Verteilung; 1 FG entfällt auf den für die Berechnung der Erwartungshäufigkeiten benutzten Stichprobenumfang N) ab.

Die Hypothese H_0 kann beibehalten werden, wenn die Prüfgröße χ^2 kleiner als der kritische Wert $\chi^2_{\alpha; FG}$ der χ^2 -Verteilung ist; sie muß zurückgewiesen werden - somit wird H_1 akzeptiert - wenn die Prüfgröße größer oder gleich dem kritischen Wert ist. Der Nullhypothese kommt bei unserer Fragestellung jedoch eine andere Bedeutung zu als im sonst üblichen statistischen Test: wir sind an der Bestätigung der Nullhypothese und nicht an Ihrer Zurückweisung interessiert⁴¹. Ein vorher festgesetztes Signifikanzniveau, z.B. 95 % ($\alpha = 0,05$), bedeutet nun keineswegs eine hohe Sicherheit (etwa 95 %) für die Beibehaltung der Nullhypothese, im Gegenteil: je höher das Signifikanzniveau ist, desto geringer wird die Wahrscheinlichkeit, daß die Nullhypothese scheitert, desto größer also das Risiko, eine falsche Nullhypothese beizubehalten. Dieses Risiko wird umso kleiner, je größer der Ablehnungsbereich α wird. Als Kriterium für die Güte der Anpassung einer empirischen an eine theoretische Verteilung kann die Größe des Ablehnungsbereichs α dienen, bei dem die Nullhypothese gerade noch beibehalten werden kann. Abb. 3.1 zeigt die Zusammenhänge:

die errechnete Prüfgröße $\chi^2=4,88$ trennt einen Bereich von 30 % unter der Kurve als äußerst möglichen Ablehnungsbereich ab. Diesen durch Interpolation aus einer Tabelle der χ^2 -Verteilung ermittelten Wert nennen wir die Überschreitungswahrscheinlichkeit der Nullhypothese. Der kleinere Testwert $\chi^2=2,20$ grenzt einen wesentlichen größeren α -Bereich ab; $P=70\%$ bedeutet dann einen hohen Anpassungsgrad⁴².

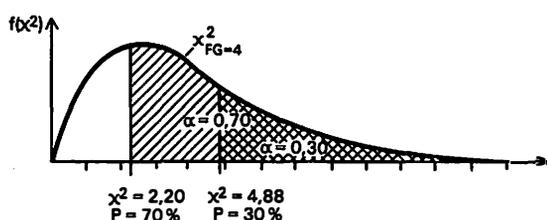


Abb. 3.1: Chi-Quadrat-Anpassungstest und die Überschreitungswahrscheinlichkeit

Die Güte der Anpassung läßt sich nach A. LIENERT wie folgt beschreiben⁴³:

Überschreitungswahrscheinlichkeit P (in %)	50	50...20	19...5	5
Anpassung	gut	mäßig	schwach	fehlend

3.4.3 Quadratgröße und das Problem räumlicher Autokorrelation

Ein Problem bei der Anwendung der Quadratanalyse liegt in der "richtigen" Bestimmung der Zellengröße, von der das Ergebnis der Hypothesenprüfung abhängen kann. Im Zusammenhang mit der Poisson-Verteilung waren zwei Bedingungen genannt worden, zum einen die Bedingung gleicher Wahrscheinlichkeit, zum anderen die der Unabhängigkeit. Die erste Bedingung war mit der Annahme von Parametervariationen aufgegeben worden: statt konstanter Wahrscheinlichkeit spielten dann bedingte Wahrscheinlichkeiten eine Rolle, mit denen die unterschiedlichen Verhaltenseigenschaften und räumlichen Voraussetzungen nachge-

zeichnet werden sollten. Die Bedingung der Unabhängigkeit gilt jedoch für alle Modellvarianten; das bedeutet, daß die Wahrscheinlichkeit, einen Punkt in einem bestimmten Quadrat zu lokalisieren, unabhängig von den Besetzungszahlen anderer, vor allem benachbarter, Quadrate ist.

Diese Voraussetzung kann innerhalb der Quadratanalyse selbst nicht geprüft werden, da die räumliche Anordnung der Quadrate mit ihren jeweiligen Besetzungszahlen bei der Erstellung der eindimensionalen Häufigkeitsverteilung verloren geht, wie die beiden einfachen Beispiele in Abb. 3.2 zeigen: A und B haben identische Häufigkeitsverteilungen, die jedoch aus ganz unterschiedlichen räumlichen Anordnungen der ausgezählten Objekte stammen; während A eine geordnete Konfiguration aufweist, erscheint die von B regellos, "zufällig". Allein B scheint die Voraussetzung für den Hypothesentest, nämlich Unabhängigkeit der Besetzungszahlen, zu erfüllen, oder anders ausgedrückt: es scheint keine signifikante Korrelation

der einzelnen Besetzungszahlen mit denen jeweils benachbarter Felder zu bestehen. A hingegen dürfte ein hohes derartiges Korrelationsmaß aufweisen.

Die Voraussetzung unabhängiger Besetzungszahlen räumlich benachbarter Quadratfelder kann also geprüft werden, indem eine Maßzahl für räumliche Autokorrelation auf Vereinbarkeit mit der Nullhypothese - die zugehörige Grundgesamtheit weist keine Autokorrelation auf - getestet wird⁴⁵. Indem man einen solchen Test der zu analysierenden Punktverteilungen mit Gittern unterschiedlicher Maschenweite durchführt, gewinnt man durch Vergleich der Testresultate zugleich Aufschluß über die

Verteilung A		Anordnung A				
x	f	0	0	1	2	2
0	6	0	0	1	2	2
1	3	0	0	1	2	2
2	6	0	0	1	2	2

Verteilung B		Anordnung B				
x	f	0	2	0	2	1
0	6	0	2	1	0	2
1	3	1	0	2	0	2
2	6	1	0	2	0	2

Abb. 3.2: Identische Häufigkeitsverteilungen A und B, jedoch unterschiedliche Anordnungen im Raum⁴⁴

mögliche "Reichweite" der Standortabhängigkeiten⁴⁶ und somit Anhaltspunkte für die Wahl der "richtigen" Quadratgröße.

Als Maßzahl räumlicher Autokorrelation eignet sich der "contiguity ratio" c von GEARY⁴⁷, der bei wachsender Zahl der Beobachtungen asymptotisch normalverteilt ist und als Standardnormalvariable auf Signifikanz geprüft werden kann. Er hat die folgende Form⁴⁸:

$$(3.7) \quad c = \frac{(N-1) \sum_{i \neq j} \sum_{j=1}^N \delta_{ij} (x_i - x_j)^2}{4A \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

- N = Anzahl der Raumeinheiten (i, j = 1, 2, ..., N)
- x_i, x_j = Besetzungszahlen der Raumeinheiten ($\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$)
- δ_{ij} = "Gewichte": $\delta_{ij} = 1$, wenn die i-te Raumeinheit mit der j-ten Raumeinheit verbunden ist, sonst $\delta_{ij} = 0$ ⁴⁹
- A = Gesamtzahl der Verbindungen von Raumeinheiten = $\frac{1}{2} \sum_{i=1}^N L_i$, wobei L_i = Anzahl der Raumeinheiten, die mit der i-ten Raumeinheit verbunden sind = $\sum_{j=1}^N \delta_{ij}$ (wegen $\delta_{ij} = \delta_{ji}$ muß oben durch 2 dividiert werden).

Zur Interpretation des Koeffizienten c gehen wir von folgender Überlegung aus: ein relativ großes S = $\frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \delta_{ij} (x_i - x_j)^2, i \neq j$, impliziert ein gewisses Alternieren in den Besetzungszahlen der Raumeinheiten, also gewisse Regelmäßigkeit der Anordnung (1/2 vor der Doppelsumme wegen Symmetrie der δ_{ij}); umgekehrt wird S relativ klein sein, wenn ähnliche Besetzungszahlen benachbart sind, also räumliche Häufungen vorliegen. Ein Ver gleichsmaßstab zur Beurteilung der Abweichungssumme S ist die Varianz aus allen Besetzungszahlen, also $\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2$. S muß dann noch durch die Anzahl der Beobachtungen, also durch 2A, dividiert werden, um beide Größen in einem Quotienten miteinander vergleichen zu können (nach Umformung erhalten wir Formel 3.7). c = 1 bedeutet dann, daß beide Streuungsmaße

gleich sind, also keine räumliche Autokorrelation besteht; $c < 1$ beschreibt positive Autokorrelation (räumliche Häufungen), $c > 1$ entspricht negativer Autokorrelation (Regularität), wobei die Bezeichnungen "positiv" und "negativ" der Richtung des Zusammenhangs beim bekannten Produkt-Moment-Korrelationskoeffizienten entsprechen.

Für unsere Fragestellung interessiert nun, ob ein errechneter c -Wert mit der Nullhypothese vereinbar ist, wonach die Abweichung vom Erwartungswert ('die Beobachtungen sind unkorreliert!') statistisch nicht signifikant ist. Unter der Normalitätsannahme lassen sich die Momente der Stichprobenverteilung von c bestimmen⁵⁰.

$$(3.8) \quad \begin{aligned} M_1 &= E(c) = 1 && \text{Mittelwert (Erwartungswert)} \\ M_2 &= V(c) = \frac{(2A + D)(N - 1) - 2A^2}{(N + 1)A^2} && \text{Varianz} \\ &\text{wobei } D = \frac{1}{2} \sum_i L_i(L_i - 1) \\ \sigma_c &= V(c)^{1/2} && \text{Stichprobenfehler von } c \end{aligned}$$

Damit kann c mit Hilfe des Z-Tests (Standardnormalverteilung) auf signifikante Abweichung vom Erwartungswert geprüft werden; die Hypothese $H_0: c = 1$ ist zurückzuweisen, wenn $|Z| \geq Z_\alpha$, wobei

$$Z = \frac{E(c) - c}{\sigma_c} = \frac{1 - c}{\sigma_c}.$$

Anders als beim Z-Test wird hier der errechnete vom erwarteten Wert abgezogen, damit das Vorzeichen von Z der Richtung der räumlichen Autokorrelation entspricht⁵¹. Ähnlich wie beim Chi-Quadrat-Anpassungstest interessiert auch hier die Bestätigung der Nullhypothese; α sollte also möglichst groß sein.

Kann die Hypothese, die Besetzungszahlen verschiedener Quadrate seien unabhängig, mit genügender Sicherheit beibehalten werden, so ist damit eine entscheidende Voraussetzung für den Anpassungstest in der Quadratanalyse erfüllt⁵². Die Bestätigung der Nullhypothese ist zwar eine notwendige, aber noch nicht hinreichende Bedingung für die Wahl der "richtigen" Quadratgröße. Sie engt jedoch den Spielraum der Möglichkeiten ein. Innerhalb dieses Spielraums sind für die Entscheidung beim Hypothesentest die folgenden Regeln hilfreich: Fehlende Übereinstimmung der empirischen mit einer Poisson-Verteilung ist ein schlüssiger Beweis von Nicht-Zufälligkeit der Verteilung, während der Nachweis der Zufälligkeit mit genügender Sicherheit nur in einer Testserie mit verschiedenen Quadratgrößen erbracht werden kann⁵³; fehlende Anpassung einer bedingten Wahrscheinlichkeitsverteilung ist noch kein Nachweis dafür, daß der zugrunde liegende Prozeß nicht diese Eigenschaft besitzt, während Übereinstimmung eines solchen Modells mit der empirischen Verteilung ein sicheres Testresultat im Sinne der Bestätigung ist⁵⁴.

ANMERKUNGEN

- 1 Dabei ist die Bedeutung von "stochastisch" spezifischer als die von "probabilistisch" als Gegensatz zu "deterministisch"; die Theorie stochastischer Prozesse befaßt sich mit Zufallsprozessen, bei denen das Auftreten eines bestimmten Ereignisses nicht unabhängig von den vorausgegangenen Realisierungen dieses Prozesses ist, sondern vielmehr in gesetzesähnlicher Weise "geregelt" wird (Abhängigkeit von Zufallsereignissen), Vgl. L.W. HEPPLE: The impact of stochastic process theory upon spatial analysis in human geography, in: Progress in Geography, Vol. 6, London 1974, S. 91-95.
- 2 D.W. HARVEY: Pattern, process, and the scale problem in geographical research, in: Transactions, Inst. of British Geogr. 45(1968), S. 71. Zur Beziehung zwischen Geographie und Geometrie sowie mathematischen Modellen und zur Verknüpfung von Geometrien unterschiedlicher Eigenschaft mit Konzepten menschlichen Verhaltens im Raum vgl. auch L.J. KING: The analysis of spatial form and its relation to geographic theory, in: Annals, Assoc. of Amer. Geogr. 59(1969), S. 573-595.
- 3 vgl. R.H. THOMPSON: Spatial point processes, with applications to ecology, in: Biometrika 42(1955), S. 102, sowie L.W. HEPPLE: The impact of stochastic process theory ..., a.a.O., S. 98.
- 4 vgl. z.B. den Sammelband mit 35 Einzelbeiträgen einer interdisziplinären Konferenz von P.A.W. LEWIS (Hrsg.) Stochastic point processes. Statistical analysis, theory and applications. New York 1972.

- 5 In der Ökologie entwickelt von P. J. CLARK, F. C. EVANS: Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations, in: Ecology 35(1954), S. 445-453.
- 6 M. F. DACEY: Analysis of central place and point patterns by a nearest neighbor method, in: Lund Studies in Geogr., Ser. B., No. 24, Lund 1962; ders.: Order neighbor statistics for a class of random patterns in multidimensional space, in: Annals, Assoc. of Amer. Geogr. 53(1963), S. 505-515; ders.: Two dimensional point patterns: a review and interpretation, in: Papers, Regional Science Assoc. 13 (1964), S. 41-54; ders.: Order distance in an inhomogeneous random point pattern, in: Canadian Geogr. 9(1965), S. 144-153; ders.: Some properties of order distance for random point distributions, in: Geografiska Annaler 49, Ser. B (1967), S. 25-32.
- 7 vgl. hierzu R. L. MORRILL: On the arrangement and concentration of points in the plane, in: H. Mc CONNELL, D. W. YASEEN: Models of spatial variation, Dekalb/III. 1971 (Perspectives in Geogr. I, Northern Illinois Univ.).
- 8 DACEYs Gegenvorschlag: Kartenprojektion auf einen Torus, so daß gegenüber liegende Grenzen zusammenfallen; vgl. M. F. DACEY: A probability model for central place locations, in: Annals, Assoc. of Amer. Geogr. 56(1966), S. 550-568.
- 9 vgl. hierzu und zu weiteren methodischen Problemen S. deVOS: The use of nearest neighbor methods, in: Tijdschr. v. Econ. en Soc. Geogr. 64(1973), S. 307-319.
- 10 vgl. D. HARVEY: Geographical processes and point patterns: testing models of diffusion by quadrat sampling, in: Transactions, Inst. of Brit. Geogr. 40(1966), S. 81-95.
- 11 vgl. A. ROGERS: A stochastic analysis of the spatial clustering of retail establishments, in: Journ. of the Amer. Statist. Assoc. 60(1965), S. 1094-1103; ders.: Quadrat analysis of urban dispersion, 2. Case studies of urban retail systems, in: Environment and Planning 1(1969), S. 155-171; vgl. auch ders.: Statistical analysis of spatial dispersion - the quadrat method, London 1974, S. 71-115.
- 12 M. F. DACEY: Modified probability law for point pattern more regular than random, in: Annals, Assoc. of Amer. Geogr. 54(1964), S. 559-565; ders.: A county-seat model for the areal pattern of an urban system, in: Geogr. Review 56(1966), S. 527-542.
- 13 M. F. DACEY: Order distance in an inhomogeneous point pattern, a. a. O.; sowie ders.: Functions of geographic analysis: I. Inhomogeneous random point pattern with continuous variation in point density. Dept. of Geogr., Northwestern Univ., Evanston/III. 1968 (Research Report 47).
- 14 M. F. DACEY: A compound probability law for a pattern more dispersed than random and with areal inhomogeneity, in: Econ. Geogr. 42(1966), S. 172-179; sowie ders.: Regularity in spatial distributions: a problem of geographic analysis, in: G. P. PATIL (Hrsg.) Random counts in scientific work: Vol. 3, Random counts in physical sciences, geoscience and business. University Park/Pa. u. London 1970, S. 57-71.
- 15 Objekte, die zu räumlicher Regelmäßigkeit tendieren, sind in der Sprache DACEYs "space consumers", d. h. Objekte, die eine im Vergleich zum Untersuchungsgebiet relativ große Fläche einnehmen (z. B. städtische Zentren relativ zur County-Fläche) oder solche, deren Existenz von der ausschließlichen Beherrschung des umgebenden Gebiets abhängt (z. B. ländliche zentrale Orte); M. F. DACEY: Regularity in spatial distributions ..., a. a. O., S. 65-66.
- 16 vgl. A. ROGERS, N. GOMAR: Statistical inference in quadrat analysis, in: Geogr. Analysis 1(1969), S. 370-384; A. ROGERS: Quadrat analysis of urban dispersion, 1. Theoretical techniques, in: Environment and Planning 1(1969), S. 47-80; sowie ders.: Statistical analysis of spatial dispersion ..., a. a. O., S. 1-68.
- 17 vgl. hierzu L. W. HEPPLE: The impact of stochastic process theory ..., a. a. O., S. 101.
- 18 vgl. hierzu auch meine früheren, in zwei Vortragsmanuskripten gegebenen Darstellungen des Modells: Stochastische Analyse der räumlichen Verteilung zentraler Orte (1975); Räumliche Muster und stochastische Prozesse - Lokalisationsanalyse zentraler Orte (1975).
- 19 Die folgende Darstellung lehnt sich an die von DACEY gegebene Beschreibung eines Standortmodells an, das allerdings auf anderen Wahrscheinlichkeitsverteilungen basiert als das hier zu entwickelnde Modell; vgl. M. F. DACEY: A hypergeometric family of discrete probability distributions: properties and applications to location models, in: Geogr. Analysis 1(1969), S. 296-300.
- 20 Bestände keine Abhängigkeit der Standortwahl von den bereits getroffenen Standortentscheidungen, so ergäbe sich die Wahrscheinlichkeit aus $P(X_j(n)=x) = P(X_j(n)=1) \cdot P(X_j(n-1)=x-1) + P(X_j(n)=0) \cdot P(X_j(n-1)=x)$, also nach dem Multiplikations- und Additionssatz für zusammengesetzte unabhängige Wahrscheinlichkeiten.
- 21 vgl. M. F. DACEY: A hypergeometric family ..., a. a. O., S. 303.
- 22 in Anlehnung an M. FISZ: Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik, Berlin 1971, S. 326-331; sowie A. ROGERS: Statistical analysis of spatial dispersion, a. a. O., S. 3 (dieses Buch stellt eine Zusammenfassung von Teilen der vorher erschienenen Einzelbeiträge zu "Quadrat analysis of urban dispersion", in: Environment and Planning, 1969-1972, sowie von "Statistical inference in quadrat analysis", 1969, von ROGERS et al. dar; die genannten Arbeiten werden im folgenden zumeist nach der Buchveröffentlichung 1974 zitiert).

- 23 Sie hat die Form einer negativen Exponentialverteilung; die Wahrscheinlichkeit, in einem bestimmten zentralen Ort einzukaufen, ist eine monoton abnehmende Funktion der Distanz zum zentralen Ort.
- 24 vgl. M.F.DACEY: Order distance in an inhomogeneous random point pattern, a. a. O., S. 146-147, wo diese Annahme erstmals auf die Ableitung von Nächst-Nachbar-Distanz-Verteilungen angewandt wurde; diese Annahme übertrug DACEY später auf die Ableitung einer diskreten Wahrscheinlichkeitsverteilung, vgl. ders.: A compound probability law ..., a. a. O., S. 175-176.
- 25 Die negative Binomialverteilung hat hier die Form einer zusammengesetzten Poisson-Verteilung (heterogener Poisson-Prozeß); sie läßt sich jedoch auch aus einer anderen Prozeßannahme ableiten, wonach zufällig verteilte Punkthäufungen in einem zweiphasigen Prozeß erzeugt werden, in dem die Anfangspunkte zufällig und die folgenden Punkte in logarithmischer Progression verteilt werden (verallgemeinerte Poisson-Verteilung, Kolonisationsmodell). Zum Problem solcher "überbestimmten" Modelle vgl. D.HARVEY: Some methodological problems in the use of the Neyman Type A and the negative binomial probability distribution for the analysis of spatial point patterns, in: Transactions, Inst. of Brit. Geogr. 42(1967), S. 85-95; ders.: Geographical processes and point patterns ..., a. a. O., S. 81-95. In unserem Falle ist der heterogene Poisson-Prozeß die vom Sachproblem her naheliegende Prozeßhypothese. Bei der Erörterung der Hypothesentests werden wir hierauf zurückkommen.
- 26 vgl. A.ROGERS: Statistical analysis of spatial dispersion, a. a. O., S. 28-30.
- 27 vgl. M.F.DACEY: Modified probability law ..., a. a. O., S. 559-565.
- 28 DACEY interpretierte dieses Wahrscheinlichkeitsmodell später als Modell der Städteverteilung bei Berücksichtigung der Hauptorte mittlerer Verwaltungseinheiten; vgl. M.F.DACEY: A county-seat model ..., a. a. O., S. 527-542.
- 29 Die Beschreibung folgt M.F.DACEY: Modified probability law ..., a. a. O.; Seltenangaben nach dem Wiederabdruck in: B.J.L.BERRY, D.F.MARBLE (Hrsg.) Spatial analysis, Englewood Cliffs, N.J. 1968, S. 174-175.
- 30 vgl. Abschnitt 3.3.2.
- 31 vgl. M.F.DACEY: A compound probability law ..., a. a. O., S. 175-177.
- 32 vgl. M.F.DACEY: Regularity in spatial distributions ..., a. a. O., S. 63. Die rechte Seite der Gleichung ist die Wahrscheinlichkeitsfunktion (3.4) in etwas anderer Schreibweise.
- 33 vgl. Abschnitt 3.3.3.
- 34 vgl. M.F.DACEY: A compound probability law ..., a. a. O., S. 176.
- 35 vgl. hierzu die Übersicht über das stochastische Lokalisationsmodell in Tab. 3.1.
- 36 vgl. Abschnitt 3.3.2.
- 37 Mittelwert und Varianz einer Verteilung sind Sonderfälle solcher Momente. Die Erwartungswerte (Mittelwerte) $M_k = E(X^k) = \sum_i x_i^k p_i$, wobei p_i relative Häufigkeiten sind, heißen die k -ten Momente der Verteilung. Für $k=1$ ergibt sich der Mittelwert $\mu = E(X)$. Die k -ten zentralen Momente sind die Momente in bezug auf den Mittelwert μ , also $M_k = E(X-\mu)^k$. Das 2. zentrale Moment ist die Varianz einer Verteilung, $\sigma^2 = E(X-\mu)^2 = E(X^2) - \mu^2$. Analog lassen sich auch Momente höherer Ordnung bestimmen.
- 38 vgl. hierzu A.ROGERS: Statistical analysis of spatial dispersion, a. a. O., S. 31-53.
- 39 ein anderer Anpassungstest, der Kolmogoroff-Smirnow-Test, kommt für die Quadratanalyse nicht in Betracht, da er stetige Verteilungen voraussetzt.
- 40 vgl. K.STANGE, H.-J.HENNING: Formeln und Tabellen der mathematischen Statistik. Berlin, Heidelberg, New York 1966, S. 99.
- 41 vgl. hierzu G.CLAUSS, H.EBNER: Grundlagen der Statistik, Frankfurt u. Zürich, 1971, S. 198.
- 42 Weitergehende inferenzstatistische Probleme beim χ^2 -Test behandelt ROGERS, insbesondere die der nichtzentralen χ^2 -Verteilung für den Test unter der Annahme, daß die Nullhypothese falsch und eine alternative Hypothese H_1 richtig ist, was für die gegenseitige Abgrenzung verschiedener Alternativhypothesen von Bedeutung sein kann. Vgl. A.ROGERS: Statistical analysis of spatial dispersion, a. a. O., S. 54-70.
- 43 nach G.CLAUSS, H.EBNER, a. a. O., S. 198.
- 44 nach M.F.DACEY: A county-seat model ..., a. a. O., Fig. 1, S. 529.
- 45 Einen Test auf räumliche Autokorrelation als Voraussetzung zur Anwendung der Quadratanalyse führte erstmals DACEY zur empirischen Überprüfung des County-seat-Modells durch; vgl. ebd., S. 527-542.
- 46 Denn wir gehen ja von der Annahme aus, daß innerhalb der Raumeinheiten Abhängigkeit, zwischen den Raumeinheiten jedoch Unabhängigkeit in der Lokalisation zentraler Orte besteht.
- 47 R.C.GEARY: The contiguity ratio and statistical mapping, in: The Incorporated Statistician 5(1954), S. 115-141; wieder abgedruckt in: B.J.L.BERRY, D.MARBLE (Hrsg.) Spatial analysis, Englewood Cliffs, N.J. 1968, S. 461-478. Vgl. hierzu auch A.D.CLIFF, J.K.ORD: Spatial autocorrelation, London 1973.
- 48 In der Verallgemeinerung und Notation von GEARYs c von A.D.CLIFF, J.K.ORD: Spatial autocorrelation, a. a. O., Formel (1.32), S. 8.
- 49 Bei Anwendung der Formel (3.7) wurden die $\delta_{ij}=1$ gesetzt, wenn die i -te Raumeinheit eine gemeinsame Quadratseite mit der j -ten Raumeinheit hat, sonst $\delta_{ij}=0$. Dies ist - in Analogie zu den erlaubten Zügen beim Schachspiel - der "rook's case" (Turm), im Unterschied zum "bishop's case" (Läufer) und

- "queen's case" (Dame); vgl. A.D.CLIFF, J.K.ORD: Spatial autocorrelation, a. a. O., S. 16-17.
- 50 vgl. R.C.GEARY: The contiguity ratio..., in: BERRY, MARBLE (Hrsg.), a. a. O., S. 464; Notation nach A. D. CLIFF; J. K. ORD, a. a. O., S. 9.
- 51 vgl. A. D. CLIFF, J. K. ORD, a. a. O., S. 21. Vgl. hierzu auch L. J. KING: Statistical analysis in geography, Englewood Cliffs, N. J. 1969, S. 110-111; die Formeln für R und μ_2^1 sind allerdings fehlerhaft.
- 52 Der Fall, daß auch bei verschiedenen Netzgrößen die räumliche Autokorrelation nicht "verschwindet", wenn zugleich die negative Binomialverteilung gut angepaßt ist, soll im Rahmen der empirischen Analyse behandelt werden.
- 53 vgl. D. W. HARVEY: Geographical processes and the analysis of point patterns ..., a. a. O., S. 84.
- 54 vgl. ebd., S. 88-89.

4 ZENTRALITÄTSBESTIMMUNG UND HIERARCHIETEST

4.1 PROBLEMSTELLUNG

Bei der Erörterung stochastischer Lokalisationsprozesse und der Verfahren zur empirischen Anwendung solcher Modelle waren wir von der stillschweigenden Voraussetzung ausgegangen, die Objekte im Raum, auf die sich unsere Prozeßhypothesen beziehen und deren Verteilungscharakteristika erfaßt werden sollen, seien bekannt und wohldefiniert. Wir hatten einfach von räumlich verteilten Anbietern zentraler Güter oder zentralen Orten einer bestimmten Größenkategorie gesprochen und damit den (gleichwertigen) Punkten in stochastischen Punktprozessen eine inhaltliche Deutung gegeben.

Bei der konkreten empirischen Untersuchung zentralörtlicher Systeme stellt sich aber nun die Frage, welche Anbieter zentraler Güter bzw. welche Orte (als tatsächliche oder potentielle Standorte der Anbieter) als "gleich" im Hinblick auf Standortanforderungen bzw. -voraussetzungen anzusehen sind, um aus der Analyse ihrer räumlichen Verteilung Aufschluß über den dahinter stehenden Lokalisationsprozeß zu erhalten. Die bekannten Eigenschaften von CHRISTALLERs System der zentralen Orte bezüglich der Größentypen, räumlichen Verteilung und hierarchischen Zuordnung zentraler Orte^{1*} folgen ja aus den gleichen Annahmen über das Verhalten der Anbieter und Konsumenten; sie stellen gewissermaßen die vertikale und horizontale Komponente der räumlichen Ordnungsstruktur dar, die sich als Konsequenz aus dem in der Theorie postulierten Lokalisationsprozeß ergibt.

Diesem Zusammenhang muß auch die Anlage einer empirischen Untersuchung Rechnung tragen. Die Analyse von Eigenschaften des vertikalen Aufbaus zentralörtlicher Systeme – also die Bestimmung der Zentralität der einzelnen Orte und die Suche nach einer klassifikatorischen Ordnung auf Grund der Zentralitätsunterschiede – hat daher zweierlei Aufgaben:

- (1) Sie dient der empirischen Prüfung einer grundlegenden Voraussage der Theorie CHRISTALLERs, nämlich der funktionalen Hierarchie zentraler Orte, wie sie aus der Annahme der bedingten Ordnung des Markteintritts für die Anbieter zentraler Güter folgt, also abhängiger Standortentscheidungen auf Grund von Agglomerationsvorteilen, die für die standortsuchenden Anbieter dort bestehen (und genutzt werden), wo Anbieter von Gütern geringerer Reichweite bereits ihren Standort haben².
- (2) Klassenbildungen für zentrale Güter und zentrale Orte sind die Voraussetzung für die Analyse ihrer räumlichen Verteilung mit Hilfe des oben beschriebenen Lokalisationsmodells, das auf stochastischen Punktprozessen basiert; die im Raum verteilten Orte müssen für die jeweilige Fragestellung eingeteilt werden können in solche, welche die interessierende Eigenschaft aufweisen (einer bestimmten Klasse angehören, also zu analysieren sind), und solche, für die das nicht zutrifft. Die empirische Aussagefähigkeit der Quadratanalyse, d.h. der (indirekte) Schluß von einem räumlichen Muster auf den erzeugenden Prozeß und dessen Interpretation, hängt entscheidend von der theoretischen Relevanz solcher Klassenbildungen (vgl. 1) ab.

* Anmerkungen zu diesem Kapitel vgl. S. 80

Trotz der langen Tradition zentralörtlicher Forschung seit CHRISTALLER und der großen Fülle empirischer Einzelansätze³ hat sich so etwas wie ein Konsens über das, was die "Zentralität" eines Ortes ist und wie man sie adäquat erfassen kann, noch nicht herausgebildet.

4.2 "ZENTRALITÄT" - DEFINITIONS- UND MESSPROBLEME

Die Unsicherheit der begrifflichen Bestimmung von "Zentralität" sowie der Festlegung geeigneter Meßvorschriften zu ihrer quantitativen Erfassung geht im Grunde auf CHRISTALLER selbst zurück: er definiert Zentralität zunächst als "die relative Bedeutung eines Ortes in bezug auf das ihn umgebende Gebiet"⁴, schlägt weiter vor, diese relative Bedeutung als Bedeutungsüberschuß zu erfassen, gemessen an der - in der Theorie jedoch nicht abgeleiteten - Einwohnerzahl des Ortes, schränkt zugleich aber den Begriff "Ort" auf den Funktionsbereich zentraler Gewerbe ein (in deutlicher Abkehr von der Vorstellung, ein zentraler Ort sei identisch mit einer Siedlungseinheit oder politischen Gemeinde)⁵; an anderer Stelle plädiert CHRISTALLER für "die Zahl der gehandelten Güterarten" als Maß für die Zentralität eines Ortes⁶, verwirft diesen Gedanken in seinem verbindenden Teil (der einen Katalog repräsentativer zentraler Einrichtungen enthält) jedoch wieder wegen der nicht zu lösenden Gewichtungsprobleme bei der Aggregation⁷ und findet schließlich den Ausweg in dem Ersatzmaß 'Anzahl von Telefonanschlüssen'⁸, das jedoch keine Beziehung zum Theorieinhalt aufweist⁹ und allein schon deshalb die Beurteilung, ob CHRISTALLER die Verifikation seiner Theorie gelungen ist, außerordentlich erschwert.

Demzufolge gibt es heute noch mindestens zwei Hauptrichtungen in der Methodik zur Zentralitätsbestimmung, die sich beide auf CHRISTALLER berufen:

- Nachfrageorientierte Bestimmung der Zentralität als relative Bedeutung von Orten (Bedeutungsüberschuß, Umlandbedeutung von Orten) in Weiterführung von CHRISTALLERs Verifikationsansatz seiner Theorie mit Hilfe der "Telefonanschluß-Methode", von der NEEF nachweisen konnte, daß sie von Anfang an unzureichend war¹⁰;
- Angebotsorientierte Bestimmung der Zentralität als absolute Bedeutung von Orten (Ausstattung, funktionale Komplexität von Orten) in Anknüpfung an CHRISTALLERs Katalog zentraler Einrichtungen, der eine Konkretisierung seiner theoretischen Ableitung räumlicher Angebotsmuster zentraler Güter und Dienste darstellt.

Die früheren methodischen Weiterentwicklungen bis Anfang der fünfziger Jahre beschreibt KLÖPPER¹¹: Während SCHLIER 1937 die absolute Bedeutung zentraler Orte über die Anzahl der Erwerbstätigen in ausgewählten städtischen Wirtschaftszweigen - die "zentrale Schicht" - zu erfassen suchte, ermittelte ARNOLD 1951 unter Abrechnung der für den Eigenbedarf der Ortsbevölkerung tätigen Personen die "zentrale Überschußbevölkerung" als Maß für die relative Bedeutung zentraler Orte¹². In England war es SMAILES, der schon früh (1944) charakteristische Vergesellschaftungen zentraler Einrichtungen ermittelte und zur Grundlage einer Klassifikation von Städten in einer zentralörtlichen Hierarchie machte¹³.

Im folgenden werden einige neuere methodische Entwicklungen aufgezeigt¹⁴. Nach einer kritischen Erörterung verschiedener Ansätze zur Bestimmung der Zentralität als Bedeutungsüberschuß von Orten kommen wir zu einer empirischen Untersuchung, die als Markstein in der Zentralitätsforschung gewertet werden kann und vielfältigen methodischen Bemühungen, Zentralität als absolute Bedeutung von Orten zu messen, starke Impulse gegeben hat: gemeint ist die berühmte Snohomish-Studie von BERRY und GARRISON¹⁵ aus dem Jahre 1958, die auch für unsere methodischen Überlegungen eine gewisse Schlüsselrolle einnimmt.

4.2.1 Zentralität als relative Bedeutung von Orten

Eine bedeutende Gruppe von Indizes zentralörtlichen Bedeutungsüberschusses leitet sich aus dem bekannten regionalanalytischen Beschreibungsmaß des Standortquotienten¹⁶ ab, der die relative Konzentration einzelner Wirtschaftszweige in einem Teilgebiet (Ort) im Verhältnis zum Gesamtgebiet mißt. Bezeichnen wir mit t_{ij} die Anzahl der zentralen Einrichtungen der Funktion i im Ort j , mit T_j alle zentralen Einrichtungen im Ort j und mit T_i bzw. T alle zentralen Einrichtungen der Funktion i bzw. sämtlicher Funktionen im Gesamtgebiet (in allen Orten), so vergleicht der Standortquotient Q den Anteil der Funktion i an allen Funktionen im Ort j und im Gesamtgebiet, also

$$Q_{ij} = \frac{t_{ij}}{T_j} / \frac{T_i}{T} \text{ bzw. } \frac{t_{ij}}{T_i} / \frac{T_j}{T}$$

Den Quotienten (t_{ij}/T_i) , multipliziert mit 100, benutzt nun DAVIES als Maß der Einzelzentralität der Funktion i ("centrality value"); summiert man diese Einzelzentralitäten über alle i , also $\sum_i (t_{ij}/T_i)100$, so erhält man für jeden der j Orte ein Gesamtmaß der Zentralität, den sogen. "functional index" ¹⁷. O'FARRELLs Zentralitätsmaß ist dem von DAVIES analog ¹⁸; die Gesamtzentralität ergibt sich ebenfalls als Summe über alle i aus den Produkten $(T/10T_i)t_{ij}$, und es resultiert schließlich die folgende Beziehung zwischen den Indizes von DAVIES (a) und O'FARRELL (b):

$$I_j^a = 100 \sum_i \frac{t_{ij}}{T_i} ; \quad I_j^b = \frac{T}{10} \sum_i \frac{t_{ij}}{T_i}$$

$$\text{also} \quad I_j^a = \frac{1000}{T} I_j^b$$

Beide Zentralitätsmaße sind also - bis auf Proportionalitätsunterschiede (T ist eine Konstante) - identisch und hängen allein vom relativen Gewicht (Anzahl der Einrichtungen oder Beschäftigten) ab, das ein bestimmter Ort für die verschiedenen Funktionsbereiche im Vergleich mit allen Orten im Untersuchungsgebiet besitzt.

MARSHALL betont zu Recht, daß dieses Zentralitätsmaß von der Abgrenzung des Untersuchungsgebietes abhängt: das Hinzufügen oder Wegnehmen weniger zentraler Orte verändert die Standortkoeffizienten $1/T_i$ in unterschiedlicher Weise, so daß unter Umständen Verschiebungen in der Rangordnung der untersuchten Orte nach dem Gesamtmaß resultieren können. MARSHALL glaubt aber diesem Problem dadurch begegnen zu können, daß das Untersuchungsgebiet ein geschlossenes zentralörtliches System ist, in dem die Anzahl der Einrichtungen einer bestimmten Funktion das Maß der Freiheitsgrade (Wahlmöglichkeiten) ausdrückt, über die ein Konsument bei seinen Einkäufen verfügt ¹⁹.

Eine weitere Schwäche des DAVIESSchen Zentralitätsmaßes liegt in der additiven Verknüpfung der Einzelzentralitäten, was Substituierbarkeit der verschiedenen zentralen Funktionen und Einrichtungen unterstellt - eine Annahme, die in der Zentrale-Orte-Theorie CHRISTALLERs keine Grundlage hat ²⁰. Zwar sind die Gewichtungen der Einzelzentralitäten nicht willkürlich - wie etwa bei den Punktskalen von KANNENBERG und STAHL ²¹ - doch trifft die Kritik von GUSTAFSSON an solchen Punktskalen im Grundsatz auch auf den DAVIESSchen Zentralitätsindex zu ²².

In enger Anlehnung an CHRISTALLERs Definition der Zentralität als Bedeutungsüberschuß, gemessen an der Einwohnerzahl eines Ortes ²³, behauptet PRESTON ²⁴, nur ein solches Zentralitätsmaß sei geeignet, die klassische Theorie zentraler Orte zu verifizieren, übersieht dabei freilich, daß CHRISTALLERs Definition nicht notwendig aus seiner theoretischen Ableitung folgt ²⁵ und deshalb auch nicht zur Voraussetzung gemacht werden kann. PRESTONs "centrality" als Maß für den Umsatzüberschuß in Einzelhandel und Dienstleistungen eines Ortes ist zwar unabhängig von der Abgrenzung des Untersuchungsgebietes, wirft dafür aber Probleme der empirischen Ausfüllung auf; das Maß lautet (für einen bestimmten Ort) ²⁶

$$C = R + S - \alpha MF ,$$

wobei C = Zentralität, R bzw. S = Gesamtumsatz in Einzelhandel bzw. Dienstleistung, α = durchschnittlicher Prozentsatz des Einkommens einer mittleren Familie, das für Einkäufe in Einzelhandel und Dienstleistung im betrachteten zentralen Ort verwendet wird, M = Einkommen einer mittleren Familie, F = Anzahl mittlerer Familien im zentralen Ort ²⁷. Es liegt auf der Hand, daß die Größe des Eigenverbrauchs (αMF) eines zentralen Ortes - mit der "mittleren Familie" ohnehin schon vage operationalisiert - kaum zuverlässig erfaßt werden kann.

An ähnlicher Schwäche der Operationalisierung und mangelnden Datenbasis leidet auch der breit angelegte Versuch GUSTAFSSONs, die Zentralitätsbestimmung auf eine neue Basis zu stellen ²⁸. GUSTAFSSON geht ebenfalls davon aus, daß die Zentralität eines Ortes durch den Bedeutungsüberschuß bestimmt ist, und knüpft mit seinem Zentralitätsbegriff an den Tatbestand an, "daß Nachfrager zum Angebot in einer vorgegebenen, wohldefinierten Region pendeln" ²⁹, so daß ein Ort (Ort = politische Gemeinde) als "zentral" definiert werden kann, "wenn von den in einer wohldefinierten Region beobachteten räumlichen Interaktionen mindestens eine auf diesen Ort gerichtet ist" ³⁰. Diese Definition ist wohl theoretisch befriedigend, nicht jedoch die Operationalisierung und empirische Ausfüllung, die GUSTAFSSON vorschlägt. Interaktionen zur Inanspruchnahme des Arbeitsplatzangebots sind nicht Bestandteil der Theorie ³¹; die einzig relevanten Interaktionen zur Inanspruchnahme des Angebots der Wirtschaftsabteilungen 4 bis 9 müssen mangels Daten mit Hilfe der "Minimum-Requirements"-Methode ³² über die für den "Export" zentraler Güter in einem Ort Beschäftigten abgeschätzt werden, die als Indikator für die auf einen Ort gerichteten Interaktionen dienen ³³.

GUSTAFSSON verschweigt nicht die Schwächen der von ihm gewählten Methode - Abhängigkeit der Resultate vom Grad der Aggregation der Wirtschaftsbereiche, von der Breite der Ortsgrößenklassen und der

Abgrenzung des Untersuchungsraumes – glaubt jedoch auf Grund bisher vorliegender Anwendungsbeispiele davon ausgehen zu können, ein hinreichend aussagefähiges Schätzverfahren zur Verfügung zu haben³⁴, ohne aber die Verlässlichkeit solcher Schätzungen selbst zu überprüfen. So ist z. B. die Regressionsbeziehung zur Ermittlung der Minimumwerte des Wirtschaftsbereichs Handel³⁵ bei nur sechs Beobachtungen (Ortsgrößenklassen) auf dem 5%-Niveau nicht signifikant, so daß sie nicht als Schätzfunktion verwendet werden dürfte; andernfalls muß mit erheblichen Schätzfehlern – und das heißt hier: Datenfehlern – gerechnet werden, deren Konsequenzen für die Zentralitätsbestimmung schwer zu beurteilen sind. – Angesichts solcher Unsicherheiten muß bezweifelt werden, daß die Minimum-Requirements-Methode, die zur Klassifikation großer Städte entworfen wurde, auf Problemstellungen anwendbar ist, wie sie GUSTAFSSON verfolgt.

Der kurze Überblick hat gezeigt, daß bisherige Ansätze, die Zentralität von Orten als ihren Bedeutungsüberschuß für das Umland (Ergänzungsgebiet) zu messen, nicht nur wegen Mängel ihrer Operationalisierung, sondern auch im Hinblick auf ihren Zweck – nämlich von der Theorie vorausgesagte Eigenschaften zentralörtlicher Systeme³⁶ in der Realität beobachtbar und damit empirisch prüfbar zu machen – unbefriedigend sind. Die vorgeschlagenen Maßzahlen basieren auf relativen Vergleichen: die Ausstattung eines Ortes mit zentralen Einrichtungen wird gemessen an der aller übrigen Orte eines irgendwie definierten Gebietes, oder die Leistungsfähigkeit bzw. –bereitschaft eines Ortes wird bezogen auf die Inanspruchnahme solcher Leistungen durch die Ortsbevölkerung; Zentralität wird also stets als relatives, von der Fläche oder Bevölkerung abhängiges Maß bestimmt.

Diese zu enge, auf CHRISTALLERs Verifikationsansatz zurückgehende Begriffsfassung zentraler Orte als Siedlungen mit "Bedeutungsüberschuß" für ihr (ländliches) Umland wurde schon 1938 von BOBEK kritisiert, der hierin auch eine entscheidende Einschränkung von CHRISTALLERs empirischen Resultaten zur Bestätigung seiner Theorie sah³⁷. "Daß dennoch eine beträchtliche Anzahl ernst zu nehmender Forscher an dieser obsolet gewordenen Definition, die die ganze Theorie zunehmend entwertet, wie an einem Talisman festhält, ist schwer zu verstehen"³⁸, mußte BOBEK knapp 30 Jahre später immer noch feststellen, um entschieden für ein Absolutmaß der Zentralität zu plädieren, das die "Gesamtbedeutung aller an einem Standort versammelten zentralen Einrichtungen"³⁹ erfaßt. Unter "zentralen Orten sollen nicht länger Siedlungen (Städte) verstanden werden, sondern Standortkomplexe (räumliche Agglomerationen) von Einrichtungen des tertiären Wirtschaftsbereichs – ganz im Sinne von CHRISTALLERs Grundlegung einer Standorttheorie des tertiären Sektors⁴⁰.

In dieser Begriffsfassung lassen sich Zentralitätsstrukturen der (klassischen) Stadt-Land-Beziehungen gleichermaßen erforschen wie innerstädtische Zentrenhierarchien und zentralörtliche Verflechtungen in mehrkernigen Verdichtungsräumen⁴¹. SCHÖLLER führt für diese, von der herkömmlichen Siedlungsgeographie losgelöste Betrachtung die treffende Bezeichnung "Zentralitätsforschung" ein⁴².

4.2.2 Zentralität als absolute Bedeutung von Orten

Einem solchen funktionalen Ansatz in der Zentralitätsforschung, der das Vorhandensein eines hierarchischen Klassensystems zentraler Orte aus der Analyse der Standortkomplexe zentraler Einrichtungen und Funktionen nachzuweisen sucht, verhalfen 1958 BERRY und GARRISON mit ihrer Untersuchung der zentralörtlichen Hierarchie im Snohomish-County (Washington) zum entscheidenden Durchbruch⁴³. Während frühere Bemühungen des Nachweises diskreter Größenklassen zentraler Orte auf mehr oder weniger willkürlichen Setzungen beruhten⁴⁴, machten BERRY und GARRISON erstmals die zu prüfenden Hierarchieeigenschaften aus CHRISTALLERs Theorie heraus explizit und entwickelten einen dem Untersuchungszweck genau angepaßten Prüfplan: stellt man eine Rangordnung zentraler Funktionen nach ihrer Reichweite und zentraler Orte nach der funktionalen Komplexität auf und kann man diskrete Gruppierungen entlang beider Skalen nachweisen, so gilt die Hypothese eines hierarchischen Klassensystems zentraler Orte als bestätigt, wenn die Gruppen zentraler Funktionen und die Klassen zentraler Orte eine gemeinsame Rangordnung aufweisen gemäß dem folgenden Schema⁴⁵:

Gruppen zentraler Funktionen	Klassen zentraler Orte		
	A	B	C
1	+	+	+
2		+	+
3			+

+ bedeutet: die zentralen Funktionen einer Gruppe sind in den Orten einer Klasse überwiegend vertreten.

BERRY und GARRISON untersuchen 33 Orte mit insgesamt 67 zentralen Funktionen, die aufgegliedert sind in 52 Variablen - das sind Funktionen, deren Zahl der Einrichtungen (Geschäfte) in den Orten variiert - und 15 Attribute - das sind Funktionen, die entweder mit einer Einrichtung vorhanden oder aber nicht vorhanden sind. Unter der Hypothese, daß - gemäß CHRISTALLER - die Bevölkerungszahl eines Ortes eine Funktion der Anzahl der im Ort angebotenen Güterarten ist, wurden 52 Korrelationsdiagramme erstellt und die exponentielle Schätzfunktion des Typs

$$P_i = a \cdot b^{N_i}$$

als bestangepaßt ermittelt, wobei P die Bevölkerung und N die Anzahl der Einrichtungen für eine bestimmte Funktion i ist; a und b sind Regressionsparameter. Die Bevölkerungszahl P_i , die sich ergibt, wenn man $N_i=1$ setzt, interpretieren BERRY und GARRISON als die "Schwellenbevölkerung" der zentralen Funktion i, also diejenige Anzahl potentieller Kunden, die notwendig ist, damit die betreffende Funktion überhaupt angeboten werden kann⁴⁶. Die zentralen Funktionen, sofern sie Variablen sind, werden nach der Schwellenbevölkerung in eine Rangordnung gebracht. - Der Zusammenhang der Attribute mit der Bevölkerungszahl wird mit dem punktbiseriellen Korrelationskoeffizienten gemessen und die Attribute nach diesem Maß geordnet.

Unter Anwendung des Gruppenkriteriums von CLARK und EVANS⁴⁷ führt der Test auf Nichtzufälligkeit der Verteilung der Schwellenbevölkerung (als Punkte auf einer Linie) zu drei signifikanten Gruppen zentraler Funktionen. Ebenfalls drei Gruppen ergibt der Vergleich der Korrelationskoeffizienten auf signifikante Unterschiede bei den zentralen Funktionen, sofern sie Attribute sind.

Die nach ihrer funktionalen Komplexität (Anzahl der zentralen Funktionen) in eine Rangordnung gebrachten zentralen Orte sind in ihrer Verteilung ebenfalls signifikant nichtzufällig; die Anwendung des CLARK-EVANS-Gruppenkriteriums ergibt drei Gruppen.

Schließlich wird der Zusammenhang der Gruppierungen (vgl. obiges Schema) varianzaanalytisch überprüft: sowohl zwischen den Gruppen zentraler Funktionen als auch zwischen den Klassen zentraler Orte bestehen signifikante Unterschiede⁴⁸; somit sind die Variationen innerhalb der Gruppen bzw. Klassen geringer als zwischen ihnen. Dies ist der Ausdruck einer hierarchischen Größenstruktur zentraler Orte. Die Ausgangshypothese, daß gemäß den Implikationen von CHRISTALLERs Theorie ein hierarchisches Klassensystem der zentralen Orte im Untersuchungsgebiet bestehe, kann somit als nicht widerlegt gelten.

Gegen diesen Schluß sind Einwände mit dem Hinweis auf methodische Unzulänglichkeiten erhoben worden. Der häufigste Einwand betrifft die Ermittlung der Schwellenbevölkerung: da die Schätzfunktion allein auf Einwohnerzahlen der Orte basiert, wird tatsächlich nicht die Anzahl der zur Existenz einer zentralen Einrichtung mindestens notwendigen Kunden, die Schwellenbevölkerung also, gemessen, sondern lediglich die durchschnittliche Bevölkerungszahl der Orte, die gerade über eine Einrichtung der betreffenden Funktion verfügen⁴⁹; die Schätzung berücksichtigt nicht den Funktionsüberschuß größerer Zentren gegenüber kleineren⁵⁰ und kann nur unter sehr einschränkenden Annahmen als Mindestnachfragemenge interpretiert werden⁵¹; schließlich erwiesen Vergleichsuntersuchungen ein hohes Maß der Unzuverlässigkeit solcher Schätzungen in Abhängigkeit von Bevölkerungsdichte und Stadtgrößenverteilung im Untersuchungsgebiet⁵². Die Unterteilung zentraler Funktionen in "Variablen" und "Attribute" (vgl. oben) und die Anwendung unterschiedlicher Skalierungen ist logisch unbegründet; sie ist lediglich maßstabsbedingt⁵³.

Ein anderer Kritikpunkt an der Snohomish-Untersuchung von BERRY und GARRISON ist das verwendete Gruppierungskriterium. KENYON bezweifelt zu Recht, ob es überhaupt zulässig ist, dieses Kriterium auf eindimensionale Punktverteilungen anzuwenden, das von CLARK und EVANS ursprünglich zur Gruppierung von Punkten im zweidimensionalen Raum entwickelt worden war⁵⁴. MARSHALL hält das Gruppierungskriterium für viel zu schwach und fordert für den eindeutigen Nachweis einer zentralörtlichen Hierarchie, daß die Elemente - zentrale Funktionen oder zentrale Orte - in einer Gruppe allen Mitgliedern der Gruppe (und nicht nur einigen) näher sind als irgendeinem Element außerhalb der Gruppe. Nur diese Bedingung sichere, daß die Zentralität innerhalb von Gruppen geringere Variation aufweist als zwischen den Gruppen⁵⁵.

Das von MARSHALL vorgeschlagene Gruppierungskriterium, dessen Anwendung auf die Snohomish-Daten keine Gruppierungen erbrachte, ist zweifellos zu streng und für die Eigenschaft diskreter Gruppen mit geringerer interner als externer Varianz auch nicht notwendig. Für den empirischen Teil seiner Arbeit kann MARSHALL seine Forderung auch gar nicht durchhalten; Hilfskriterien der räumlichen Lage zentraler Orte werden zu ihrer funktionalen Klassifizierung herangezogen⁵⁶, und schließlich bedarf es der "Intelligent interpretation of the original data..."⁵⁷ zur Überwindung des Problems, wie viele Gruppen zu bilden sind.

Das Problem eindimensionaler Klassifikation besteht für alle methodischen Ansätze in der Zentrale-Orte-Forschung, die von einem synthetischen Zentralitätsmaß ausgehen, um dann Diskontinuitäten entlang dieser Skala als Ausdruck hierarchischer Stufung nachzuweisen. Die dafür entwickelten Tests begünstigen oft ungebührlich die Alternativhypothese (die Werteverteilung weist überzufällige Gruppierungen auf!), an deren Bestätigung man ja interessiert ist.

Einen etwas dubiosen Ausweg aus dem Dilemma eindimensionaler Klassifikation beschriftet DAVIES⁵⁸: die zentralen Orte werden zunächst nach einem Gesamtmaß der Zentralität – dem oben behandelten, vom Standortquotienten abgeleiteten "functional index" – in eine Rangordnung gebracht. Die Suche nach Gruppierungen erfolgt nun nicht nach der Gesamtzentralität, sondern nach paarweise gebildeten Rangkorrelationen über alle Einzelzentralitäten für die in der Rangordnung jeweils benachbarten Orte, die auf Grund der Ähnlichkeitsmaße entweder dem "oberen" oder "unteren" Nachbarn zugeordnet werden. Die Vorgehensweise täuscht Mehrdimensionalität vor, da die Einzelzentralitäten in Betracht gezogen werden, jedoch werden diese wiederum auf ein Gesamtmaß reduziert, und die Klassifikation der Orte beruht nicht auf dem Vergleich aller mit allen. Vielmehr werden nur diejenigen Orte auf Ähnlichkeit oder Unähnlichkeit miteinander verglichen, die auf der, außerhalb der Gruppierungsmethode gebildeten, Rangskala benachbart sind⁵⁹. Damit wird eine große Zahl potentieller Ähnlichkeiten aus der Betrachtung ausgeschlossen und das Auffinden von Gruppengrenzen begünstigt.

TARRANT schlägt vor, Distanzmessungen im Merkmalsraum, wie sie BERRY zur Bildung homogener Regionen benutzte⁶⁰, zur Klassifikation zentraler Orte zu verwenden, um das Problem zu überwinden, in einer an sich kontinuierlichen Merkmalsverteilung nach "Brücken" bzw. Unstetigkeiten zu suchen, an denen man Gruppengrenzen festlegt⁶¹. Die Klassifikation nach dem Kriterium der Minimierung der Distanzquadrate zwischen den Gruppen⁶² beruht auf drei Merkmalen der Einzelhandelsausstattung von Orten⁶³. Indem TARRANT jedoch die Gruppierung der Orte für jedes der drei Merkmale einzeln durchführt, 'überbeansprucht' er das Verfahren – der Algorithmus zur Distanzgruppierung wurde ja gerade für die Zwecke mehrdimensionaler Klassifikation entwickelt – in ähnlicher Weise wie bei der Anwendung des CLARK-EVANS-Gruppenkriteriums auf eindimensionale Punktverteilungen. Das Ergebnis ist rein deskriptiv: der Vergleich der verschiedenen Gruppierungen führt zur Bestimmung mittlerer Gruppenwerte; die Gruppen werden nach ihrem Verallgemeinerungsgrad charakterisiert⁶⁴; eine Prüfung auf Überzufälligkeit der gefundenen Gruppierung fehlt.

Die kritische Auseinandersetzung mit Methoden und Ergebnissen des bahnbrechenden Beitrags von BERRY und GARRISON⁶⁵ betraf nicht die Grundlage ihrer auf Überprüfung der Hierarchie-Hypothese angelegten Untersuchung. Vielmehr gingen die methodischen Bemühungen dahin, die einzelnen Schritte des Untersuchungsganges besser zu operationalisieren und die statistischen Signifikanzprüfungen wirksamer zu gestalten. BERRY selbst unternahm wenig später den Versuch, die Schwellenbevölkerung zentraler Funktionen auf anderem Wege zu bestimmen⁶⁶, und gab zur Snohomish-Untersuchung den Kommentar, sie enthalte "some unsatisfactory evidence"⁶⁷.

In einem großangelegten Forschungsprogramm untersuchten BERRY und Mitarbeiter Anfang der 60er Jahre von Chicago aus grundlegende Eigenschaften zentralörtlicher Systeme in Regionen unterschiedlicher Bevölkerungsdichte und Wirtschaftsstruktur⁶⁸ auf der Basis einer neuen methodischen Konzeption, die auf Isolierung und Quantifizierung kontinuierlicher und hierarchischer Aspekte zentralörtlicher Systeme zielte und klären sollte, in wieweit solche Aspekte abhängig sind von den strukturellen Eigenschaften des Untersuchungsgebiets und dem Aggregationsniveau der Betrachtung. Die Grundhypothese – gemäß CHRISTALLERs Theorie – lautet: Es besteht ein hierarchisches Klassensystem zentraler Orte, wobei die Hierarchieniveaus eine Konsequenz aus der Bündelung bestimmter zentraler Funktionen an bestimmten Standorten sind; oder anders ausgedrückt: sowohl die zentralen Orte als auch die zentralen Funktionen weisen eine klassifikatorische Ordnung auf, wobei enge Beziehungen zwischen den Klassenordnungen bestehen⁶⁹. Orte bestimmter Hierarchiestufen (Zentralitätsniveaus) sind also durch spezifische Gruppierungen der in ihnen vertretenen zentralen Funktionen gekennzeichnet.

Das Instrument zum Nachweis der hypothetisch fixierten Eigenschaften zentralörtlicher Systeme ist die Faktorenanalyse. BERRY und seine Mitarbeiter bedienen sich der Sonderform der sogen. direkten Faktorenanalyse: das ist eine Hauptkomponentenanalyse zur "direkten" Extraktion von Komponenten aus einer Datenmatrix, also ohne vorherige Berechnung einer Kovarianz- oder Korrelationsmatrix. Die Analyse erlaubt die gleichzeitige Faktorenextraktion für die Merkmale (Datenmatrix in Ausgangsform) und für die Probanden (transponierte Datenmatrix)⁷⁰; es ergeben sich also Paare von einander entsprechenden Komponenten⁷¹.

In den BERRY-Untersuchungen wird eine Datenmatrix verwendet, in deren Spalten die Orte und in deren Zeilen die zentralen Funktionen aufgeführt sind, wobei die Felder der Matrix eine 1 oder 0 enthalten, je nachdem, ob der betreffende Ort über die jeweilige zentrale Funktion verfügt oder nicht verfügt⁷². Die

Hauptkomponenten für die Merkmale entsprechen dann der gesuchten Klassifikation der zentralen Funktionen, Hauptkomponenten für die Probanden beschreiben die klassifikatorische Ordnung der zentralen Orte; die jeweils paarweise extrahierten Hauptkomponenten beiderlei Inhalts können als zentralörtliche Hierarchieniveaus interpretiert werden.

Die Anwendung der direkten Faktorenanalyse auf 0-1-Matrizen ergibt für das erste Komponentenpaar immer einen allgemeinen Größeneffekt, der bei BERRY und Mitarbeitern als kontinuierlicher Größeneffekt in zentralörtlichen Systemen interpretiert wird (Komponentenwerte für die zentralen Funktionen geben deren Ordnung des Markteintritts gemäß ihrer jeweiligen Reichweite an, Komponentenwerte für die zentralen Orte ordnen diese entlang einer allgemeinen Zentralitätsskala)⁷³. Die nachfolgend extrahierten Komponentenpaare werden interpretiert als City-Niveau (Orte mit mehr als 55 zentralen Funktionen), Town-Niveau (28-50 Funktionen) und Village-Niveau (10-25 Funktionen)⁷⁴; die weiteren Komponentenpaare entsprechen Gruppen von zentralen Funktionen, die den hierarchischen Aufbau des Systems weiter 'ausfüllen' (z.B. Town-Funktionen auf dem City-Niveau) oder die Ordnung 'stören' (z.B. general stores, die nur in kleineren Orten vorkommen)⁷⁵. Abb. 4.1 zeigt, wie die Hauptkomponentenpaare 2 und 3 bereits die Hierarchie der zentralen Orte bestimmen. Das Schema entspricht genau - um 90° gedreht - dem in Tab. 1.1 dargestellten Aufbau eines hierarchischen Zentrale-Orte-Systems, wie es sich aus CHRISTALLERs Annahmen ergibt. Die direkte Faktorenanalyse mit der von BERRY und Mitarbeitern verwendeten Datenmatrix ist somit geeignet, den Nachweis unabhängigen Bestehens kontinuierlicher Größenvariationen und hierarchischer Stufung innerhalb zentralörtlicher Systeme zu erbringen⁷⁷

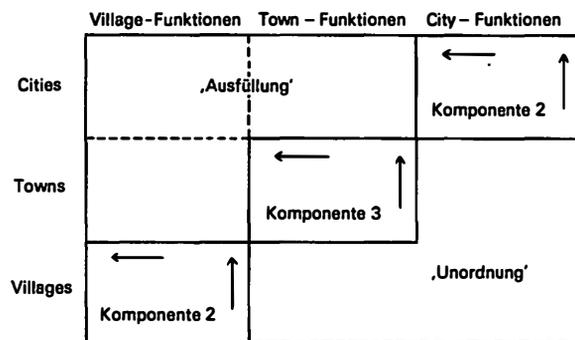


Abb. 4.1: Zentralörtliche Hierarchie auf Grund der Komponentenpaare 2 und 3 (Iowa)⁷⁶

und die Übereinstimmung des in der Theorie abgeleiteten Hierarchieaufbaus mit realen Standortmustern tertiärer Aktivitäten zu erweisen.

BERRY und Mitarbeiter haben einen allgemeinen Rahmen zur Formulierung grundlegender Eigenschaften zentralörtlicher Systeme erarbeitet, wie sie sich aus den Vergleichsuntersuchungen gewinnen lassen⁷⁸. In diesen Rahmen fügt sich auch eine nach dem gleichen methodischen Konzept von BARNUM durchgeführte Untersuchung in Baden-Württemberg (Bereich Heilbronn)⁷⁹ ein, der CHRISTALLER eine "exakte Methode" attestiert: "Heute würde ich andere

Merkmale (als die der Telefonmethode, J.D.) zur Quantifizierung der Zentralen Orte anwenden, etwa wie aus der Schule von BERRY"⁸⁰.

Der auf BERRY und GARRISON 1958 zurückgehende Ansatz, die hierarchische Ordnung zentraler Orte aus dem Vorhandensein bzw. Nichtvorhandensein zentraler Funktionen abzuleiten, hat sich bewährt: der Ansatz ist streng theoriebezogen und kann als explizite Überprüfung der Hierarchie-Hypothese angesehen werden; er besitzt allgemeine Anwendbarkeit, wie Untersuchungen aus verschiedenen Teilen der Welt zeigen⁸¹. Von einigen Bearbeitern zentralörtlicher Probleme wird dieser Ansatz jedoch als zu eng empfunden, da die verschiedenen zentralen Funktionen gleichgewichtig in die Analyse eingehen, Bedeutungs-, Größen- oder Leistungsunterschiede der Einrichtungen also unberücksichtigt bleiben⁸².

SMOUT, der den BERRY-GARRISON-Ansatz für Zentralitätsuntersuchungen in Südafrika übernahm, sah sich zu einer Gewichtung der zentralen Funktionen gezwungen, die zwar nicht frei von Willkür, aber zur Berücksichtigung von Bedeutungsunterschieden der Funktionen notwendig sei⁸³. Ähnlich begründet ABIODUN eine Gewichtung der zentralen Funktionen für eine multivariate Untersuchung der Städtehierarchie in Nigeria⁸⁴; es sei unrealistisch, für alle Funktionen gleiche Bedeutung zu unterstellen. Die Beispiele heben vor allem auf die Situation eines Entwicklungslandes ab, wengleich die Verteilung der Gewichte ziemlich willkürlich erfolgt. 28 Funktionen werden für sämtliche Orte des Untersuchungsgebietes einer Hauptkomponentenanalyse unterzogen, wonach die ersten beiden (weitgehend uninterpretierten) Komponenten mit 52,7 bzw. 15,3 % der Gesamtvarianz zur Beschreibung der Städtehierarchie für ausreichend gehalten werden. Das Aufsuchen von Gruppen der untersuchten Orte, die als Ausdruck einer hierarchischen Ordnung zu interpretieren sind, erfolgt über eine Distanzgruppierung auf Grund der ersten beiden Hauptkomponentenwerte; die Bestimmung der Gruppen ist nicht frei von subjektiven Einflüssen: "A good knowledge of the

area under study greatly facilitates such an identification⁸⁵. Offen bleibt die Frage, wie die Gewichtung der Variablen (siehe oben) die Gruppenbildung beeinflusst. Die Verfasserin meint, es gäbe keinen Grund zu der Annahme, daß bei anderer Gewichtung nicht dieselbe Hierarchieordnung erscheine; die Wahl von Variablen gewichten erleichtert jedoch das Auffinden solcher Gruppen⁸⁶. Das bedeutet aber, daß man auch eine hierarchische Ordnung durch 'geschickte' Gewichtung der Variablen ableiten kann, womit die Objektivität einer solchen Untersuchung in Frage gestellt wird⁸⁷.

4.2.3 Systematischer Methodenvergleich

Einen interessanten, Eigenschaften und Leistungsfähigkeit verschiedener Methoden zur Zentralitätsbestimmung erhellenden Vergleich hat KÖCK⁸⁸ vorgelegt: am gleichen Datenmaterial – nämlich der Anzahl der Einrichtungen von 80 ausgewählten zentralörtlich relevanten Funktionen in 340 ausgewählten Gemeinden ("potentiellen" zentralen Orten) – wendet er die "gewichtete Bemessung"⁸⁹, die "Versorgungsüberschußmethode"⁹⁰, die "Umsatzüberschußmethode"⁹¹ und die Faktorenanalyse an.

KÖCK kommt nach einer sehr differenzierten Analyse der Ergebnisunterschiede, welche sich in abweichenden Zuordnungen der untersuchten Gemeinden zu vier "Bedeutungstypen" zentraler Orte sowie Rangplatzunterschieden nach den erstgenannten drei eindimensionalen Zentralitätsmaßen äußern, zu dem Resultat, daß die Faktorenanalyse das leistungsfähigste Instrument zur Zentralitätsanalyse sei, da sie als multivariates Verfahren die charakteristischen Vergesellschaftungsstrukturen der zentralen Funktionen, also die zentralörtlichen Bedeutungsstufen, herauszuarbeiten erlaube; eine darauf aufgebaute, "faktorenanalytische Ortsklassifikation entspricht am ehesten sowohl den Grundpostulaten der zentralörtlichen Theorie als auch den Erfordernissen der konkreten Versorgungssituation"⁹².

Unter dem Aspekt planungspraktischer Relevanz der vergleichend angewendeten Methoden gibt KÖCK jedoch der sog. Versorgungsüberschußmethode wegen ihrer – im Vergleich zur Faktorenanalyse – leichten Handhabbarkeit, direkt-linearen Vergleichbarkeit der Zentralitätswerte und Anschaulichkeit ihrer Ergebnisse den Vorzug; sie habe sich als ein in hohem Maße leistungsfähiges und verlässliches Instrument erwiesen⁹³. Worauf stützt sich eine solche Bewertung?

Der Vergleich der drei eindimensionalen Zentralitätsmaße hat beträchtliche Abweichungen in den Einzelergebnissen erbracht⁹⁴, für die eine Reihe von teils generellen, teils individuellen Erklärungen angeführt wird⁹⁵. Dabei kommen die spezifischen Gewichtungsunterschiede der drei Methoden, die Zentralität jeweils als relative Bedeutung von Orten messen⁹⁶, nicht hinreichend zum Ausdruck, so daß eine Beurteilung, inwieweit Ergebnisunterschiede auf je verschiedenen Realitätsaspekten von "Zentralität" oder aber auf "Meßfehlern", also systematischen Über- bzw. Unterschätzungen des zu messenden Sachverhalts, beruhen, erschwert ist. In diesem Zusammenhang ist von Bedeutung, welche möglichen Aussageeinschränkungen die Operationalisierung der Ansätze, d.h. ihre datenmäßige Ausfüllung, mit sich bringt⁹⁷.

Die Beurteilung der methodenbedingten Ergebnisunterschiede wird erleichtert durch weitgehende Formalisierung der Ansätze. Die Bestimmungsgrößen der drei Zentralitätsmaße bezeichnen wir wie folgt

- t_{ij} = Anzahl der Einrichtungen der zentralen Funktion i im Ort j
- T_i = $\sum t_{ij}$ = alle Einrichtungen der zentralen Funktion i im Untersuchungsgebiet
- B_j = Wohnbevölkerung im Ort j
- B = Gesamtbevölkerung im Untersuchungsgebiet
- U_i = Umsatz aller Einrichtungen der zentralen Funktion i im Untersuchungsgebiet
- U = Gesamtumsatz aller zentralen Einrichtungen im Untersuchungsgebiet

Das Zentralitätsmaß der "gewichteten Bemessung" lautet dann für beliebige Orte j ⁹⁸

$$Z_j^G = 10000 \sum_i t_{ij} \frac{1}{T_i} \quad \left(\frac{1}{T_i} \text{ sind die "Gewichte" der zentralen Einrichtungen} \right)$$

bzw.

$$Z_j^G = 10000 \sum_i \frac{t_{ij}}{T_i}$$

Die "Versorgungsüberschußmethode" erfordert über diesen Ansatz hinaus Kenntnis über die Anzahl der durch jede einzelne Einrichtung der jeweiligen zentralen Funktion zu versorgenden Einwohner. In Ermangelung entsprechender Daten versucht KÖCK diese Bestimmungsgrößen dadurch anzunähern, daß

er die Gesamtbevölkerung des Untersuchungsgebietes durch die Anzahl aller Einrichtungen einer bestimmten zentralen Funktion dividiert⁹⁹, also B/T_i . Dann ist $t_{ij}B/T_i$ das Versorgungsvolumen der Einrichtungen der zentralen Funktion i im Ort j (in Personen gemessen), und die positive Differenz gegenüber der Ortsbevölkerung, also $t_{ij}B/T_i - B_j$, ist der Versorgungsüberschuß. Summiert man diesen Ausdruck - sofern er positiv ist¹⁰⁰ - über die zentralen Funktionen eines Ortes, so erhält man das gewünschte Zentralitätsmaß

$$z_j^V = \sum_i (t_{ij} \frac{B}{T_i} - B_j)$$

Um dieses Maß besser mit dem der gewichteten Bemessung vergleichen zu können, multiplizieren wir den Ausdruck mit B/B und klammern B aus:

$$z_j^V = B \sum_i (\frac{t_{ij}}{T_i} - \frac{B_j}{B})$$

In dieser Schreibweise werden die Gewichtungsunterschiede beider Maße deutlich: letzteres unterscheidet sich von der gewichteten Bemessung allein dadurch, daß es die relative räumliche Konzentration der Einrichtungen einer zentralen Funktion i , t_{ij}/T_i , zur Bevölkerungsverteilung, d.h. zum Anteil der jeweiligen Ortsbevölkerung an der Gesamtbevölkerung, B_j/B , in Beziehung setzt und diese für alle zentralen Funktionen ermittelten Relationen addiert¹⁰¹. Es ist nicht unproblematisch, ein solches Maß als "Versorgungsüberschuß" zu interpretieren, beruht doch die gegenwärtige räumliche Bevölkerungsverteilung in starkem Maße auf anderen als zentralörtlichen Faktoren¹⁰². Der direkte Vergleich unterstellt aber eine im Prinzip monokausale Beziehung zwischen dem Standortgefüge zentraler Einrichtungen und der Verteilung der Bevölkerung in den Siedlungen. Ein weiteres Interpretationsproblem ist natürlich dadurch gegeben, daß Siedlungseinheit und Gemeinde nicht immer identisch sind, dem Standortkomplex zentraler Einrichtungen also die 'Ortsbevölkerung' in z. T. willkürlicher räumlicher Abgrenzung zugerechnet wird.

Die "Umsatzüberschußmethode" stelle eine Erweiterung des zuvor betrachteten Zentralitätsmaßes dar, indem die am Umsatz gemessenen Leistungsunterschiede von Einzelhandels- und Dienstleistungsbranchen berücksichtigt werden. Die oben bereits angesprochenen Schwierigkeiten der empirischen Ausfüllung eines solchen Ansatzes¹⁰³ werden in dem Operationalisierungsversuch von KÖCK sehr deutlich: der Umsatz einer Einrichtung der zentralen Funktion i wird dadurch bestimmt, daß der Gesamtumsatz dieser Branche durch die Anzahl ihrer Einrichtungen dividiert wird, also U_i/T_i ; die Pro-Kopf-Ausgaben der Bevölkerung im Funktionsbereich i ergeben sich unter der Annahme, daß die Ausgaben privater Haushalte den Umsätzen von Einzelhandel und Dienstleistungen entsprechen, aus den Umsätzen, dividiert durch die Gesamtbevölkerung, also U_i/B .

Der Umsatzüberschuß eines Ortes j ist dann definiert als

$$z_j^U = \sum_i (t_{ij} \frac{U_i}{T_i} - B_j \frac{U_i}{B}) = \sum_i U_i (\frac{t_{ij}}{T_i} - \frac{B_j}{B})$$

Um die Rolle der Umsätze als "Gewichte" dieses Zentralitätsmaßes deutlicher zu machen, multiplizieren wir den Ausdruck mit U/U und erhalten

$$z_j^U = U \sum_i \frac{U_i}{U} (\frac{t_{ij}}{T_i} - \frac{B_j}{B})$$

wobei U_i/U die Anteilswerte der Umsätze in den Funktionsbereichen i sind, mit denen die "Versorgungsüberschüsse" im obigen Sinne gewichtet werden. Zur Problematik eines auf die Ortsbevölkerung bezogenen Zentralitätsmaßes bei der "Versorgungsüberschußmethode" tritt hier nun noch die Umsatzgewichtung als systematisch-verzerrender Einfluß: Mit zunehmender Größe der zentralen Orte nimmt im allgemeinen auch die durchschnittliche Größe der zentralen Einrichtungen (Auftreten von Supermärkten, Kauf- und Warenhäusern usw.) und somit ihr zentralörtliches Gewicht zu¹⁰⁴. - Eine hierauf beruhende Systematik der Abweichungen von den Zentralitätswerten nach der "gewichteten Bemessung" war schon für die "Versorgungsüberschußmethode" festzustellen: um 30 und mehr Rangplätze besser als nach der "gewichteten Bemessung" wurden acht Orte mit durchschnittlich 1311 Einwohnern, um die gleiche Spanne schlechter 20 Orte mit durchschnittlich 5905 Einwohnern bewertet¹⁰⁵.

Die Rangfolge zentraler Orte nach der "Umsatzüberschußmethode" weicht erheblich stärker von der nach der "gewichteten Bemessung" ab¹⁰⁶; um 50 und mehr Rangplätze besser als nach der "gewichteten Bemessung" werden 46 Orte mit durchschnittlich 1500 Einwohnern bewertet, während die 43 um 50 und mehr Rangplätze niedriger eingestuft Orte überwiegend der Größenordnung 3000-6000 Einwohnern angehören. Hierin kommt der systematisch-verzerrende Einfluß der Umsatzgewichtung sehr deutlich zum Ausdruck: kleine Orte werden zu hoch, große zu niedrig bewertet; diese Verzerrungen sind umso ausgeprägter, je

größer die Spanne zwischen kleinstem und größtem zentralen Ort im Untersuchungsgebiet ist.

Die Ergebnisse der "gewichteten Bemessung" wurden hier gewissermaßen als Maßstab für die beiden anderen Methoden zur Zentralitätsbestimmung genommen, die Erweiterungen oder Verfeinerungen davon darstellen. Doch ist auch die "gewichtete Bemessung" nicht unproblematisch, wie KÖCK selbst hervorhebt: das Fehlen mehrerer gering gewichteter Funktionen in einem Ort kann beispielsweise durch eine einzige höher gewichtete (seltener) Funktion kompensiert werden; die additive Messung erlaubt nicht das Auffinden von Gruppen strukturell ähnlicher Zentralorte, weil sich hinter gleichen Zentralitätswerten unterschiedliche Anzahl und Kombinationen zentraler Einrichtungen verbergen können¹⁰⁷.

Allein die Faktorenanalyse zur "korrelativ-absoluten Zentralitätsbestimmung" sei - so KÖCK - in der Lage, die funktionalen Korrelationsstrukturen quantitativ zu erfassen und annähernd vergleichbar ausgestattete Orte dem jeweiligen zentralörtlichen Bedeutungstyp zuzuordnen auf Grund der je spezifischen zentralen Funktionen eines bestimmten Hierarchieniveaus¹⁰⁸. Konsequenterweise legt KÖCK für die weitere Analyse des zentralörtlichen Systems von Rheinland-Pfalz¹⁰⁹ auch nur noch die Resultate der Faktorenanalyse zugrunde, deren drei Faktoren Verwaltungs- und kulturelle Zentralität sowie Handels- und gewerbliche Dienstleistungszentralität repräsentieren¹¹⁰. Kam KÖCK anhand der Ergebnisse der drei eindimensionalen Zentralitätsbestimmungen zu dem Schluß, eine hierarchische Stufung zentraler Orte sei nicht nachweisbar - wobei freilich die Anpassung von Regressionsgeraden im Sinne der Rang-Größe-Regel keinen adäquaten Test dafür darstellt¹¹¹ - so findet er später auf der Basis der faktorenanalytischen Ergebnisse Anhaltspunkte für eine den Implikationen der Zentrale-Orte-Theorie entsprechende Progression zentraler Funktionen und Einrichtungen über die Bedeutungsstufen zentraler Orte und erhält somit die Möglichkeit, diesen die Stufenbezeichnungen Unter-, Mittel-, gehobenes Mittel- sowie Oberzentrum zu geben¹¹². Hieran wird später anzuknüpfen sein.

4.3 FAKTORENANALYSE ZUR ÜBERPRÜFUNG DER HIERARCHIE-HYPOTHESE

4.3.1 Vorbemerkungen zur methodischen Konzeption

Die methodenvergleichende Untersuchung von KÖCK¹¹³ hat unsere kritische Beurteilung von Zentralitätsmaßen bestätigt, mit denen die Zentralität von Orten als deren relative Bedeutung (in Bezug auf das Untersuchungsgebiet oder die Ortsbevölkerung) gesamthaft bestimmt werden soll; sie hat weitere Anhaltspunkte für den Einsatz der Faktorenanalyse zur Erfassung von Zentralitätsstrukturen geliefert.

Im Hinblick auf die Zielsetzung unserer nachfolgenden empirischen Untersuchung, Voraussagen der Theorie CHRISTALLERS an der Realität auf Ihre Gültigkeit zu überprüfen, können wir zur Entwicklung einer methodischen Konzeption nach unserer kritischen Literaturdurchsicht folgendes festhalten:

1. Die Ableitung eines Gesamtmaßes der Zentralität, nach der die zu untersuchenden Orte in eine Rangfolge gebracht werden können, kommt wegen der unzureichenden Validität der bisher bekannten Ansätze nicht in Betracht. Außerdem ist das Problem des Aufsuchens signifikanter Gruppen als Ausdruck hierarchischer Stufung der Orte noch unzureichend gelöst.
2. Für den Nachweis der Gültigkeit der Theorie CHRISTALLERS und ihrer Voraussagen kommt es darauf an zu zeigen, daß zentrale Funktionen¹¹⁴ und zentrale Orte in der Realität prinzipiell dieselben Eigenschaften der Ordnung aufweisen wie in der Theorie: nach Ableitung des Systems zentraler Orte sind die zentralen Funktionen nach ihren Reichweiten bzw. den Schwellen des Markteintritts geordnet und weisen zugleich eine Gruppierung gemäß den jeweiligen Grenzsicherheiten¹¹⁵ auf; die Gruppierung der Funktionen bestimmt die klassifikatorische Ordnung der zentralen Orte, und zwar derart, daß eine (mit zunehmender Reichweite) neu hinzutretende Gruppe von Funktionen eine neue Klasse zentraler Orte und damit das nächsthöhere Hierarchieniveau definiert. In diesem Sinne ist die Zentralität eines Ortes seine funktionale Komplexität und die Zugehörigkeit zu einer Hierarchiekategorie¹¹⁶.
3. Die Erfassung typischer Standortkomplexe zentraler Einrichtungen setzt die Anwendung eines mehrdimensionalen, auf Vergleich der räumlichen Verteilungsmuster zentralörtlicher Erscheinungen beruhenden Verfahrens voraus. Die Eigenschaften des faktoranalytischen Modells, latente, gewissermaßen hinter den Daten (zentrale Funktionen) stehende Strukturen aufzudecken (Faktoren) sowie normierte Meßwerte für die Untersuchungsobjekte (zentrale Orte) auf diesen Faktoren ableiten zu können (Faktorenwerte), und die bisherigen empirischen Erfahrungen damit sprechen für die Faktorenanalyse als Verfahren zur Zentralitätsanalyse.

4. Zentrale Einrichtungen tragen je nach Art und Umfang Ihres Güter- und Dienstleistungsangebotes in unterschiedlicher Weise zur Gesamtzentralität eines Ortes bei, doch gibt es bisher kein befriedigendes Kriterium für die Bestimmung solcher Bedeutungsunterschiede¹¹⁷, nicht zuletzt wohl auch deshalb, weil die zentralörtliche Theorie darüber keine Aussagen enthält. Das hierarchische Klassensystem der zentralen Orte beruht allein auf Reichweiteunterschieden der zentralen Funktionen¹¹⁸ und der Tendenz zur Agglomeration zentraler Einrichtungen an wenigen Standorten. Es ist daher konsequent, eine empirische Analyse zentralörtlicher Strukturen allein auf die Beobachtung von Vorhandensein oder Nichtvorhandensein zentraler Funktionen zu stützen. Dies entspricht auch CHRISTALLERs ursprünglichem Gedanken, "die Zahl der gehandelten Güterarten" (zentralen Funktionen) als Maß für die Zentralität eines Ortes zu verwenden¹¹⁹.

5. Die von BERRY und Mitarbeitern angewandte direkte Faktorenanalyse auf der Basis einer binären Matrix, aus der die Faktoren (genauer: Hauptkomponenten) direkt sowohl für die zentralen Funktionen als auch für die untersuchten Orte (Probanden) extrahiert werden, scheint nach dem bisher Gesagten das Verfahren der Wahl zu sein. Doch bestehen Beschränkungen technischer Art wie auch solche der inhaltlichen Aussagefähigkeit, die uns einen anderen, aber ähnlichen methodischen Weg nahelegen:

Erstens begrenzen Kapazitätsbeschränkungen von EDV-Anlagen die allgemeine Anwendbarkeit des Verfahrens; BERRY und Mitarbeiter arbeiteten noch mit relativ kleinen Datenmatrizen¹²⁰, und BARNUM mußte bei seinem wesentlich größeren Datensatz aus Baden-Württemberg¹²¹ auf die Anwendung des Verfahrens verzichten. In unserer empirischen Untersuchung sollen die Zusammenhänge für rd. 80 zentrale Funktionen und rd. 500 Orte (Gemeinden) analysiert werden.

Zweitens verfügt die direkte Faktorenanalyse nicht über die Möglichkeit der Faktorenrotation. Die Lage der Komponenten relativ zur Konfiguration der Variablenvektoren ist – ganz analog zur Hauptkomponentenmethode in der Faktorenanalyse – allein durch das Kriterium bestimmt, mit der ersten Komponente das Maximum der Vorkommen ('Incidence', also der Feldbesetzungen mit eins), mit der zweiten Komponente das Maximum der restlichen Vorkommen usw. zu erfassen. Das ist der Grund dafür, die erste Komponente bzw. das erste Komponentenpaar als Größenfaktor, als Kontinuum innerhalb der zentralörtlichen Hierarchie, aufzufassen. Die Bedeutsamkeit dieser Dimension wie auch die der nachfolgend extrahierten Komponentenpaare, die die interessierenden Abweichungen von der kontinuierlichen Größenvariation, die hierarchischen Aspekte also, erfassen, ist allein daran abzulesen, welche Anteile der Gesamtvorkommen in der Matrix (Summe der Eigenwerte) sie jeweils repräsentieren. Die Frage, ob solche Abweichungen auch insofern 'bedeutsam' sind, als sie nicht allein durch Zufall erklärt werden können, kann mit der direkten Faktorenanalyse nicht beantwortet werden, da es keinen statistischen Signifikanztest für die Komponenten gibt. Die Analyse hat somit ausschließlich beschreibenden Charakter.

6. Uns geht es aber um die Überprüfung einer Hypothese. Wir fragen, ob die in der Realität beobachtbaren Standortmuster zentraler Funktionen die Eigenschaft hierarchischer Klassenordnung aufweisen, wie sie die Theorie voraussagt. Zur empirischen Überprüfung der Hierarchie-Hypothese genügt es nun aber nicht, allein die Fälle zu betrachten, bei denen Übereinstimmung zwischen Realität und Theorie festgestellt werden kann, sondern die zur Theorie konträren Fälle, an denen unsere Hypothese zu falsifizieren wäre, müssen genau beschrieben werden. Die Hypothese kann nämlich erst dann als (vorläufig) bestätigt gelten, wenn sie dem Versuch, sie zu falsifizieren, erfolgreich widerstanden hat¹²².

Die zu CHRISTALLERs Theorie 'konträren Fälle' sind nun zweifellos Erscheinungen kontinuierlicher Größenvariationen innerhalb zentralörtlicher Systeme, das Fehlen 'typischer' Größenordnungen zentraler Orte sowie Variabilität in der funktionalen Zusammensetzung von Zentren. In idealtypischer Form können wir den zur Theorie 'konträren Fall' dem 'konformen Fall' wie folgt gegenüberstellen:

Orte	Orte
Funk- tionen	Funk- tionen
X X X X X X	X X X X X X
X X X X X	X X X X X X
X X X X	X X X X
X X X	X X X X
X X	X X
X	X X
'konträrer Fall' (Kontinuum)	'konformer Fall' (Hierarchie)

Die direkte Faktorenanalyse BERRYs erkennt in diesen Mustern keinen prinzipiellen, sondern nur einen graduellen Unterschied, der im Erklärungsanteil des ersten Komponentenpaares zum Ausdruck kommt. Im Unterschied dazu suchen wir nach einem Signifikanzkriterium, nach dem die Hierarchie-Hypothese im linken Fall zu verwerfen, im rechten Fall jedoch nicht zurückzuweisen ist, also bestätigt werden kann¹²³.

Weiterhin sollte das anzuwendende Verfahren Gruppierungen bestimmter Art erkennen – im obigen einfachen Beispiel ('konformer Fall') sollten sich folgende Gruppierungen für die zentralen Funktionen und die zentralen Orte ergeben (die Gruppenbezeichnungen A, B, C beschreiben eine aufsteigende Rangordnung)¹²⁴:



Die Gruppenschemata weisen Ähnlichkeit zu Ergebnissen auf, wie sie sich aus einer 'normalen' Faktorenanalyse mit anschließender Distanzgruppierung ergeben; die Faktoren müßten als Funktionsgruppen im obigen Sinne zu interpretieren sein; die Gruppen der Orte wären dann das Resultat einer Distanzgruppierung nach den Faktorenwerten, welche die Bedeutung der einzelnen Funktionsgruppen in den jeweiligen Orten messen.

Wir wollen im folgenden prüfen, ob die Faktorenanalyse für unseren speziellen Anwendungsfall – nämlich Analyse einer Matrix mit Alternativdaten – ein adäquates Modell unserer Problemstellung darstellt und ob sie insbesondere auch die Eigenschaften eines statistischen Testverfahrens besitzt, um die Hierarchie-Hypothese auf ihre Gültigkeit zu überprüfen.

4.3.2 Faktorenanalyse: Faktorenrotation und Signifikanztest

Die zweite Frage wollen wir zuerst behandeln. Die Extraktion von Faktoren mit der Hauptachsenmethode führt zu unabhängigen Dimensionen, deren Faktorenmuster im allgemeinen nicht interpretierbar sind¹²⁵, da die Varianzaufteilung auf diese Dimensionen nicht von der Datenstruktur, sondern von der Methode selbst abhängig ist¹²⁶. Das Hinzufügen oder Wegnehmen einzelner Variablen könnte ein solches Faktorenmuster schon erheblich verändern, obgleich die Datenstruktur im Prinzip noch die gleiche ist. Auch ist ein so gefundenes Koordinatensystem nur eines unter unendlich vielen anderen, die die Ausgangsmatrix, die Korrelationen zwischen den Variablen, genauso gut reproduzieren. Eine solche Faktorenlösung ist für unsere Zwecke unbrauchbar, denn sie erlaubt nicht das Auffinden von Gruppierungen innerhalb der Variablen. Vielmehr benötigen wir ein Kriterium, nach dem die Lage der Koordinaten derart verändert werden kann, daß die den Daten innewohnende Struktur bestmöglich auf die Koordinaten projiziert wird. Damit ist die Faktorenrotation zur Einfachstruktur angesprochen, wobei eine "einfache" Struktur der Faktorenmuster bei unserer Problemstellung dann gegeben wäre, wenn die zu einer Gruppe, d.h. Rangstufe, gehörenden zentralen Funktionen einen Faktor jeweils hoch laden würden, die Ladungen der übrigen Funktionen jedoch nahe null wären, so daß solche Faktoren als zentralörtliche Rang- oder Hierarchiestufen (Zentralitätsstufen) interpretiert werden können¹²⁷.

Die Faktorenanalyse geht von Korrelationen zwischen den Variablen aus. Je höher diese sind, desto ähnlicher sind die Beobachtungseinheiten bezüglich der betreffenden Variablen. Für unsere Analyse der räumlichen Verteilungsmuster zentraler Funktionen bedeuten hohe Korrelationen ähnliche Standortmuster. Ein hohes Maß solcher Ähnlichkeit müßten nun jeweils diejenigen zentralen Funktionen untereinander aufweisen, die auf Grund ihrer Reichweite eine bestimmte Rangstufe in der zentralörtlichen Hierarchie definieren und somit nur in Orten dieser oder einer höheren Rangstufe vorkommen. Betrachten wir die Zusammenhänge an einem Zahlenbeispiel, bei dem wir einmal unterstellen, daß die Zuordnung der Marktgebiete über die verschiedenen Hierarchiestufen CHRISTALLERS $k = 3$ entspricht. Angenommen, es gäbe im Untersuchungsgebiet insgesamt 243 Orte mit zentralen Funktionen; dann verfügen davon 81 Orte, nämlich ein Drittel, auch über Funktionen der nächsthöheren Ordnung, und davon wiederum ein Drittel, also 27 Orte, über Funktionen der dann folgenden Hierarchiestufe usw., also

Ordnung (Rangstufe)	Marktgebiete	Orte der betreffenden Rangstufe
A	1	1
B	3	2
C	9	6
D	27	18
E	81	54
F	243	162

Nun entspreche die Verteilung der einzelnen zentralen Funktionen auf die Orte der verschiedenen Rangstu-

fen aber nur näherungsweise dem CHRISTALLERschen System, so daß die obigen Relationen nur für Gruppen von Funktionen gelten. Wir können aber erwarten, daß solche Gruppen durch hohe Korrelationen der zugehörigen zentralen Funktionen untereinander und geringe Korrelationen mit Funktionen außerhalb der Gruppe charakterisiert sind.

Nun sind aber die Standortmuster der zentralen Funktionen auf den einzelnen Rangstufen nicht unabhängig voneinander; die 27 verschiedenen Standorte der D-Funktionen, nämlich die Orte der Rangstufen D-A, sind eine Teilmenge der 81 Angebotsorte für die Funktionsgruppe E. Wir haben also auch mit Korrelationen zwischen den Rangstufen zu rechnen. Mit einer überschlägigen Rechnung können wir sogar ihre Größenordnung abschätzen, wenn wir die entsprechenden Häufigkeiten in eine Vierfeldertafel einsetzen und den Phi-Koeffizienten als Zusammenhangsmaß berechnen: von den 243 Orten verfügen 81 über die Funktionsgruppe E und 162 nicht (\bar{E}); von den 81 (E) verfügen 27 über die Funktionsgruppe D und 54 nicht (\bar{D}), also

	D	\bar{D}		
E	27	54	81	
\bar{E}	0	162	162	
	27	216	243	Phi = 0,50

Ganz analog können wir auch die Rangstufe E mit der übernächsten Stufe C vergleichen:

	C	\bar{C}		
E	9	72	81	
\bar{E}	0	162	162	
	9	234	243	Phi = 0,28

Der Zusammenhang zwischen den Standortmustern auf den Rangstufen E und B beträgt nur noch Phi = 0,16.

Diese einfachen Beispielrechnungen führen uns zu einem interessanten Zwischenresultat: repräsentieren rotierte Faktoren zentralörtliche Hierarchieebenen, indem sich also – geometrisch gesehen – die Vektoren der jeweiligen zentralen Funktionen im Faktorenraum eng um die entsprechenden Faktorenachsen scharen, dann entsprechen die gefundenen Zusammenhangsmaße den Korrelationen zwischen diesen Faktoren, geometrisch also dem Kosinus zwischen den Faktorenachsen. Bezogen auf die von CHRISTALLER betrachteten Systeme mit festem k würden sich folgende Korrelationen zwischen solchen Hierarchie-Faktoren (I, II, III, IV) ergeben:

	k = 3			k = 4			k = 7		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
II	0.50			0.45			0.35		
III	0.28	0.50		0.22	0.45		0.13	0.35	
IV	0.16	0.28	0.50	0.11	0.22	0.45	0.05	0.13	0.35

Die Zahlenbeispiele sollen nicht nahelegen, allein auf Grund von Korrelationen zwischen Faktoren das eine oder andere System zentraler Orte verifizieren zu wollen. Aber sie machen deutlich, daß nur korrelierte, d.h. schiefwinklige Faktoren eine Datenstruktur erfassen können, die wir nach der Theorie hypothetisch erwarten. Wir haben zugleich auch einen Anhaltspunkt dafür, mit welchen Korrelationsmaßen einer schiefwinkligen Faktorenlösung etwa zu rechnen sein wird.

Das Konzept der Einfachstruktur bei der Faktorenrotation¹²⁸ beinhaltet nun das Bemühen, durch Drehung der Koordinatenachsen im Faktorenraum zu erreichen, daß die Variablenpunkte entweder hohe oder sehr niedrige (nahe dem Koordinatenursprung gelegene) Projektionen auf diesen Achsen erhalten. Eine solche Konstellation ist 'einfach' im Hinblick auf ihre Interpretationsmöglichkeit, 'einfach' aber auch im Sinne eines statistischen Tests zur Überprüfung der Nullhypothese, die besagt, daß das Zueinander von Variablen-Konfigurationen und Koordinatenachsen auch zufällig zustande gekommen sein kann. Zur Zurückweisung der Nullhypothese bedarf es des Nachweises, daß im (r-1)-dimensionalen Unterraum eines r-dimensionalen Faktorenraumes (r ist die Anzahl der Faktoren) mehr Variablenpunkte liegen, als zufällig zu erwarten sind. Dieser Unterraum, Hyperebene genannt, muß also signifikant überbestimmt sein, um die Alternativhypothese annehmen zu können, wonach der analysierte Datenkörper eine signifikante Einfachstruktur besitzt. Der Grundgedanke eines solchen Signifikanztests der Einfachstruktur stammt von BARGMANN¹²⁹; er hat Formeln zur Ermittlung der Wahrscheinlichkeit entwickelt, mit der bestimmte Anzahlen von Variablenvektoren in Abhängigkeit von der Anzahl der Variablen und der Faktoren sowie dem gewählten Signifikanzniveau auch zufällig nahe einer (r-1)-dimensionalen Hyperebene liegen können. 'Nahe' einer Hyperebene wird üblicherweise mit dem Schwankungsbereich $a \pm 10$ festgelegt, wobei a die Faktorladungen sind, die wir innerhalb dieses Bereiches mit Nullladungen bezeichnen. Eine signifikante Einfachstruktur liegt in den rotierten

Faktoren demnach dann vor, wenn für jeden Faktor die Anzahl der Nullladungen größer als eine kritische Grenze ist¹³⁰.

Dieses Signifikanzkriterium entspricht genau der Anforderung, die wir an die Gruppierung zentraler Funktionen stellen, wenn diese als Ausdruck zentralörtlicher Hierarchiestufen zu interpretieren ist: auf Grund der Ähnlichkeit ihrer Standortmuster sollten sich die Vektoren zentraler Funktionen einer Hierarchiestufe eng um einen Faktor scharen, der diese repräsentiert, und deutlich abgesetzt sein von Funktionen, die anderen Hierarchiestufen angehören. In der Abb. 4.2 ist der hypothetische Fall mit 8 zentralen Funktionen (Vektoren $V_1 - V_8$) dargestellt, für die eine signifikante Einfachstruktur auf zwei Faktoren gefunden werden konnte. Die Abbildung veranschaulicht die Bedeutung des Signifikanzkriteriums: eine bestimmte Mindestzahl von Vektoren muß in den durch einen bestimmten Schwankungsbereich um eine Hyperebene (L_1 bzw. L_2) fallen, damit die jeweilige Bezugsachse (V_{rs1} bzw. V_{rs2}) als durch die zugehörige Koordinatenhyperebene signifikant überbestimmt betrachtet werden kann. Der Schwankungsbereich

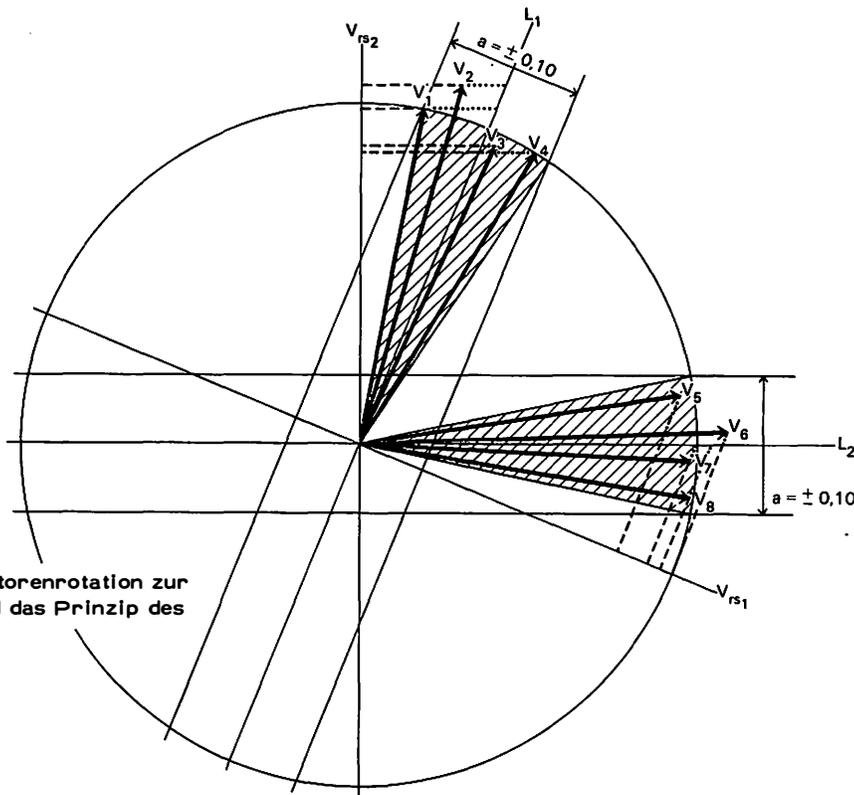


Abb. 4.2:

Schiefwinklige Faktorenrotation zur Einfachstruktur und das Prinzip des Bargmann-Tests¹³¹

a ist noch zu modifizieren, da die Variablenvektoren unterschiedliche Länge auf Grund ihres Erklärungsanteils (Kommunalität h^2) haben. Zur Ermittlung der Anzahl der Nullladungen zählt man für jeden Faktor diejenigen Variablen, für die gilt: $|\frac{a}{h}| < 0,10$ (schraffierte Sektoren in Abb. 4.2). Überschreitet diese Zahl (Hyperebenenanzahl) nicht die kritische Anzahl von Nullladungen der Signifikanztabelle, da die Variablenvektoren stärker im Faktorenraum streuen, so gilt die Hypothese als widerlegt, daß der Datenkörper eine Einfachstruktur aufweist. Ein solches Resultat entspräche dann in unserem Anwendungsfall einer Falsifizierung der Hierarchie-Hypothese. Der BARGMANN-Test für die Signifikanz der Einfachstruktur ist zudem ein strenger Test, an dem die Arbeitshypothese leicht scheitern kann – weshalb er in faktoranalytischen Untersuchungen auch selten zur Anwendung kommt. Diese Testeigenschaft kommt aber unserer Intention entgegen, möglichst strenge Anforderungen an eine etwaige Bestätigung der Hierarchie-Hypothese zu stellen.

Abb. 4.2 zeigt auch die Zusammenhänge zwischen Primärfaktoren- und Reference-Vektoren-Lösungen im schiefwinkligen Faktorraum auf. Die Reference-Vektoren V_{rs} haben sich zum Auffinden der Einfachstruktur bei der Faktorenrotation bewährt. Interessiert sind wir aber an den Achsen L_1 und L_2 , die den Primärfaktoren entsprechen. Wie wir später bei der praktischen Anwendung sehen werden, lassen sich die verschiedenen Lösungen ineinander überführen. Noch eine weitere Unterscheidung ist im schiefwinkligen Faktorraum zu beachten: die rechtwinkligen Projektionen der Variablen auf die Achsen

(in Abb. 4.2 gestrichelte Linien auf V_{RS}) entsprechen den Korrelationen mit diesen (Faktorenstruktur); Projektionen parallel zum anderen Faktor (gepunktete Linien auf L) ergeben die Faktorladungen, die im schiefwinkligen Fall auch 1 überschreiten können (Faktorenmuster)¹³².

4.3.3 Faktorenanalyse mit Alternativdaten; zwei Modellbeispiele

Die Ausführungen zu Faktorenrotation und Signifikanztest der Einfachstruktur führten zu dem Ergebnis, daß die Faktorenanalyse gute statistische Modelleigenschaften im Hinblick auf unsere Problemstellung besitzt, die aus der Theorie CHRISTALLERS abgeleitete Hypothese eines hierarchischen Zentralitätsaufbaus an der Realität zu überprüfen. Es bleibt jetzt noch zu klären, ob und unter welchen Voraussetzungen der Faktorenanalyse, die für metrische Variablen entwickelt wurde, auch zur Verarbeitung von Alternativdaten geeignet ist, die durch Dichotomisierung an sich metrischer Variablen entstanden sind. Wir gehen ja davon aus, daß die Verbindung zwischen Theorie und empirischer Analyse am leichtesten herzustellen ist, wenn wir allein das Vorhandensein oder Nicht-Vorhandensein zentraler Funktionen in den zu untersuchenden Orten registrieren.

Die Bearbeitung von Alternativdaten mit der Faktorenanalyse wird in der Literatur zurückhaltend bis skeptisch beurteilt. ÜBERLA sieht auf Grund von Modellrechnungen das Hauptbedenken gegen die Verwendung von dichotomisierten Variablen in dem Informationsverlust, der gegenüber einer Faktorenanalyse mit den (nicht manipulierten) Ausgangsvariablen eintritt¹³³. Andere verweisen auf die spezielle Eigenschaft des Phi-Koeffizienten als Zusammenhangsmaß für Alternativdaten, nur bei gleichen Randverteilungen der Variablen den Maximalwert 1 zu erreichen, so daß gewissermaßen künstliche Faktoren resultieren können, welche die unterschiedlichen Randverteilungen der Variablen repräsentieren; solche Faktoren werden in der psychologischen Testforschung als Schwierigkeitsfaktoren interpretiert, da sie auf einer Analyse von Ja-Nein-Antworten basieren, deren Randverteilungen auf unterschiedliche Schwierigkeitsgrade der Tests zurückzuführen sind¹³⁴. Als problematisch haben sich Versuche erwiesen, mit korrigierten Phi-Koeffizienten (über die jeweiligen Maxima von Phi korrigiert), dem tetrachorischen Koeffizienten oder YULEs Assoziationskoeffizienten Q¹³⁵ Alternativdaten faktoranalytisch zu bearbeiten; RUMMEL verweist auf eine vergleichende Untersuchung, nach der sich der Phi-Koeffizient als die sinnvollste methodische Entscheidung erwies¹³⁶.

Es läßt sich zeigen, daß der Phi-Koeffizient der Vierfeldertafel mit den Verbindungshäufigkeiten a, b, c und d

	+(1) -(0)		
+ (1)	a b	a+b	
- (0)	c d	c+d	
	a+c b+d	n	

$$\phi = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}}$$

mit dem Ergebnis des Produktmoment-Korrelationskoeffizienten r (BRAVAIS-PEARSONScher Koeffizient) identisch ist, wenn dieser auf Alternativdaten angewandt wird, so daß die Korrelationsmatrix auch für Alternativdaten innerhalb des Faktorenanalyse-Programms berechnet werden kann¹³⁷.

Ein interessanter Zusammenhang ergibt sich zwischen den oben genannten Eigenschaften des Phi-Koeffizienten im Hinblick auf eine Faktorisierung einer solchen Korrelationsmatrix und einem "Spezialfall einer 'Faktoren-Analyse' für qualitative Daten"¹³⁸, der Skalogramm-Analyse oder GUTTMAN-Skalierung. Dieses Verfahren setzt ein gemeinsames Kontinuum von Fragen (mit Ja-Nein-Antworten) und Befragten voraus, so daß eine Rangordnung der Befragten anhand ihrer Antworten erstellt und aus dem jeweiligen Rangplatz eines Befragten auf dessen Antwortprofil geschlossen werden kann. Die verschiedenen Skalierungstechniken sind also darauf gerichtet, einen einzigen Faktor zu identifizieren¹³⁹.

Setzt man für Befragte zentrale Orte und für Fragen die zentralen Funktionen, wobei die Antworten 'vorhanden' oder 'nicht vorhanden' lauten, so erhält man eine dem CHRISTALLERSchen Hierarchiekonzept analoge Modellstruktur, so daß die Anwendung der Skalogramm-Analyse "die Hierarchie-Hypothese zu stützen in der Lage sein (kann)"¹⁴⁰.

Einen (vereinfachten) Ansatz hierzu zeigt neuerdings BRATZEL auf, indem er die Skalogramm-Analyse zur allgemeinen Zentralitätsbestimmung aller 56 Gemeinden einer Planungsregion auf der Basis von 101 zentralen Funktionen im Untersuchungsgebiet einsetzt. Die Gemeinden werden nach der Anzahl der jeweils vorhandenen zentralen Funktionen, die zentralen Funktionen nach der Anzahl der Gemeinden, in denen sie vorkommen, geordnet; die Vereinigung bei der Rangreihen in einer Matrix, dem Skalogramm, welches der Bedingung der Eindimensionalität genügt, erlaubt die Zuordnung der Gemeinden zu zentralörtlichen Hierarchiestufen und die funktionale Beschreibung der so klassifizierten Orte¹⁴¹.

Tab. 4.1: Größenverteilung zentraler Orte nach der Anzahl zentraler Funktionen - Skalogramm und Korrelationsmatrix

diskontinuierlich (Modellbeispiel 1)

Orte (Probanden)	Zentrale Funktionen (Variablen)										Σ	Σ ¹
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10	10
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	9	10
3	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	8	7
4	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	7	7
5	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	7	7
6	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	7	7
7	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	7	7
8	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	6	7
9	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	5	5
10	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	5	5
11	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	5	5
12	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	5	5
13	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	4	5
14	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	3	3
15	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	3	3
16	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	3	3
17	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	3	3
18	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	3	3
19	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	2	3
20	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	1	0
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
Σ	20	19	18	13	12	8	7	3	2	1		

+ vorhanden
- nicht vorhanden

Reproduzierbarkeits-Koeffizient: $Rep = 1 - \frac{\text{Zahl der Fehler}}{\text{Spaltenzahl} \cdot \text{Zeilenzahl}} = 1 - \frac{6}{10 \cdot 22} = 1 - 0.027 = \underline{0.973}$

Matrix der Phi-Koeffizienten

Variablen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.00									
2	.80	1.00								
3	.67	.84	1.00							
4	.38	.48	.57	1.00						
5	.35	.44	.52	.91	1.00					
6	.24	.30	.36	.63	.69	1.00				
7	.22	.27	.32	.57	.62	.90	1.00			
8	.13	.16	.19	.33	.36	.53	.58	1.00		
9	.10	.13	.15	.26	.29	.42	.46	.80	1.00	
10	.07	.09	.10	.18	.20	.29	.32	.55	.69	1.00

Kontinuierlich (Modellbeispiel 2)

Orte (Probanden)	Zentrale Funktionen (Variablen)										Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	9
4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	9
5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	8
6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	8
7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	7
8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	7
9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	6
10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	6
11	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	5
12	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	5
13	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	4
14	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	4
15	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	3
16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	3
17	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	3
18	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2
19	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2
20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1
21	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1
22	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Σ	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	

Matrix der Phi-Koeffizienten

Variablen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.00									
2	.67	1.00								
3	.52	.77	1.00							
4	.42	.62	.81	1.00						
5	.35	.52	.67	.83	1.00					
6	.29	.43	.56	.69	.83	1.00				
7	.24	.36	.46	.57	.69	.83	1.00			
8	.19	.29	.38	.46	.56	.67	.81	1.00		
9	.15	.22	.29	.36	.43	.52	.62	.77	1.00	
10	.10	.15	.19	.24	.29	.35	.42	.52	.67	1.00

BELL, LIEBER und RUSHTON verfolgen mit der Skalogramm-Analyse die Fragestellung, welche der untersuchten zentralen Funktionen in Ihren Lokalisationstendenzen mehr den CHRISTALLERSchen Annahmen (skalierbare Typen) oder mehr denen von LÖSCH (nicht und schlecht skalierbare Typen) entsprechen¹⁴².

Der Vergleich einer GUTTMAN-Skalierung mit dem Ergebnis einer Faktorenanalyse der gleichen Daten, deren paarweise Zusammenhänge mit dem Phi-Koeffizienten gemessen wurden, kann nun folgende, wie ALLERBECK meint, "unerfreuliche Konsequenz (haben), daß Items einer Skala, die nach den Kriterien etwa einer GUTTMAN-Skala unstrittig eindimensional ist, in der folgenden Faktorenanalyse zu eigenen Dimensionen erklärt werden"¹⁴³.

Zwei Modellbeispiele

Die genannten Schwierigkeiten sich anscheinend widersprechender Resultate sollen nun an zwei hypothetischen Datensätzen mit je 22 zentralen Orten und insgesamt 10 verschiedenen zentralen Funktionen konkret überprüft werden, indem für beide Datensätze, ausgehend von der Matrix der Phi-Koeffizienten, Faktoren extrahiert und beide Lösungen miteinander verglichen werden.

Tab. 4.1 zeigt die in Skalogrammen geordneten Daten der beiden Modellbeispiele. Die Trennstriche oder 'Wendepunkte' in den Skalogrammen definieren diejenigen Punkte in der Rangordnung der Orte, an denen die vorwiegenden Eigenschaften 'umschlagen'; sie trennen im Kontinuum der Skala Orte, die über bestimmte zentrale Funktionen verfügen, von solchen ab, in denen die betreffenden Funktionen nicht vorhanden sind. Im Skalogramm des Modellbeispiels 1 (Tab. 4.1 links) wird deutlich, daß diese Trennstriche eine Stufung aufzeigen. Sie entsprechen Hierarchieniveaus; wir können vier solcher Niveaus unterscheiden. Der sogenannte Reproduzierbarkeits-Koeffizient mißt den Grad der Abweichungen und drückt die Chance aus, mit der man von der Gesamtpunktzahl eines Ortes (Summenspalte) dessen Ausstattung mit zentralen Funktionen richtig reproduzieren kann¹⁴⁴.

Das Skalogramm des Modellbeispiels 2 in Tab. 4.1 (rechts) zeigt demgegenüber eine andere Struktur; die Anordnung der Trennstriche läßt keinerlei Stufung erkennen und ist Ausdruck kontinuierlicher Größenvariation der untersuchten Orte.

Die Matrizen der Phi-Koeffizienten für beide Datensätze (Tab. 4.1) lassen möglicherweise schon Gruppierungen von Variablen erkennen, wie wir sie später in den Faktoren wiederfinden.

Zur Extraktion von Faktoren aus den Korrelationsmatrizen bedienen wir uns der von THURSTONE entwickelten Zentroidmethode, die eine Näherung an die - später zu verwendende - Hauptachsenmethode darstellt und für unser kleines Problem noch leicht 'von Hand' zu bewältigen ist. Es kommt uns bei der Faktorenextraktion darauf an, die einzelnen Schritte genau zu verfolgen.

Im ANHANG 2 sind die ersten vier Schritte (Zentroidfaktoren 1-4) für das Modellbeispiel 1 aufgezeichnet; Rechengang und Nomenklatur entsprechen der von ÜBERLA gegebenen Beschreibung der Zentroidmethode¹⁴⁵. Aus der Korrelationsmatrix $R=(r_{jk})$ ermitteln wir T als die Summe aller Elemente dieser Matrix, die gleich ist der Summe der Quadrate der Spaltensummen des Faktorenmusters. Hieraus und aus der Tatsache, daß im Schwerpunkt des Punktschwarmes der Variablen, durch den der erste Faktor gelegt werden soll, die Summe der Projektionen der Punkte auf alle übrigen dazu orthogonalen Faktorenachsen gleich null ist, ergibt sich $T=(\sum a_{1j})^2$ oder $\sqrt{T}=\sum a_{1j}$. Die Ladungen des ersten Faktors a_{1j} lassen sich also aus der Beziehung $a_{1j}=t \cdot \sum_k r_{jk}$ ermitteln, wobei $t=1/\sqrt{T}$. Ganz analog lassen sich die Ladungen des zweiten Faktors a_{2j} aus den Residualkorrelationen $R_1=R-a_1a_1^T=R-R^+$, die des dritten Faktors aus $R_2=R_1-R^++$ usw. gewinnen¹⁴⁶. An den Absolutbeträgen der Residualkorrelationen kann man jeweils ablesen, ob die Extraktion eines weiteren Faktors notwendig bzw. sinnvoll ist.

Die Tabellen im ANHANG 2 geben einen genauen Überblick über das schrittweise Vorgehen. Faktor 1 erfaßt die allgemeine Größenvariation im Datenkörper; dabei werden aber die Beziehungen der Variablen 1-5 mit den Variablen 6-10 systematisch überbestimmt. Dies wird durch den zweiten Faktor, der bipolar ist, gewissermaßen wieder ausgeglichen. Faktor 1 beschreibt somit die Beziehungen innerhalb zweier Variablenmengen (1-5 bzw. 6-10), während Faktor 2 deren Unterschiedlichkeit aufdeckt; zusammen bewirken die beiden ersten Faktoren eine Aufspaltung der Variablen in zwei Gruppen.

Jetzt sieht man auch leicht, daß die weiteren Faktoren 3 und 4 diesen Prozeß der Zerlegung und Gruppenbildung der Variablen fortsetzen (vgl. hierzu Tab. 5ff. im ANHANG 2): Faktor 3 trennt eine mittlere Gruppierung der Variablen (4-7) von äußeren Gruppen der Variablen 1 und 2 bzw. 9 und 10 ab; das kommt auch in den durch diesen Faktor reproduzierten Korrelationen zum Ausdruck (Tab. 6). Faktor 4 schließlich zerlegt die beiden durch Faktor 1 und 2 gebildeten Gruppen in je zwei Teilgruppen. Die Residualkorre-

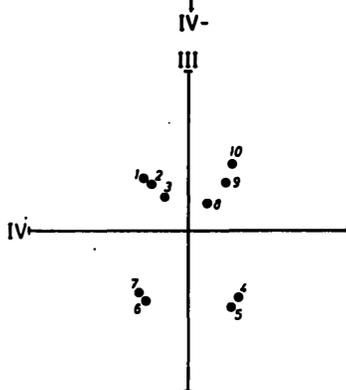
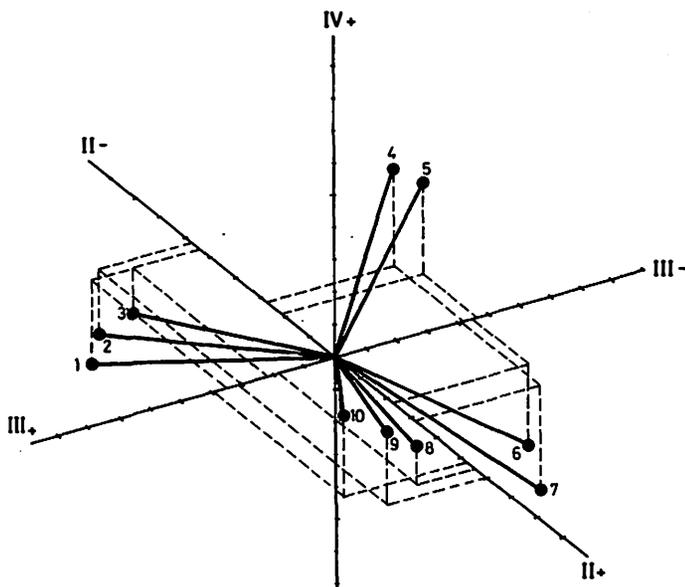
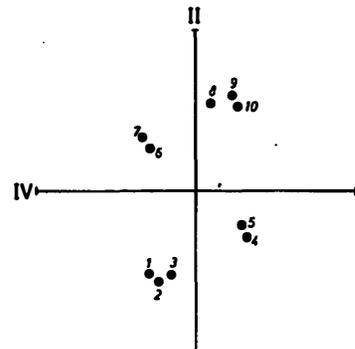
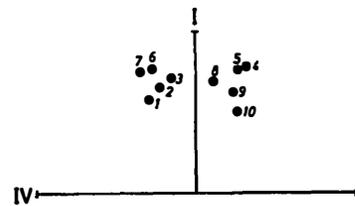
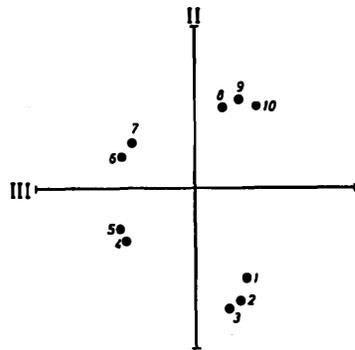
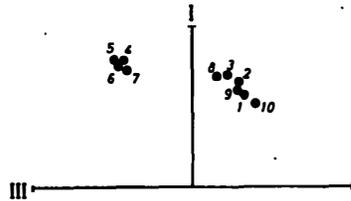
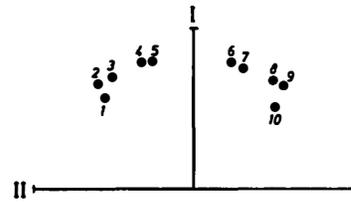
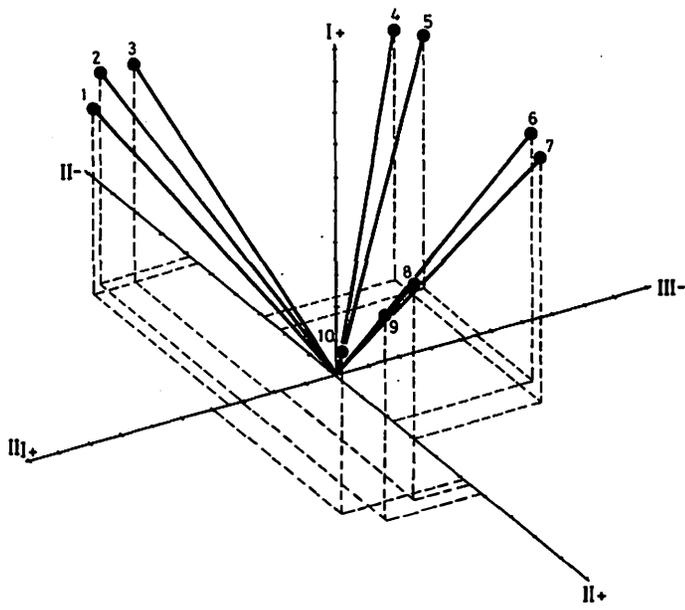


Abb. 4.3: Modellbeispiel 1 -
 Variablenvektoren Im Raum der
 ersten vier Zentroidfaktoren

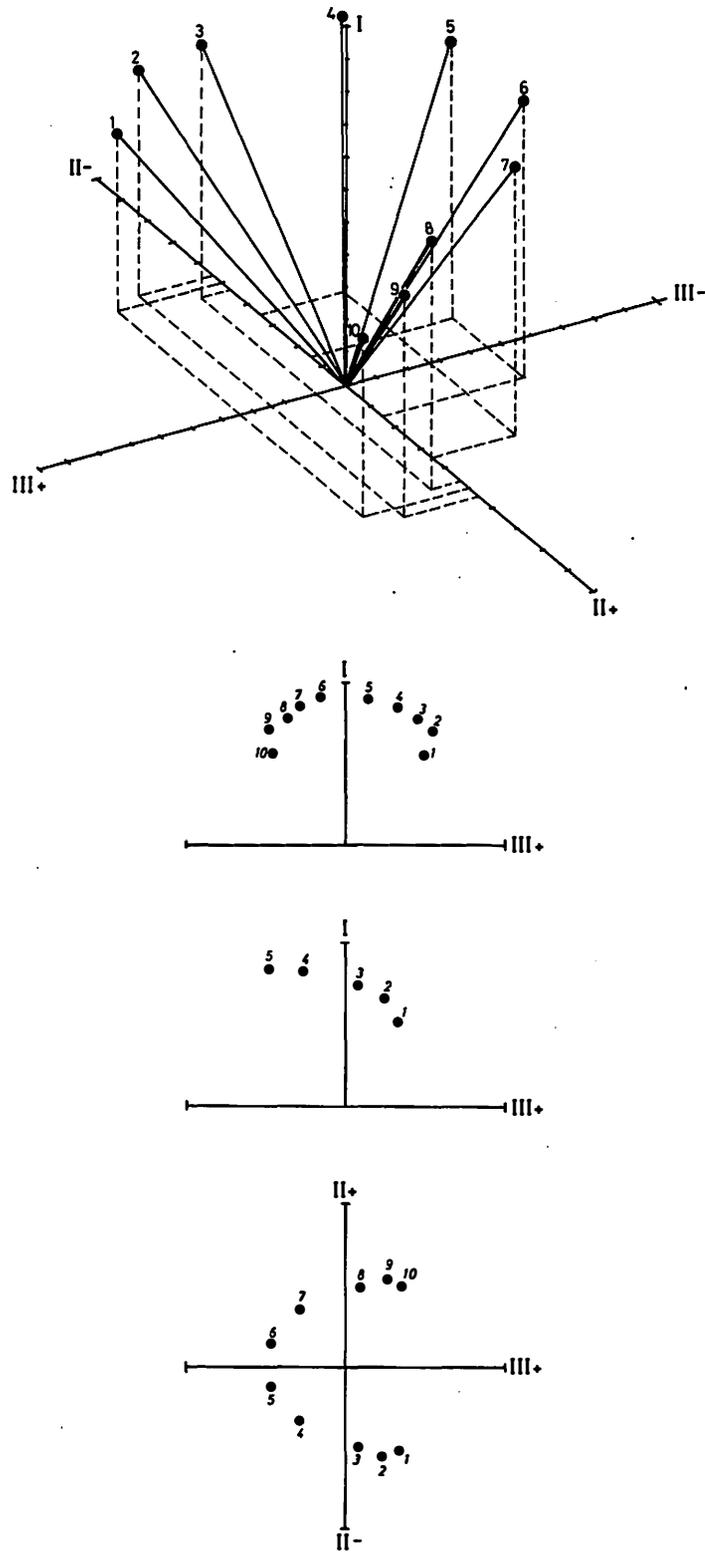


Abb. 4.4: Modellbeispiel 2 -
Variablenvektoren im Raum der ersten drei Zentroidfaktoren

lationen nach Extraktion des vierten Faktors (Tab. 9) sind durchweg nahe null mit zwei Ausnahmen ($r_{1,3}$ und $r_{9,10}$ bzw. $r_{9,10}$); die beiden nächsten Faktoren würden diese allerdings nur schwach ausgeprägte Unterschiedlichkeit erfassen.

ANHANG 2 Tab. 10 zeigt als Ergebnis das Faktorenmuster für die ersten vier Faktoren, das zwar in dieser unrotierten Form nicht direkt zu interpretieren ist, wohl aber schon anhand des Musters der Vorzeichen die zu erwartende Gruppierung der Variablen im oben beschriebenen Sinne erkennen läßt. Eine graphische Darstellung (Abb. 4.3) des Faktorenmusters in jeweils drei bzw. zwei Dimensionen (Zentroidfaktoren) zeigt nun ganz deutlich die Bündelung von Variablenvektoren bzw. die Häufung von Variablenpunkten, die auf das Vorhandensein einer signifikanten Einfachstruktur im Datensatz schließen läßt und durch schiefwinklige Rotation der Faktorenachsen zu diesen Vektorenbündeln zu erweisen wäre. Die so gewonnenen Faktoren sind dann als die Stufen einer zentralörtlichen Hierarchie zu interpretieren.

Vergleichen wir nun das Modellbeispiel 2, in dem wir von einem Datensatz kontinuierlicher Größenvariationen zentraler Orte ausgehen (vgl. Tab. 4.1 rechts), mit diesem Ergebnis. ANHANG 3 enthält das Faktorenmuster der ersten sechs Zentroidfaktoren (Tab. 6) sowie die beiden letzten Schritte der Faktorextraktion (der Nachweis der vorausgehenden Schritte kann hier wegen prinzipieller Ähnlichkeit mit dem Modellbeispiel 1 entfallen). Ein Vergleich der Residualkorrelationen nach Extraktion von vier Faktoren für die beiden Modellbeispiele (Tab. 9 ANHANG 2 sowie Tab. 1 ANHANG 3) läßt erkennen, daß im Unterschied zu Modellbeispiel 1 nun 'erklärungsbedürftige' Restkorrelationen über die gesamte Matrix streuen, weshalb wir die Extraktion von Faktoren fortsetzen. Selbst nach Extraktion von sechs Faktoren finden sich Restkorrelationen um 0,05 noch an mehreren Stellen der Residualmatrix (Tab. 5); wir brechen jedoch hier die Faktorextraktion ab.

Die graphische Darstellung der Variablenvektoren im Raum der ersten drei Zentroidfaktoren (Abb. 4.4) gibt keinerlei Anhaltspunkte für eine Faktorenrotation zur Einfachstruktur, da die Variablen keine Bündelung - wie im Modellbeispiel 1 - aufweisen, sondern gleichmäßig fächerförmig streuen. Die Darstellung der Variablenvektoren im Raum anderer Zentroidfaktoren würde prinzipiell das gleiche Bild ergeben. Der Datenkör-

Variablen	Faktoren						Trennniveau
	1	2	3	4	5	6	
1	+	-	+	-	-	+	(a)
2	+	-	+	-	+	(-)	
3	+	-	+	-	+	-	
4	+	-	-	+	(+)(-)		
5	+	-	-	+	(-)(+)		
6	+	+	-	-	(+)(-)		
7	+	+	-	-	(-)(+)		
8	+	+	+	+	-	-	
9	+	+	+	+	-	-	
10	+	+	+	+	+	+	

		Faktoren						Trennniveau
		1	2	3	4	5	6	
(a)	1					-	+	(3)
	2			+	-	+	-	
	3		-					
	4				+			
	5	+		-				
	6							
	7							
	8		+					
	9			+	+	-	-	
	10					+	+	

Variablen	Faktoren						Trennniveau
	1	2	3	4	5	6	
1	+	-	+	-	-	-	(b)
2	+	-	+	-	+	+	
3	+	-	+	+	+	+	
4	+	-	-	+	+	-	
5	+	-	-	+	-	(-)	
6	+	+	-	-	-	(+)	
7	+	+	-	-	+	+	
8	+	+	+	-	+	-	
9	+	+	+	+	+	-	
10	+	+	+	+	-	+	

		Faktoren						Trennniveau
		1	2	3	4	5	6	
(b)	1					-	-	(5)
	2			+	-	-	+	
	3		-			+		
	4				+			
	5	+		-		-		
	6							
	7							
	8		+			+		
	9			+	+	-	-	
	10					-	+	

+ bzw. - : Vorzeichen der Faktorladungen, sofern diese deutlich von 0 abweichen
 (+) bzw. (-) : Faktorladungen nahe 0 (Abweichung $\leq |0,10|$)

Abb. 4.5: Vergleich der Faktorenmuster der Zentroidlösung:

- (a) Diskontinuierliche Größenverteilung zentraler Orte (Modellbeispiel 1)
 (b) Kontinuierliche Größenverteilung zentraler Orte (Modellbeispiel 2)

per des Modellbeispiels 2 weist also keine Einfachstruktur im Sinne des faktoranalytischen Modells auf.

Abschließend sollen die Grundeigenschaften der Faktorenmuster beider Modellbeispiele anhand der Abb. 4.5 verglichen werden: Die Faktorladungen werden zum Zwecke des Vergleichs grob nach Höhe und Vorzeichen klassifiziert (links), um daraus ein Schema abzuleiten, das den Gruppierungseffekt der Faktoren aufzeigt (rechts). An den Trenniveaus – die Nummern bezeichnen die Reihenfolge des Auftretens – kann nun der Grad der Gruppierung abgelesen werden: Im Modellbeispiel 1 reichen vier Gruppen (Faktoren) zur Erfassung der gemeinsamen Variation der 10 Variablen aus (das Trenniveau 3 hat untergeordnete Bedeutung), während die Faktorenanalyse im Modellbeispiel 2 im Grunde darauf hinausläuft, so viele Faktoren wie Variablen – sozusagen lauter hoch korrelierte Einzelfaktoren – zu bilden.

Die Modellrechnungen klären den von ALLERBECK angesprochenen möglichen Widerspruch zwischen den Ergebnissen einer Skalogramm-Analyse und einer Faktorenanalyse derselben Daten auf der Basis des Phi-Koeffizienten (siehe oben) auf: beide Verfahren messen Unterschiedliches. Denn beide Datensätze unserer Modellbeispiele sind nach den Kriterien einer GUTTMAN – Skala unzweifelhaft eindimensional (vgl. Tab. 4.1), doch die Faktorenanalyse erkennt in den Daten prinzipiell unterschiedliche Ordnungsmuster, die in korrelierten Dimensionen unterschiedlicher Anzahl zum Ausdruck kommen. Die Skalogramm-Analyse prüft lediglich, ob eine Datenfolge auch mit der Hypothese der Eindimensionalität vereinbar ist¹⁴⁷; sie prüft somit eine notwendige, aber noch nicht hinreichende Bedingung für die zentralörtliche Hierarchie¹⁴⁸. Die Faktorenanalyse prüft darüber hinaus, ob der analysierte Datenkörper eine Struktur aufweist; d. h. ob es in dem gemeinsamen Kontinuum von zentralen Orten und Funktionen signifikante Gruppierungen gibt, die Hierarchiestufen entsprechen. Somit ist die Faktorenanalyse, wie die Modellbeispiele gezeigt haben mögen¹⁴⁹, ein adäquates Verfahren zur empirischen Überprüfung der Hierarchie-Hypothese.

ANMERKUNGEN

- 1 vgl. Abschn. 1.5.3.
- 2 Dies entspricht unserer Verhaltensannahme P.4 (vgl. Abschn. 2.3.4), die das hierarchische System CHRISTALLERs konstituiert im Unterschied zum System von LÖSCH, in dem die Standortwahl eines Anbieters allein von den Standorten benachbarter Anbieter des gleichen Guts abhängt, nicht jedoch von der spezifischen Zusammensetzung der im jeweiligen Ort angebotenen zentralen Güter.
- 3 vgl. hierzu die folgenden Bibliographien zur Zentralitätsforschung: B.J.L. BERRY, A. PRED: Central place studies. A bibliography of theory and applications, Philadelphia 1961, 2. Aufl. (mit Suppl. bis 1964 durch H.G. BARNUM, R. KASPERSON, S. KIUCHI) Philadelphia 1965 (Regional Science Res. Inst., Bibliogr. Ser. 1); H.F. ANDREWS: Working notes and bibliography on central place studies 1965 to 1969, Toronto 1970 (Univ. of Toronto, Dept. of Geogr. Discuss. Paper Ser. 8); K. GUSTAFSSON, E. SÖKER: Bibliographie zum Untersuchungsobjekt "Zentralörtliche Erscheinungen in Verdichtungsräumen", in: Zentralörtliche Funktionen in Verdichtungsräumen, Hannover 1972, S. 185–201 (Veröff. Akad. Raumforsch. u. Landesplanung, Forsch. – u. Sitzungsber. 72); H.H. BLOTEVOGEL, M. HOMMEL, P. SCHÖLLER: Bibliographie zur Zentralitätsforschung, in: P. SCHÖLLER (Hrsg.) Zentralitätsforschung, Darmstadt 1972, S. 473–494 (Wege der Forschung CCCI). – Die beiden erstgenannten Bibliographien enthalten Kurzreferate der zitierten Arbeiten.
- 4 W. CHRISTALLER: Die zentralen Orte in Süddeutschland, Jena 1933 (reprograf. Nachdr. Darmstadt 1968), S. 27.
- 5 vgl. ebd., S. 26.
- 6 ebd., S. 70.
- 7 vgl. ebd., S. 138–142.
- 8 genauer: Differenz der vorhandenen Telefonanschlüsse in einem Ort und derjenigen Anschlüsse, die in dem betreffenden Gebiet auf die Ortseinwohner im Durchschnitt entfallen würden (auf Grund der regionalen Telefondichte); vgl. ebd., S. 142–149; vgl. auch R. KLÖPPER: Methoden zur Bestimmung der Zentralität von Siedlungen, in: Geogr. Taschenb. 1953, S. 513–514.
- 9 vgl. hierzu die Kritik von K. GUSTAFSSON: Grundlagen zur Zentralitätsbestimmung, Hannover 1973, S. 34 (Veröff. Akad. Raumforsch. u. Landesplanung, Abhandl. 66).
- 10 vgl. W. CHRISTALLER: Die zentralen Orte ..., a. a. O., S. 142–149; NEEF zeigte, daß die Telefonmethode im altindustrialisierten Sachsen zum gleichen Stichjahr 1931 wie CHRISTALLERs Untersuchung in Süddeutschland zu völlig unbrauchbaren Resultaten führte; zwei Drittel der größten Gemeinden fehlten nach dieser Methode im Katalog der Orte mit Bedeutungsüberschuß. Vgl. E. NEEF: Das Problem der zentralen Orte, in: Petermanns Geogr. Mitt. 94(1950), S. 8.
- 11 vgl. R. KLÖPPER: Methoden zur Bestimmung der Zentralität ..., a. a. O., S. 512–519.
- 12 vgl. O. SCHLIER: Die zentralen Orte des deutschen Reiches. Ein statistischer Beitrag zum Städteproblem. In: Ztschr. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin 1937, S. 161–170; H. ARNOLD: Das System der zentralen Orte in Mitteldeutschland, in: Ber. z. dt. Landeskr. 9(1951), S. 353–362.

- 13 vgl. E.A.SMAILES: The urban hierarchy in England and Wales, In: Geography 29 (1944) 2.
- 14 Eine gute Übersicht über neuere Methoden der Zentralitätsmessung gibt KÖCK mit dem Ziel, einige davon für eine breitangelegte empirische Vergleichsanalyse auszuwählen; vgl. H.KÖCK: Das zentralörtliche System von Rheinland-Pfalz, Forsch.z.Raumentwickl. Bd. 2. 1975, S. 37-65.
- 15 vgl. B.J.L.BERRY, W.L.GARRISON: The functional bases of central place hierarchy, In: Econ.Geogr. 34 (1958), S. 145-154.
- 16 Zur Methode vgl. J.H.MÜLLER: Methoden zur regionalen Analyse und Prognose, Hannover 1973, S. 49-51 (Taschenb.z.Raumplanung 1).
- 17 W.K.D.DAVIES: Some considerations of scale in central place analysis, In: Tijdschr. voor Econ. en Soc. Geogr. 56(1965), S. 221-227; vgl. auch ders.: Centrality and the central place hierarchy, In: Urban Studies 4(1967), S. 63-64. DAVIES geht aus von einem sogen. Standortkoeffizienten $C = (1/T)100$, was in unserer Schreibweise $C_{ij} = (1/T_i) 100$ entspricht. Multiplikation von C_{ij} mit der Anzahl der Einrichtungen t_{ij} ergibt dann den Zentralitätswert der Funktion l . DAVIES setzt für t_{ij} alternativ auch die Zahl der Beschäftigten ein. - KÖCK rechnet diese als "gewichtete Bemessung" bezeichnete Methode den "absoluten Methoden" zur Zentralitätsbestimmung zu, indem er die "relativen Methoden" (Zentralität als relative Bedeutung von Orten) auf jene beschränkt, in denen die zentralörtliche Ausstattung zur Eigenbevölkerung des betreffenden Ortes in Beziehung gesetzt wird; vgl. H.KÖCK: Das zentralörtliche System ..., a.a.O., S. 37 ff. - Wir rechnen dagegen zur Gruppe der relativen Methoden alle Zentrale-Orte-Maße, die durch gebietsbezogene Merkmale (zentrale Einrichtungen im Untersuchungsgebiet, räumliche Bevölkerungsverteilung) "relativiert" werden. Absolute Methoden (vgl. Abschn. 4.2.2) sind dann auf solche Ansätze beschränkt, in denen ein Zentralitätsindex allein eine Funktion der jeweiligen Ausstattung eines Ortes ist - dies freilich im Kontext der (beliebig abgegrenzten) Untersuchungsgesamtheit. Diese Unterscheidung der Zentralitätsmethoden erweist sich im Hinblick auf die Frage nach ihrem Theoriebezug als zweckmäßig.
- 18 Es lautet zunächst: $C_a = K/(10T_a)$, wobei T_a unserem T_i und K unserem T entspricht; vgl. P.N.O'FARRELL: Continuous regularities and discontinuities in central place system, In: Geografiska Annaler 52 B (1969), S. 108-111.
- 19 vgl. J.U.MARSHALL: The location of service towns. An approach to the analysis of central place systems. Toronto 1969, S. 88-89 (Univ. of Toronto Dept. of Geogr. Research Publ. 3). Die Forderung MARSHALLs, das Untersuchungsgebiet müsse ein geschlossenes zentralörtliches System sein, erinnert an die zirkuläre Definition von Zentralität durch CHRISTALLER, die wir im Abschnitt 1.2.3 behandelten (vgl. dort insbes. Anm. 25). Die zu erforschenden Eigenschaften zentralörtlicher Netze müssen praktisch schon bekannt sein, ehe man Beobachtungen machen (Zentralität messen) kann.
- 20 Es wäre denkbar, ein solches Maß zur Verifizierung eines LÖSCH-Systems zu verwenden, das ja von der Standortunabhängigkeit verschiedener Funktionen ausgeht.
- 21 vgl. E.-G.KANNENBERG: Zur Methodik der Ermittlung von zentralen Orten und von Beurteilungsgrundlagen für Förderungsmaßnahmen, In: Informationen 15(1965), S. 393-403; sowie F.STAHL: Die Zentralitätsziffer. Eine Methode zur "Messung" des Ausstattungsgrades eines zentralen Ortes mit zentralen Einrichtungen im Sinne der Raumforschung und Dorferneuerung, In: Informationen 15(1965), S. 309-317.
- 22 vgl. K.GUSTAFSSON: Grundlagen zur Zentralitätsbestimmung, a.a.O., S. 57-58. Zur weiteren Kritik an DAVIES vgl. S. 41-45.
- 23 $Z = B - B_z$, wobei Z = Zentralität (Bedeutungsüberschuß, relative Bedeutung), B = Gesamtbedeutung eines Ortes (absolute Bedeutung), B_z = die auf die eigene Bevölkerung entfallende Bedeutung eines Ortes; vgl. W. CHRISTALLER: Die zentralen Orte ..., a.a.O., S. 27.
- 24 vgl. R.E.PRESTON: Toward verification of 'classical' centrality model, In: Tijdschr. voor Econ. en Soc. Geogr. 62 (1971), S. 301-307.
- 25 Vielmehr muß nach den Grundannahmen der Theorie jeder Ort, der über bestimmte zentrale Einrichtungen verfügt, Zentralität in Bezug auf andere Orte besitzen, welche die betreffenden Einrichtungen nicht haben. Eine solche Zentralität ist umso höher, je höherrangig die angebotenen Güter sind. Zudem enthält die Theorie keine direkte Aussage darüber, wie es zu Agglomerationen der Bevölkerung in Städten kommt, sondern lediglich die implizite Annahme, daß mit der räumlichen Konzentration zentraler Einrichtungen auch eine solche der Bevölkerung einhergeht. Abweichungen zwischen Bevölkerungszahl und erwarteter Anzahl zentraler Einrichtungen ergeben sich aber erst, wenn es noch weitere - von der Theorie nicht betrachtete - Ursachen räumlicher Bevölkerungskonzentrationen (Industrie) gibt. Diesen aber nun die Bedeutung eines "Filters" bei der Beobachtung von Standortmustern des tertiären Sektors zu geben, kann nicht im Sinne der Verifikation der Theorie liegen.
- 26 vgl. R.E.PRESTON: Toward verification ..., a.a.O., S. 303.
- 27 $R+S$ entspricht CHRISTALLERs B , αMF entspricht B_z (vgl. Anm. 25). In PRESTONs Terminologie: centrality = nodality - local consumption.
- 28 K.GUSTAFSSON: Grundlagen zur Zentralitätsbestimmung, a.a.O., passim.
- 29 ebd., S. 10. Die Analyseregion gilt als vorgegeben.
- 30 ebd., S. 19.
- 31 GUSTAFSSON strebt bei der Operationalisierung des Begriffs "Zentralität" eine Verallgemeinerung an, die über die Betrachtung zentraler Orte als Standorte des Dienstleistungssektors hinausgehend die Gesamtheit funktionaler Beziehungen eines Ortes mit seinem Umland zu erfassen sucht; vgl. K.GUSTAFSSON, a.a.O., S. 2. Bei diesem Anspruch wäre es allerdings wünschenswert gewesen, mit der Erarbeitung einer

- Meßvorschrift zur "Deskription räumlicher Aktivitäten" (S.2) auch den Versuch zu unternehmen, die theoretische Basis zu erweitern, auf die sich die so gelenkte Beobachtung zu beziehen hätte.
- 32 E. L. ULLMAN, M. F. DACEY: The minimum requirements approach to the urban economic base, in: Lund Studies in Geogr., Ser. B, No. 24, 1960, S. 121-143, und in: Papers and Proceed., Regional Science Assoc. 6(1960), S. 175-194.
- 33 vgl. K. GUSTAFSSON: Grundlagen zur Zentralitätsbestimmung, a. a. O., S. 45-52. Da bei der Minimum-Requirements-Methode der geringste Beschäftigtenanteil eines bestimmten Wirtschaftszweiges in den Orten einer Größenklasse als der gerade zur Versorgung der Ortsbevölkerung notwendige Beschäftigtenanteil interpretiert wird, ergeben sich aus der Schätzfunktion (die aus den Minimumwerten aller Ortsgrößenklassen abgeleitet wird) in aller Regel Minimumwerte für die einzelnen Orte, die unter den tatsächlichen Beschäftigtenanteilen liegen, woraus Bedeutungsüberschuß ("Exportbeschäftigung") resultiert. Im empirischen Teil der GUSTAFSSON-Studie fällt auf, daß selbst Orte mit einer Einwohnerzahl zwischen 700 und 1500 sämtlich Bedeutungsüberschuß besitzen (Tab. 7, S. 84-87), wie überhaupt alle Orte des Untersuchungsraumes (700 bis 5000 Einwohner) im Sinne von GUSTAFSSONs Definition "zentrale Orte" sind, was aber kein empirisches Resultat, sondern die Folge einer methodischen Entscheidung ist.
- 34 vgl. ebd., S. 82 und die dort in Fußnote 276 genannten Untersuchungen.
- 35 Gleichung (1), ebd., S. 82.
- 36 vgl. Abschn. 1.5.3.
- 37 vgl. H. BOBEK: Über einige funktionelle Stadttypen und ihre Beziehungen zum Lande, in: Comptes rendus du congrès international de géographie Amsterdam 1938, T. II, Sect. IIIa, Leiden 1938, zitiert nach Wiederabdruck in P. SCHÖLLER (Hrsg.) Allgemeine Stadtgeographie, Darmstadt 1969, S. 269 (Wege der Forschung CLXXXI).
- 38 H. BOBEK: Die Theorie der zentralen Orte im Industriezeitalter, in: Dt. Geographentag Bad Godesberg 1967, Tagungsber. u. wiss. Abhdl., Wiesbaden 1969, S. 201 (Verhdl. d. Dt. Geographentages 36). - BOBEKs Kritik richtete sich vor allem auf die Situation der deutschen zentralörtlichen Forschung, die seit Mitte der 50er Jahre ganz im "Banne" der sogen. empirischen Umlandmethode und im Dienst einer landeskundlichen Bestandsaufnahme der zentralen Orte und ihrer Einzugsbereiche im gesamten Bundesgebiet stand; vgl. hierzu z. B. G. KLUCZKA: Zentrale Orte und zentralörtliche Bereiche mittlerer und höherer Stufe in der Bundesrepublik Deutschland. Bonn-Bad Godesberg 1970 (Forsch. z. dt. Landesk. 194). Weder die großangelegte Gemeinschaftsarbeit noch zahlreiche in ihrem Umkreis entstandene Einzelstudien waren auf Überprüfung oder Weiterentwicklung der zentralörtlichen Theorie gerichtet, sondern hatten ausschließlich eine landeskundlich-deskriptive Zielsetzung. Vgl. z. B. U. HÖGY: Das rechtsrheinische Rhein-Neckar-Gebiet in seiner zentralörtlichen Bereichsgliederung auf der Grundlage der Stadt-Land-Beziehungen. Heidelberg 1966 (Heidelberger Geogr. Arb. H. 16).
- 39 H. BOBEK: Die Theorie der zentralen Orte ..., a. a. O., S. 202.
- 40 vgl. ebd. sowie unsere Auseinandersetzung mit dem Erklärungsanspruch von CHRISTALLERs Theorie im Abschn. 1.1.
- 41 vgl. D. BÖKEMANN: Das innerstädtische Zentralitätsgefüge, dargestellt am Bsp. der Stadt Karlsruhe. Karlsruhe 1967 (Karlsru. Stud. z. Regionalwiss. 1); M. HOMMEL: Zentrenausrichtung in mehrkernigen Verdichtungsräumen. Paderborn 1974 (Bochumer Geogr. Arb. H. 17).
- 42 vgl. P. SCHÖLLER: Einleitung, zu ders. (Hrsg.) Zentralitätsforschung, a. a. O., S. XIV-XV.
- 43 B. J. L. BERRY, W. L. GARRISON: The functional bases of the central place hierarchy, a. a. O.
- 44 vgl. z. B. die Arbeit von J. E. BRUSH: The hierarchy of central places in Southwestern Wisconsin, in: Geogr. Review 43(1953), S. 380-402, und die grundsätzliche Kritik daran von R. VINING: A description of certain spatial aspects of an economic system, in: Econ. Developm. and Cult. Change 3(1955), S. 147-195.
- 45 in Anlehnung an Tab. I bei B. J. L. BERRY, W. L. GARRISON: The functional bases ..., a. a. O., S. 147. Vgl. hierzu auch Tab. 1.1 dieser Arbeit, die obigem Schema genau entspricht. - Mit "zentralen Funktionen" werden im folgenden Aktivitätstypen bezeichnet, z. B. Apotheke, Bäckerei; diese sind natürlich nicht identisch mit "zentralen Gütern", welche die Theorie zugrunde legt. Aus Gründen der Praktikabilität können bei empirischen Untersuchungen jedoch nur Aggregate von Gütern, die jedoch möglichst homogen sein sollten, betrachtet werden. Einer höheren Aggregationsebene entsprechen dann "zentrale Einrichtungen", die eine oder mehrere zentrale Funktionen anbieten bzw. ausüben (z. B. Bäckerei mit Lebensmittelsortiment).
- 46 vgl. B. J. L. BERRY, W. L. GARRISON: The functional bases ..., a. a. O., S. 149. Eine Interpretation der Beziehung $P = ab^N$ auf dem Hintergrund der Theorien CHRISTALLERs und LÖSCHs geben BERRY und GARRISON in ihrem Beitrag: A note on central place theory and the range of a good, in: Econ. Geogr. 34 (1958), S. 304-311. Die räumliche Entsprechung der "Schwellenbevölkerung" ist CHRISTALLERs untere Grenze der Reichweite. BERRY und GARRISON versuchten ja bekanntlich in ihrer Umformulierung der Theorie, die Hierarchie zentraler Orte aus der jeweiligen Schwellenbevölkerung der zentralen Funktionen abzuleiten; vgl. des.; Recent developments of central place theory, in: Papers and Proceed., Regional Science Assoc. 4(1958), S. 110-113.
- 47 Eine "Gruppe" ist eine Menge von Punkten derart, daß jedes Mitglied der Gruppe näher einem anderen Mitglied der Gruppe ist als einem Punkt außerhalb der Menge; vgl. P. J. CLARK, F. C. EVANS: On some aspects of spatial pattern in biological populations, in: Science 121(1954), S. 397-398; des.: Distance to nearest

- neighbor as a measure of spatial relationships in populations, in: *Ecology* 35(1954), S.445-453; P.J.CLARK: Grouping in spatial distributions, in: *Science* 123(1956), S.373-374.
- 48 vgl. Tab. IV in B.J.L.BERRY, W.L.GARRISON: *The functional bases ...*, a.a.O., S. 153.
- 49 vgl. W.BUNGE: *Theoretical geography*, Lund 1966, S.150 (Lund Studies in Geogr., Ser.C., No.1); W.K.D.DAVIES: The ranking of service centers: a critical review, in: *Transactions, Inst.of Brit. Geogr.* 40(1966), S.59; ders.: The need for replication in human geography, some central place examples, in: *Tijdschr. voor Econ.en Soc. Geogr.* 59 (1968), S.146; J.U.MARSHALL: The location of service towns ..., a.a.O., S.97; K.GUSTAFSSON: Grundlagen zur Zentralitätsbestimmung, a.a.O., S.40-41.
- 50 vgl. W.K.D.DAVIES: The need for replication ..., a.a.O., S.146.DAVIES kommt bei erneuter Analyse der Snohomish-Daten zu besseren Abschätzungen der Schwellenbevölkerung, wenn er diese getrennt nach Größenklassen der Orte ermittelt, vgl. ebd. S.148-149.
- 51 Dieser Einschränkung waren sich BERRY und GARRISON bewußt, glaubten aber davon ausgehen zu können, daß die Annahme konstanter 'Basic-nonbasic'-Beschäftigungsraten für den Bereich kleinerer Städte nicht unrealistisch ist; vgl. B.J.L.BERRY, W.L.GARRISON: A note on central place theory ..., a.a.O., S.306. Diese Auffassung teilt GUSTAFSSON, der die "Schwellenwertmethode" für den Regionstyp "ländlicher Raum" akzeptiert; vgl. K.GUSTAFSSON: Grundlagen zur Zentralitätsbestimmung, a.a.O., S.41.
- 52 KENYON fand für die Zielgröße N (Anzahl zentraler Einrichtungen) die Schätzfunktion $N = aP^b$ (P=Ortsbevölkerung) bestangepaßt. Vergleiche der geschätzten Schwellenwerte seines Untersuchungsgebiets (Athens-Region in NE-Georgia) mit den Werten aus der Snohomish-Studie (Korrelation $r=0,563$ bei 49 vergleichbaren zentralen Funktionen) und mit eigenen Vergleichswerten, aus Großstädten von Georgia ermittelt ($r=0,679$ bei 40 zentralen Funktionen, für die b-Werte betrug r nur 0,3), erwiesen die geometrische Wachstumskurve $N = aP^b$ als unbrauchbar zur Beschreibung städtischer Entwicklung. Vgl. J.B.KENYON: On the relationship between central function and size of place, in: *Annals, Assoc. of Amer.Geogr.* 57 (1967), S.736-750. -Ein ähnlicher Schluß gilt dann auch für die BERRY-GARRISON-Funktion $P = ab^N$, so daß die o.a. Beschränkung auf den ländlichen Raum eine Mindestanforderung ihrer Anwendbarkeit ist.
- 53 vgl. K.SZUMELUK (ROBINSON): *Central place theory, I: A review*. London 1968, S.34 (Centre for Environmental Studies, Working Papers 2). In einer nach dem Muster der Snohomish-Untersuchung angelegten Arbeit in Natal umgeht SMOUT das Problem, indem er auf Variablen wie Attribute die sogen. Reed-Muench-Methode (nach HAGGETT u. GUNAWARDENA) zur Bestimmung der Schwellenbevölkerung anwandte; zugleich verweist SMOUT auf GUNAWARDENA, der in Süd-Ceylon eine hohe Korrelation zwischen jeweiliger Orts- und Marktgebietsbevölkerung feststellen konnte, so daß die aus der Ortsbevölkerung abgeleitete Schwellenbevölkerung die Relation zwischen den zentralen Funktionen richtig wiedergibt. Vgl. M. A.H.SMOUT: The hierarchy of central places in Natal, in: *Tijdschr. voor Econ.en Soc. Geogr.* 61(1970), S.29-30. Zur Methode vgl. P.HAGGETT, K.A.GUNAWARDENA: Determination of population thresholds for settlement functions by the Reed-Muench-method, in: *Profess. Geogr.* 16(1964), S.6-9; J.U.MARSHALL: The location of service towns, a.a.O., S.98-99.
- 54 J.B.KENYON: On the relationship ..., a.a.O., Fußnote 14, S.743; vgl. auch Anm. 47.
- 55 vgl. J.U.MARSHALL: The location of service towns, a.a.O., S.55.
- 56 vgl. ebd., S.89-92.
- 57 ebd. S.92.
- 58 vgl. W.K.D.DAVIES: Centrality and the central place hierarchy, a.a.O., S.65-67.
- 59 Daß unter Verwendung der "functional indices" (anstelle der Korrelationskoeffizienten) andere Gruppierungen auftreten können, hat ROWLEY gezeigt, der im übrigen das methodische Konzept von DAVIES voll übernimmt; vgl. G.ROWLEY: Central places in rural Wales, in: *Tijdschr. voor Econ. en Soc. Geogr.* 61 (1970), S.32-40; vgl. bes. Fußnote 27, S.37. O'FARRELL prüft zunächst die Verteilung der "functional indices" auf Gruppierungstendenzen (Chi-Quadrat-Test), um dann DAVIES' Gruppierungsmethode zu verwenden; vgl. P.N. O'FARRELL: Continuous regularities ..., a.a.O., S.111-112.
- 60 vgl. B.J.L.BERRY: A method for deriving multi-factor uniform regions, in: *Przeglad Geograficzny* 33 (1961), S.263-282, (dt. Übers.: Eine Methode zur Bildung homogener Regionen mehrdimensionaler Definition, in: D.BARTELS (Hrsg.) *Wirtschafts- und Sozialgeographie*, Köln u. Berlin 1970, S.212-227). Vgl. hierzu auch J.BÄHR: Regionalisierung mit Hilfe von Distanzmessungen, in: *Raumforsch. u. Raumordnung* 29(1971), S.11-19.
- 61 vgl. J.R.TARRANT: A note concerning the definition of groups of settlements for a central place hierarchy, in: *Econ.Geogr.* 44(1968), S.145-146.
- 62 Den Gruppierungsalgorithmus beschreibt J.BÄHR: Regionalisierung ..., a.a.O., S.13-14.
- 63 vgl. J.R.TARRANT: A note ..., a.a.O., S.144-145.
- 64 vgl. ebd., S.149-150.
- 65 B.J.L.BERRY, W.L.GARRISON: The functional bases of the central place hierarchy, a.a.O., S.145-154.
- 66 vgl. B.J.L.BERRY: The impact of expanding metropolitan communities upon central place hierarchy, in: *Annals, Assoc.of Amer.Geogr.* 50(1960), S.112-116. Vgl. hierzu auch K.GUSTAFSSON: Grundlagen zur Zentralitätsbestimmung, a.a.O., S.36-38.
- 67 B.J.L.BERRY, H.M.MAYER: Comparative studies of central place systems. U.S. Office of Naval Research,

- NONR 2121-18, NR 389-126, Washington D.C., Febr. 1962, Teil I, S. 29 (zitiert nach P. SCOTT: The measurement of a hierarchy of central places, a reply, in: The Australian Geogr. 9(1964), S. 317).
- 68 Ergebnisse dieser Arbeiten sind zusammengefaßt in B. J. L. BERRY: Geography of market centers and retail distribution, Englewood Cliffs, N. J. 1967.
- 69 vgl. B. J. L. BERRY, H. G. BARNUM: Aggregate relations and elemental components of central place systems, in: Journ. of Regional Science 4(1962), S. 46. Dieser Grundsatzbeitrag stützt sich im wesentlichen auf die Untersuchung von B. J. L. BERRY, H. G. BARNUM, R. J. TENNANT: Retail location and consumer behavior, in: Papers a. Proceed., Regional Science Assoc. 9(1962), S. 65-106.
- 70 Das entspricht der R- und Q-Technik in der Faktorenanalyse.
- 71 Eine Beschreibung der direkten Faktorenanalyse geben B. J. L. BERRY, H. G. BARNUM: Aggregate relations . . . , a. a. O., S. 42-46. Vgl. auch R. J. RUMMEL: Applied factor analysis, Evanston 1970, S. 345-346 und 348.
- 72 Derartige 0-1-Matrizen ("Incidence matrices") eignen sich nach SALUNDERS besonders gut für die direkte Faktorenanalyse; vgl. B. J. L. BERRY, H. G. BARNUM, a. a. O., S. 45, wo verwiesen wird auf D. R. SAUNDERS: Practical methods in the direct factor analysis to psychological score matrices, Ph. D. Diss., University of Illinois, 1950.
- 73 Dieses erste Komponentenpaar umfaßt 55-56 % (Süd-Dakota) bzw. 60 % (Iowa) der insgesamt in der Datenmatrix enthaltenen Information. Vgl. B. J. L. BERRY, H. G. BARNUM, R. J. TENNANT, a. a. O., S. 74; B. J. L. BERRY, H. G. BARNUM, a. a. O., S. 67. Analog zur Hauptkomponentenanalyse vereinigt das erste Komponentenpaar den maximalen Anteil an der Eigenwertsumme auf sich; die folgenden Komponentenpaare repräsentieren jeweils das Maximum der Restsumme der Eigenwerte.
- 74 vgl. B. J. L. BERRY, H. G. BARNUM, R. J. TENNANT, a. a. O., S. 76-78.
- 75 vgl. B. J. L. BERRY, H. G. BARNUM, a. a. O., S. 51-66.
- 76 ebd., Tab. 18, S. 67. - Das Komponentenpaar 2 ist bipolar und repräsentiert sowohl das City-Niveau (höchste positive Werte) wie auch das Village-Niveau (negative Werte). Die Anteile an der Eigenwertsumme betragen für das Komponentenpaar 2 8,6 %, für das Komponentenpaar 3 2,6 %.
- 77 Die Unabhängigkeit der Komponenten ist jedoch eine Modellvoraussetzung.
- 78 dargestellt in B. J. L. BERRY, H. G. BARNUM: Aggregate relations and elemental components . . . , a. a. O., S. 37-42. Eine abschließende Übersicht findet sich in B. J. L. BERRY: Geography of market centers . . . , a. a. O., S. 26-58.
- 79 vgl. H. G. BARNUM: Market centers and hinterlands in Baden-Württemberg, Chicago 1966 (Univ. of Chicago, Dept. of Geogr. Research Paper 103). Zur Einordnung der Ergebnisse in den allgemeinen Rahmen vgl. dort S. 118-122, bes. Fig. 60.
- 80 W. CHRISTALLER, Diskussionsbeitrag zum Vortrag von H. BOBEK (Die Theorie der zentralen Orte im Industriezeitalter), in: Dt. Geographentag Bad Godesberg 1967, Tagungsber. u. wiss. Abhdlg., Wiesbaden 1969, S. 209.
- 81 vgl. z. B. die aufgeführten Arbeiten aus der BERRY-Schule; M. PALOMÄKI: The functional centers and areas of South Bothnia, Finland, in: Fennia 88(1963) 1; P. SCOTT: The hierarchy of central places in Tasmania, in: The Australian Geogr. 9(1964), S. 134-147; R. C. MAYFIELD: A central place hierarchy in Northern India, in: W. L. GARRISON, D. F. MARBLE (Hrsg.) Quantitative geography, I: Economic and cultural topics, Evanston, Ill. 1967, S. 120-166 (Northwestern Univ., Studies In Geogr. 13).
- 82 vgl. z. B. W. K. D. DAVIES: The need for replication . . . , a. a. O., S. 146-152.
- 83 vgl. M. A. H. SMOUT: The hierarchy of central places in Natal, a. a. O., S. 26-27
- 84 vgl. J. O. ABIODUN: Urban hierarchy in a developing country, in: Econ. Geogr. 43(1967), S. 347-367.
- 85 ebd., S. 362.
- 86 vgl. ebd., S. 354.
- 87 Zur Kritik an ABIODUNs Beitrag vgl. auch H. CARTER: The study of urban geography, London 1972 S. 96-97.
- 88 Vgl. H. KÖCK: Das zentralörtliche System von Rheinland-Pfalz. a. a. O. Die Untersuchung von KÖCK erschien erst nach Abschluß der vorliegenden Arbeit.
- 89 vgl. ebd., S. 37 ; "functional index" nach W. K. D. DAVIES, vgl. Abschn. 4.2.1 sowie Anm. 17.
- 90 "Der Zentralitätsgrad eines Ortes wird dabei ausgedrückt durch die Anzahl der nichtortsansässigen Bewohner, die durch die in dem betreffenden Ort lokalisierten zentralen Einrichtungen mitversorgt werden können", H. KÖCK, a. a. O., S. 54. Diese Methode stellt eine Weiterentwicklung des Ansatzes von JOHNSON dar; vgl. L. J. JOHNSON dar; vgl. L. J. JOHANSON: The spatial uniformity of a central place distribution in New England, in: Econ. Geogr. (1971), S. 156-170.
- 91 H. KÖCK, a. a. O., S. 55; "centrality" von PRESTON, vgl. Abschn. 4.2.1 sowie Anm. 24.
- 92 H. KÖCK, a. a. O., S. 120.
- 93 vgl. ebd.
- 94 vgl. ebd., Tab. III (Rangplatzierung) u. IV (Bedeutungstypen) Anhang sowie S. 86-109.
- 95 vgl. ebd., S. 110-120.
- 96 im Sinne unserer obigen Ausführungen; vgl. Abschn. 4.2.1.
- 97 vgl. H. KÖCK, a. a. O., S. 83-86.
- 98 vgl. Abschn. 4.2.1, "functional index" von DAVIES.

- 99 vgl. H.KÖCK, a. a. O., S. 84.
- 100 Versorgungsdefizite werden nicht berücksichtigt; vgl. ebd., S. 54.
- 101 Formal hat dieser Ansatz Ähnlichkeit mit dem Index der Dissimilarität, wie er in der soziologischen Stadtforschung zur Messung der Segregation verwandt wird, indem die Verteilung zweier Bevölkerungsgruppen über die städtischen Teilgebiete verglichen wird; vgl. J.FRIEDRICHS: Stadtanalyse, Reinbek b. Hamburg 1977, S. 220 (rororo studium 104). – Die Konstanten vor dem Summenzeichen haben beim Vergleich der Zentralitätsmaße keine Bedeutung.
- 102 Hierauf haben vor allem aufmerksam gemacht H.BOBEK: Die Theorie der zentralen Orte im Industriezeitalter, a. a. O.; B.DIETRICH: Die Theorie der zentralen Orte, Aussage und Anwendung heute, in: Raumforschung u. Raumordnung 24 (1966), S. 259–267.
- 103 vgl. Abschn. 4.2.1, "centrality" von PRESTON.
- 104 vgl. H.KÖCK, a. a. O., S. 119.
- 105 vgl. ebd., S. 110–120, Tab. III. Der Rangkorrelationskoeffizient für alle 340 Orte beträgt 0,98, die durchschnittliche Rangplatzverschiebungswerte ± 12 ; vgl. ebd., S. 100.
- 106 Rangkorrelationskoeffizient 0,87, durchschnittliche Rangplatzverschiebungswerte ± 36 ; vgl. ebd.
- 107 vgl. ebd., S. 113.
- 108 vgl. ebd.
- 109 vgl. ebd., S. 123 ff.
- 110 vgl. ebd., S. 77–83.
- 111 vgl. ebd., S. 88–91. Eine Regressionsgerade $\log Z = a - b \cdot \log R$ ($Z =$ Zentralitätswert, $R =$ Rangplatz) ist im Grunde an jede derartige Verteilung anzupassen. Wenn die Hypothese hierarchischer Stufung zentraler Orte die Gegenhypothese zur Vermutung einer kontinuierlichen Größenverteilung (Regression) ist, so muß festgelegt werden, wann diese Hypothese als falsifiziert (somit erstere als bestätigt) anzusehen ist; im vorliegenden Fall hat die Kontinuum-Hypothese den totalen Annahmespielraum.
- 112 vgl. ebd., S. 128–141.
- 113 vgl. H.KÖCK: Das zentralörtliche System von Rheinland-Pfalz, a. a. O.
- 114 Zentrale Funktionen sind die Entsprechungen für CHRISTALLERs zentrale Güter; die empirische Analyse kann sich nicht auf homogene Güter, sondern nur auf jeweils erfaßbare Gruppen von Gütern beziehen, die mit zentralen Funktionen bezeichnet werden.
- 115 vgl. Tab. 1.1, S. 15.
- 116 Diese Zentralitätskonzeption wurde erstmals von BERRY u. GARRISON empirisch angewandt; vgl. B. J. L.BERRY, W. L. GARRISON: The functional bases ..., a. a. O.
- 117 Hierin liegt, wie wir gesehen haben, auch die Hauptschwäche eindimensionaler Zentralitätsmaße.
- 118 Bedeutungsunterschiede innerhalb einer Funktion können durchaus dadurch zum Tragen kommen, daß beispielsweise Niedrigpreislebensmittel eines städtischen Supermarktes Güter 'höherer Ordnung' (mit überörtlicher Reichweite) darstellen, während Lebensmittel in einem herkömmlichen ländlichen Einzelhandelsgeschäft mit lokaler Reichweite Güter 'niedrigerer Ordnung' sind. Vgl. G.ROWLEY: Spatial variations in the prices of central goods, a preliminary investigation, in: Tijdschr. voor Econ. en Soc. Geogr. 63 (1972), S. 367.
- 119 W. CHRISTALLER: Die zentralen Orte ..., a. a. O., S. 70. Es soll nicht geleugnet werden, daß auch andere Strukturmerkmale von Einzelhandel und Dienstleistung zur Analyse zentralörtlicher Erscheinungen von Bedeutung sind und Aufschluß über weitergehende Zusammenhänge und Veränderungstendenzen geben können. Solche Strukturuntersuchungen sollten jedoch getrennt von der Überprüfung der Hierarchie-Hypothese erfolgen.
- 120 Z. B. wurden in Iowa 47 Orte (aus einer geschichteten Stichprobe) und 104 zentrale Funktionen untersucht; vgl. B. J. L. BERRY, H. G. BARNUM: Aggregate relations ..., a. a. O., S. 46–47.
- 121 BARNUM untersuchte 337 Orte und 300 zentrale Funktionen; vgl. H. G. BARNUM: Market centers and hinterlands ..., a. a. O.
- 122 Dieses Prinzip der Falsifizierbarkeit empirischer Hypothesen stammt von POPPER. Vgl. K. R. POPPER: Logik der Forschung (1935), 3. Aufl. Tübingen 1969.
- 123 Wir gehen davon aus, daß ein kontinuierliches Element einer hierarchischen Stufung inhärent ist und fragen, ob die Stufung genügend deutlich (überzufällig) ausgeprägt ist, um sagen zu können, die Beobachtungen stimmen mit den theoretischen Erwartungen überein.
- 124 Vgl. hierzu Abb. 4.1, wonach die direkte Faktorenanalyse sozusagen Kreuzungen dieser Gruppierungen auffindet, die dann wie ein Mosaik zum Gesamtbild zusammengefügt werden müssen.
- 125 Unter dieser Beschränkung leidet u. a. die Untersuchung von ABIODUN, die wir besprochen hatten; vgl. J. O. ABIODUN: Urban hierarchy in a developing country, a. a. O., S. 347–367.
- 126 Von hier her ergibt sich der kritische Einwand gegen den Größenfaktor 'Kontinuum' in BERRYs direkter Faktorenanalyse (vgl. oben).
- 127 Die Frage, ob an eine Interpretation der Faktoren erst dann gedacht werden darf, wenn diese zur Einfachstruktur rotiert wurden (z. B. ÜBERLA, KLEMMER), wird neuerdings von KEMPER differenzierter beantwortet: welche Modellvariante (unrotierte, orthogonal oder schiefwinklig rotierte Faktoren) zur Interpretation geeignet ist, kann nur von den jeweiligen inhaltlichen Hypothesen über die Struktur der Variablen her beantwortet werden. Vgl. K. ÜBERLA: Faktorenanalyse, Berlin 1968, S. 183 u. 187;

- P. KLEMMER: Die Faktorenanalyse im Rahmen der Regionalforschung, in: Raumforschung u. Raumordnung 29(1971), S. 7; F.-J. KEMPER: Die Anwendung faktoranalytischer Rotationsverfahren in der Geographie des Menschen, in: E. GIESE (Hrsg.) Symposium "Quantitative Geographie" Gießen 1974, Gießen 1975, S. 34-47 (Gießener Geogr. Schriften 32).
- 128 Die hier gegebene Darstellung lehnt sich an ÜBERLA an; vgl. K. ÜBERLA: Faktorenanalyse, a. a. O., S. 175-187.
- 129 R. BARGMANN: Signifikanzuntersuchungen der Einfachen Struktur in der Faktoren-Analyse, in: Mittellungsbl. f. mathem. Statistik 7 (1955), S. 1-24.
- 130 Solche kritischen Grenzen (Zufallshöchstwerte für die Anzahl der Nullladungen) liegen tabelliert bei ÜBERLA vor (von BARGMANN übernommen); vgl. K. ÜBERLA, a. a. O., S. 373-375. - Für größere Variablenzahl reichen die Tabellen jedoch nicht aus. In diesen Fällen berechnet man die Wahrscheinlichkeit, daß mindestens k Variablenvektoren in einer Hyperebene liegen, nach den bei BARGMANN angegebenen Formeln; vgl. R. BARGMANN: Signifikanzuntersuchungen ..., a. a. O., S. 9-11.
- 131 In Anlehnung an Abb. 5.12 in ÜBERLA: Faktorenanalyse, a. a. O., S. 185.
- 132 Zum Rotationsproblem und den dabei auftretenden Matrizen vgl. K. ÜBERLA: Faktorenanalyse, a. a. O., S. 165-227. - Zur Interpretation der Faktoren werden wir später Primärfaktorenmuster verwenden.
- 133 vgl. K. ÜBERLA: Faktorenanalyse, a. a. O., S. 284-288.
- 134 vgl. R. J. RUMMEL: Applied factor analysis, a. a. O., S. 303-304; H. GAENSSLEN, W. SCHUBÖ: Einfache und komplexe statistische Analyse, München u. Basel 1973, S. 268-269 (Uni-Taschenb. 274); K. ALLERBECK: Datenverarbeitung in der empirischen Sozialforschung, Stuttgart 1972, S. 108-109 (Teubner Studienskripten Sozologie).
- 135 Zu den Koeffizienten vgl. G. CLAUSS, H. EBNER: Grundlagen der Statistik, Frankfurt u. Zürich 1971, S. 251-260.
- 136 vgl. R. J. RUMMEL, a. a. O., S. 305.
- 137 vgl. K. ÜBERLA: Faktorenanalyse, a. a. O., S. 285-286. Wie Φ in r überführt werden kann, wenn die Merkmalsausprägungen 1 bzw. 0 sind, zeigt BARTEL, und daß eine solche Ableitung unabhängig von der Quantifizierung der Merkmalsausprägungen gilt, beweisen GAENSSLEN und SCHUBÖ. Vgl. H. BARTEL: Statistik I. Stuttgart 1971, S. 94 (Uni-Taschenb. 3); H. GAENSSLEN, W. SCHUBÖ, a. a. O., S. 61.
- 138 E. K. SCHEUCH, H. ZEHNPFENNIG: Skalierungsverfahren in der Sozialforschung, in: R. KÖNIG (Hrsg.) Handb. d. empirischen Sozialforsch. Bd. 3a, 2. Teil (3. Aufl. von Handb. d. Sozialforsch., Bd. I), Stuttgart 1974, S. 116.
- 139 vgl. ebd., S. 116-121; J. FRIEDRICH: Methoden empirischer Sozialforschung, Reinbek 1973, S. 179-184 (rororo studium 28).
- 140 K. GUSTAFSSON: Grundlagen zur Zentralitätsbestimmung, a. a. O., S. 59.
- 141 P. BRATZEL: Praxisorientierte Verfahren zur Zentralitätsbestimmung - dargestellt am Beispiel des Regionalverbandes Ostwürttemberg, in: Beiheft Geogr. Rundsch. 7(1977) H. 3, S. 113-120.
- 142 vgl. T. L. BELL, S. R. LIEBER, G. RUSHTON: Clustering of services in central places, in: Annals, Assoc. of Amer. Geogr. 64(1974), S. 214-225.
- 143 K. ALLERBECK: Datenverarbeitung ..., a. a. O., S. 108.
- 144 vgl. E. K. SCHEUCH; H. ZEHNPFENNIG: Skalierungsverfahren ..., a. a. O., S. 118-119. - Mit der Einzeichnung der Trennstriche drücken wir hier bereits unsere Hierarchie-Hypothese aus. Erfolgte die Einzeichnung spaltenweise unabhängig, dann gäbe es gar keine 'Fehler' ($Rep=1$).
- 145 vgl. K. ÜBERLA: Faktorenanalyse, a. a. O., S. 113-123.
- 146 Die Summen über die r_{jk} können i. allg. erst nach Reflexion einzelner Variablenvektoren (Vorzeichenumkehr) gebildet werden; daraus ergeben sich die unterschiedlichen Vorzeichen der Faktorladungen.
- 147 SCHEUCH und ZEHNPFENNIG sprechen treffend von "eine(r) Art umgekehrter Nullhypothese"; E. K. SCHEUCH, H. ZEHNPFENNIG: Skalierungsverfahren ..., a. a. O., S. 118.
- 148 Eine aus dem Skalogramm abgeleitete Gruppierung zentraler Orte nach Hierarchiestufen kann daher nur deskriptiven Charakter haben; vgl. P. BRATZEL: Praxisorientierte Verfahren ..., a. a. O.
- 149 Es könnte eingewandt werden, die langwierige Faktorenextraktion habe schließlich ja nur das produziert, was man den Daten schon von vornherein ansehen konnte. Genau dies ist aber der Grund, weshalb wir die Beispiele eingeführt haben: sie sollen die Wirkungsweise eines Analyseinstruments bei genau zu überschauender Datenlage sichtbar machen. Auf solche 'Einsichten' werden wir bei der späteren empirischen Analyse zurückgreifen können.

EMPIRISCHER TEIL -

FALLSTUDIE 'WESTERWALD'

Wie wir im theoretischen Teil gesehen haben, zeichnet sich das von CHRISTALLER abgeleitete und im folgenden verallgemeinerte System der zentralen Orte zur Erklärung der Standortstruktur des tertiären Sektors durch eine Reihe realitätsbezogener Eigenschaften aus, welche die Formulierung empirischer Hypothesen über die zu erklärende Raumstruktur erlauben. Die Schwäche mangelnder empirischer Überprüfbarkeit der Theorie zugrunde liegenden normativen Verhaltenspostulate konnten wir durch ihre behavioristisch-deskriptive Umformulierung und die Entwicklung eines probabilistischen Erklärungsrahmens weitgehend beseitigen. Die räumlichen Implikationen dieses revidierten Verhaltenskonzepts stehen mit den zuvor abgeleiteten großräumigen Regelmäßigkeiten der Zentralitätsstruktur im Einklang.

Unsere Fallstudie hat nun die Aufgabe, die Implikationen der Theorieannahmen mit den empirischen Fakten im Untersuchungsgebiet zu vergleichen, um den Erklärungsansatz der Theorie auf seine Gültigkeit zu überprüfen. Bei der Anlage der Fallstudie ist anzustreben, daß das Untersuchungsgebiet eine gewisse Variationsbreite struktureller Eigenschaften aufweist, soweit diese Einfluß auf die Ausprägung eines Systems zentraler Orte haben, und die zu analysierenden Daten den relevanten Variablen innerhalb der Theorie möglichst nahe kommen.

5 UNTERSUCHUNGSGEBIET UND DATENGRUNDLAGE

5.1 ZUR WAHL DES UNTERSUCHUNGSGEBIETS

Bei der Festlegung eines Untersuchungsgebietes spielen nicht nur theoretische Erwägungen eine Rolle, sondern auch pragmatische Gesichtspunkte wie beispielsweise gute Erreichbarkeit für Feldarbeit oder Minimierung der Datenbeschaffungsprobleme. Beide genannten Gesichtspunkte haben bei Auswahl und Abgrenzung des Untersuchungsgebietes mitgespielt: für die Anfänge dieser Arbeit, die abweichend von der vorliegenden Problemstellung Strukturveränderungen des ländlichen Einzelhandels zum Inhalt hatte und für welche die Daten über die Kartierung von Geschäftsmerkmalen und Auswertung örtlicher Gewerberegister erfaßt wurden, war die Nähe des Untersuchungsraumes zum Standort des Bearbeiters von Bedeutung. Mit der später sich eröffnenden Möglichkeit, den gesamten Datensatz einer Arbeitsstättenzählung für Landkreise geschlossen zur Auswertung zur Verfügung zu erhalten, wurde das Untersuchungsgebiet auf seine gegenwärtige Abgrenzung erweitert. Diese erwies sich im folgenden als sinnvoll auch für die Zwecke gezielter Theorieüberprüfung.

Nun zur konkreten Beschreibung des Untersuchungsgebietes (vgl. hierzu Abb. 5.1 sowie Anhang 4): Der Raum umfaßt nach dem Gebietsstand 1961 die Landkreise Altenkirchen und Neuwied (Reg. Bez. Koblenz) sowie Oberwesterwaldkreis und Unterwesterwaldkreis (Reg. Bez. Montabaur), Rheinland-Pfalz, mit einer Gesamtfläche von rd. 2270 qkm. Im Zentrum des Untersuchungsgebietes liegt der Landschaftsraum Westerwald, weshalb wir auch kurz vom Untersuchungsgebiet "Westerwald" sprechen. Im Stichjahr für die Daten unserer Untersuchung, 1961, entfielen auf das Gesamtgebiet noch 483 Gemeinden (vgl. Anhang 4) – eine unter dem Gesichtspunkt regionalstatistischer Differenzierung günstige Situation, die sich in der Zwischenzeit durch umfangreiche Gebietsreformen erheblich verschlechtert hat.

Abb. 5.1 zeigt das Untersuchungsgebiet, das in seiner Abgrenzung der Region Westerwald (Planungsgemeinschaft Westerwald)^{1*} entspricht. Die zentralörtliche Gliederung wurde dem regionalen Raumordnungsplan Westerwald² entnommen: Die Ausweisung der Mittelzentren unterschiedlichen Ausstattungsgrades (einschließlich der in Richtung auf ein Mittelzentrum weiter auszubauenden Unterzentren) folgt dem Mitte der sechziger Jahre aufgestellten Landesentwicklungsprogramm³; die Festlegung von Unter- und Kleinzentren erfolgte Anfang der siebziger Jahre nach landeseinheitlichen Kriterien durch die Planungsgemeinschaft Westerwald.

Die raumordnerische Einstufung zentraler Orte beruht wesentlich auf dem Vorhandensein bestimmter Einrichtungen der öffentlichen Daseinsvorsorge (Bildungs-, Gesundheits-, Sporteinrichtungen) sowie der Vielfalt privatwirtschaftlichen Dienstleistungsangebots. Aus noch zu erörternden Gründen (vgl. Abschnitt 5.2) beschränkt sich unsere Zentralitätsanalyse auf den letztgenannten Bereich. Aus diesem Grunde und wegen des zeitlichen Abstands der Untersuchungen kann nur mit bedingter Übereinstimmung unserer Ergebnisse mit denen des Raumordnungsplans Westerwald gerechnet werden⁴. Abb. 5.1 soll vielmehr einen ersten Überblick über die Zentralitätsstruktur des Untersuchungsgebietes vermitteln.

* Anmerkungen zu diesem Kapitel vgl. S.98

Die Region Westerwald hat Anteil an drei zentralörtlichen Bereichen höherer Stufe, nämlich denen der Oberzentren Bonn (zum Teil vom Kölner Einzugsbereich überlagert), Koblenz und Siegen. Es fällt auf, daß in den oberzentrenfernen Bereichen des Hohen Westerwaldes in der Linie Altenkirchen - Hachenburg - Marienberg - Westerburg eine sehr gleichmäßige Verteilung zentraler Orte besteht, die jedoch fast ausschließlich dem Mittelzentrenniveau zugerechnet werden (bei weitgehendem Fehlen von Unter- und Kleinzentren), wobei die festgestellten Ausstattungsdefizite und Ausbauziele darauf hindeuten, daß hier sowohl Schrumpfungstendenzen in einem für die heutigen Anforderungen zu dichten Netz dieser Zentrenkategorie (Hachenburg und Altenkirchen) als auch jüngere Wachstumsvorgänge (Aufsteigen in die nächsthöhere Zentralitätsstufe: Marienberg) derartige Abweichungen im hierarchischen Zentralitätsgefüge bedingen. In den oberzentrennahen Bereichen um Betzdorf, Linz und Neuwied/Montabaur kommt es andererseits zu einer Verdichtung der Zentrenverteilung auf der Versorgungsstufe der Unter- und Kleinzentren, die auf Verdichtung in der Bevölkerungsverteilung bei gleichzeitigem Kaufkraftverlust für zentrale Versorgungseinrichtungen mittlerer Stufe durch die nahen Oberzentren schließen läßt.

Die Unregelmäßigkeiten in der räumlichen Verteilung und im hierarchischen Aufbau der zentralen Orte spiegeln die räumliche Differenzierung der strukturellen Ausgangsbedingungen des Untersuchungsgebiets wider. Diese sind geprägt durch die überwiegend agrarisch bestimmten Hochflächen des Westerwaldes im Zentrum des Untersuchungsraumes, welche der Vorstellung eines 'homogenen Raumes' relativ nahe kommen, und die industriellen Verdichtungsgebiete von Neuwieder Becken und Rheintal (eisenverarbeitende Industrie, Hartstein- u. Zementindustrie) sowie Kannenbäckerland um Ransbach und Höhr-Grenzhausen (bodenständige Tonindustrie) im Süden und Südwesten sowie die Ausstrahlungen der eisenschaffenden und -verarbeitenden Industrie des Siegerlandes und Dillgebiets im Raum Herdorf, Betzdorf, Wissen im Norden des Untersuchungsgebiets. Die Karte der Bevölkerungsdichte (Abb. 5.2) zeichnet diese strukturellen Gegensätze ziemlich genau nach. Lokale Bevölkerungsverdichtungen im Bereich des Westerwaldes basieren auf Fremdenverkehrsaktivitäten in einzelnen Abschnitten des Wiedtales sowie um Marienberg (Hochwesterwald) einerseits und dem Basaltabbau im Rheinwesterwald sowie im Hoch- und Oberwesterwald andererseits, während die zentralen Orte als 'punkthafte' Bevölkerungsverdichtungen aus diesem im übrigen recht dünn besiedelten Gebiet herausragen, dessen Dichtewerte 150 Einwohner/qkm kaum überschreiten⁵.

Das Untersuchungsgebiet erfüllt in seiner strukturellen Differenzierung hinreichend die Voraussetzung eines 'inhomogenen' Testgebietes, in dem unsere Hypothesen bezüglich des hierarchischen Aufbaus und der räumlichen Verteilung zentraler Orte überprüft werden können. Die zuvor entwickelte methodische Konzeption erfordert nicht, daß sich die Analyse auf ein geschlossenes zentralörtliches System zu beziehen hat⁶, weshalb die mehr oder weniger willkürliche Begrenzung durch Kreis- bzw. Landesgrenzen keine Beschränkung der Aussagefähigkeit darstellt.

Die zentralörtliche Differenzierung reicht bis ins Mittelzentrenniveau hinauf (größter Ort des Untersuchungsgebiets ist Neuwied mit 26 359 Einwohnern am 6. 6. 1961); dies bedeutet natürlich insofern eine Einschränkung der Untersuchung, als ihre Ergebnisse nicht ohne weiteres für die höheren Zentralitätsstufen verallgemeinert werden können. Diese Einschränkung erschien uns aber für einen ersten Ansatz notwendig, in dem zunächst generell geklärt werden soll, wie sich ein zentralörtliches System 'von unten her' aufbaut. Das erfordert jedoch eine vollständige Erfassung der zentralörtlichen Erscheinungen im Untersuchungsgebiet und somit eine Begrenzung der Variationsbreite 'nach oben'⁷.

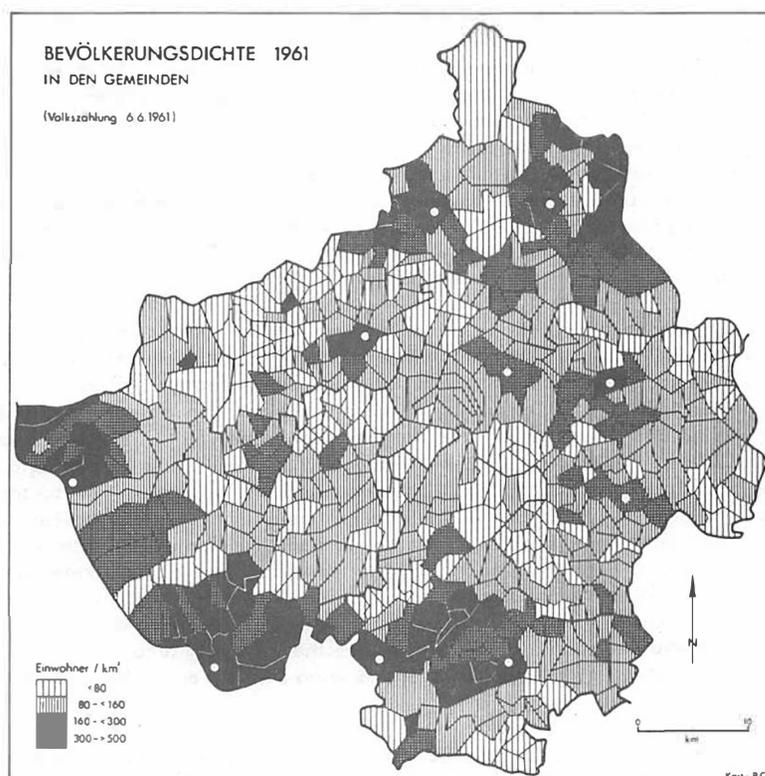


Abb. 5.2: Untersuchungsgebiet 'Westerwald' – Bevölkerungsdichte 1961

5.2 DATENGRUNDLAGE UND VARIABLEN DER ANALYSE

Mit der Überlassung eines Lochkartendoppels der Kartenart 1 der nichtlandwirtschaftlichen Arbeitsstättenzählung vom 6. 6. 1961 für alle Arbeitsstätten des Untersuchungsgebiets durch das Statistische Landesamt Rheinland-Pfalz⁸ war die für unsere Analyse entscheidende Datengrundlage gegeben. Sie enthält sämtliche wirtschaftlichen Aktivitäten außerhalb der Landwirtschaft nach ihrem wirtschaftlichen Schwerpunkt und der Gemeindezugehörigkeit ihrer kleinsten statistischen Erhebungseinheiten, der (örtlichen) Arbeitsstätten⁹. Es war somit also möglich, vom niedrigsten statistisch überhaupt erfaßten Aggregationsniveau ausgehend durch Auswahl und ggf. Zusammenfassung von Arbeitsstätten einen Datensatz der zentralörtlichen Aktivitäten zu erstellen. Ein solcher Datensatz ist insofern allerdings nicht ganz vollständig, als durch das Prinzip des wirtschaftlichen Schwerpunkts weitere wirtschaftliche Tätigkeiten nicht erfaßt werden, was zu Verzerrungen der Gesamtaussage führen kann. Diese Konsequenz ist jedoch nicht zu umgehen¹⁰.

Die in Anlehnung an LICHTENBERGER festgesetzten Bedarfskategorien¹¹ waren ein Anhaltspunkt für die systematische Bildung der Variablen 'zentrale Funktionen' als bedarfsorientierte Zusammenfassung von Versorgungseinrichtungen, deren Produktion (Handwerk), Warenangebot (Einzelhandel) bzw. Dienstleistung (Verkehr und Nachrichtenübermittlung, Kreditinstitute und Versicherungsgewerbe sowie Dienstleistungen i. e. S.) überwiegend für private Haushalte bestimmt ist¹².

Anhang 8 gibt eine genaue Übersicht über die insgesamt 79 zentralen Funktionen, die für die Zentralitätsbestimmung und die Überprüfung der Hierarchie-Hypothese zugrunde gelegt werden¹³. Der Nachweis der jeweiligen Signierkennziffern der Arbeitsstättenzählung¹⁴ erlaubt eine Beurteilung der Variablenbildung sowie die Ableitung identischer Variablen von Daten aus Arbeitsstättenzählungen, was für Vergleichsuntersuchungen bedeutsam sein kann. Möglichen Vergleichszwecken dient auch die Wiedergabe des gesamten Variablensatzes der 79 zentralen Funktionen in 483 Gemeinden des Untersuchungsgebiets (vgl. Anhang 9)¹⁵. In Verbindung mit einer möglichst vollständigen Beschreibung der Analysemethoden (in Kap. 3 und 4) und Dokumentation der Untersuchungsergebnisse (in den folgenden Abschnitten) wird mit der Wiedergabe des Variablensatzes der Notwendigkeit prinzipieller Wiederholbarkeit empirischer Untersuchungen entsprochen, auf die DAVIES verweist: "Only if this standard is accepted will adequate cross comparisons be possible and research will become a cumulative process of discovery, not a set of independent findings"¹⁶.

Aus den Daten der Arbeitsstättenzählung wurden auch Variablen zur allgemeinen Beschreibung der zentralörtlichen Versorgungsstruktur der Untersuchungsgemeinden abgeleitet (vgl. Anhang 6), die Angaben über die Anzahl der Einrichtungen (Arbeitsstätten) und der Beschäftigten in verschiedenen Bedarfskategorien (vgl. oben) sowie zur Arbeitsstätten- und Beschäftigtenstruktur enthalten und faktorenanalytisch auf allgemeine Interdependenzen mit ausgewählten Daten zur Bevölkerungs- und Haushaltsstruktur, Erwerbs-, Wirtschafts- und Siedlungsstruktur der Gemeinden untersucht werden. Anhang 5 gibt eine Übersicht über die Variablen zweier Faktorenanalysen sowie einen Nachweis der Datenquellen¹⁷.

5.3 STRUKTURANALYSE DES UNTERSUCHUNGSGEBIETS

Die genannten Faktorenanalysen unterscheiden sich lediglich durch die unterschiedliche Definition ihrer Ausgangsvariablen: während im einen Fall ausschließlich Absolutangaben für die Gemeinden zugrunde liegen (Faktorenanalyse AB100L), werden im anderen Fall dieselben Angaben durch die jeweilige Einwohnerzahl dividiert, so daß sich Pro-Kopf-Daten ergeben (Faktorenanalyse REL99A). Bezogen auf die Variablen zur zentralörtlichen Versorgungsstruktur wird man im ersten Fall einen Faktor erwarten, der Zentralität als Gesamtbedeutung eines Ortes mißt, im zweiten Fall einen solchen als Maß für Bedeutungsüberschuß¹⁸. Jedoch ist die Gesamtanlage der beiden Faktorenanalysen zu unspezifisch, als daß sie einer gezielten Zentralitätsbestimmung der untersuchten Orte dienen könnten; sie sollen vielmehr den strukturellen Hintergrund für die nachfolgende Zentralitätsuntersuchung aufzeigen und Hinweise für die Erklärung regionaler Unterschiede der Zentralitätsverteilung geben, so weit diese auf die räumliche Differenzierung von Wirtschaft und Bevölkerung des Untersuchungsgebiets zurückzuführen sind.

5.3.1 Faktorenanalyse mit Absolutvariablen

Betrachten wir zunächst die Resultate der Faktorenanalyse auf Grund der Absolutvariablen (Faktorenanalyse AB100L; vgl. Anhang 5). Wegen extremer Schiefe der 100 Ausgangsvariablen ist deren logarithmische Transformation erforderlich; dadurch wird erreicht, daß der ganz überwiegende Anteil der paarweisen Regressionsbeziehungen der Variablen nicht signifikant von der linearen Form abweicht, so daß der Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient die Abhängigkeiten zwischen den Variablen angemessen beschreibt. Die Anzahl der praktisch bedeutsamen Faktoren wird nach dem sogenannten Scree-Test¹⁹ mit sieben ermittelt. Die schiefwinklige Faktorenrotation zur Einfachstruktur²⁰ führt für alle sieben Faktoren zu Positionen der Koordinatenachsen, deren Einfachstruktur nach dem BARGMANN-Test²¹ auf dem 1 %-Niveau signifikant ist. Die Faktoren können interpretiert werden. Tab. 5.1 gibt eine Übersicht über die Varianzanteile der Faktoren sowie eine Kurzcharakteristik ihres Inhalts (vgl. hierzu Anhang 10, wo die einen Faktor jeweils hoch ladenden Variablen in absteigender Reihenfolge aufgeführt sind).

Faktor 1 repräsentiert eindeutig die Zentralität der Untersuchungsgemeinden; er wird fast ausschließlich von Variablen zur zentralörtlichen Versorgungsstruktur (in Tab. Anhang 10 mit Z gekennzeichnet) hoch geladen. An der Spitze stehen die Bedarfsgruppen Bekleidung und persönlicher Bedarf, Haushaltsführung und Wohnungsausstattung sowie Körper- und Gesundheitspflege; bezeichnenderweise trägt die Anzahl der Beschäftigten stets stärker zu dem Faktor bei als die der Einrichtungen. Unter den hoch ladenden Variablen befindet sich auch die Gesamtgruppe des Nicht-Lebensmittel-Einzelhandels, während die Bedarfsgruppe Ernährung sozusagen das untere Ende der Zentralitätsskala markiert. Nach den Faktorenwerten auf diesem Faktor ergibt sich eine Rangordnung der Orte (vgl. Tab. 5.2), die am ehesten einer solchen der Vergleichsvariablen (verschiedene Arten zentraler Funktionen) (Spalte rechts außen) als Maß für die funktionale Komplexität entspricht. Die kartographische Darstellung der Faktorenwerte für die Gemeinden (vgl. Anhang 11) zeigt im mittleren Kartenteil (Westerwald) eine relativ gleichmäßige Verteilung, im Südwesten und Süden sowie im Norden jedoch

eine räumliche Häufung von Orten hoher Faktorenwerte. Das sind jene Gebiete, die wir oben als Industriell-gewerblich gekennzeichnet hatten.

Es fällt in der Liste der Faktorladungen von Faktor 1 (vgl. wieder Anhang 10) auf, daß die Bedarfsgruppe **Bewirtung und Beherbergung** konträr zu den übrigen zentralörtlichen Einrichtungen

Tab. 5.1: Faktorenanalyse AB100L
Inhalt und Varianzanteile der Faktoren

Faktor	Inhalt	Spaltenquadratsumme (SQS)		
		orthogonal rotiert	schiefwinklig rotiert absolut	rotiert in %
1	Zentrale Einrichtungen des Einzelhandels	31,73	1,54	8,9
2	Kleinbetriebliche Landwirtschaft (überwiegend im Nebenerwerb)	9,60	4,70	27,1
3	Wohnbevölkerung, überwiegend im produzi. Gewerbe tätig (Auspendler)	35,80	3,13	18,1
4	Vollerwerbslandwirtschaft	3,60	3,06	17,5
5	Industrie	3,87	1,65	9,5
6	Dienstleistungen (Gastronomie, Verkehr)	2,22	2,15	12,4
7	Konfession der Wohnbevölkerung (positive Ladung: evang., negative Ladung: kath.)	1,39	1,11	6,4
Summe		88,23*	17,34**	100

* Spur der Matrix (Kommunalitäten über 100 Variablen) = 93,44; mithin "erklären" 7 Faktoren 94,5 % der gemeinsamen Varianz.

** Die gegenüber der SQS orthogonal (88,23) wesentlich niedrigere SQS schiefwinklig (17,34) bedeutet, daß die übrigen Varianzanteile (Differenz aus den beiden SQS) in den Interkorrelationen der Faktoren enthalten sind.

steht. Sie konstituiert einen eigenen Faktor (Faktor 6), der weiterhin von Dienstleistungen allgemein sowie der Bedarfsgruppe **Verkehrszwecke und Nachrichtenübermittlung** hoch geladen wird. In dieser Konstellation wird man ihn nicht als Faktor des Fremdenverkehrs interpretieren können; die extrem hohen Faktorladungen²² deuten eher daraufhin, daß dieser Faktor durch extreme Rotation gegen Faktor 1 von diesem 'abgetrennt' wurde, um für beide Achsen eine signifikante Einfachstruktur zu erreichen. Die Karte der Faktorenwerte für Faktor 6 (vgl. Anhang 11) weist in ihrem Grundmuster denn auch eine starke Ähnlichkeit mit dem des Faktors 1 auf; Faktor 6 ist sozusagen die Dienstleistungskomponente der Zentralität.

Faktor 3 (vgl. Anhang 10) ist eine allgemeine Größendimension für die untersuchten Gemeinden. Die um die Variable **Wohnbevölkerung** (Faktorladung 0,903) gruppierten Variablen zeigen durch ihre relative Stellung in der Skala an, welche Bevölkerungs- und Erwerbsgruppen, welche Eigenschaften des Gebäude- und Wohnungsbestands usw. mit zunehmender Gemeindegröße relativ stärker oder schwächer repräsentiert sind. Die hohen Ladungen der ersten drei Variablen deuten daraufhin, daß dieser Faktor vor allem auch die flächenhaft großen Gemeinden mit disperser Siedlungsstruktur erfaßt. Eine Karte der Faktorenwerte findet sich in Anhang 11.

Die Faktoren 2 und 4 kennzeichnen die strukturelle Situation der **Landwirtschaft** im Untersuchungsgebiet - kleinbetriebliche Landwirtschaft zumeist im Nebenerwerb einerseits, Vollerwerbslandwirtschaft

Tab. 5.2: Faktorenanalyse AB100L -
 Faktor 1 "Zentrale Einrichtungen des Einzelhandels"
 (Rangordnung der Orte nach den Faktorenwerten (≥ 1.000))

lfd. Nr.	Faktoren- werte Faktor 1	G e m e i n d e		Einwohner (1961)	Zentrale Funktionen (1961)	
		lfd. Nr.	Name		Ein- richtgn.	versch. Arten
1	5.320	140	Neuwied	26 359	927	77
2	3.802	443	Montabaur	6 220	255	63
3	3.780	4	Altenkirchen	4 482	249	62
4	3.770	29	Betzdorf	10 114	339	70
5	3.752	138	Wissen	7 195	261	61
6	3.661	139	Linz am Rhein	6 352	275	66
7	3.563	426	Höhr-Grenzhausen	8 402	311	61
8	3.272	282	Hachenburg	2 925	195	64
9	3.248	163	Engers	5 258	195	58
10	3.018	149	Bad Hönningen	5 594	219	58
11	2.968	103	Kirchen-Wehbach Sieg	7 221	202	52
12	2.960	165	Heimbach-Weis	6 767	202	50
13	2.930	478	Wirges	4 541	148	51
14	2.881	384	Westerburg	2 796	152	53
15	2.754	2	Herdorf	7 425	188	53
16	2.708	192	Niederbieber-Segendorf	5 812	147	45
17	2.664	154	Dierdorf	1 746	108	55
18	2.573	104	Mudersbach	6 046	159	53
19	2.527	320	Marienberg Ww.	2 282	131	49
20	2.487	464	Selters Ww.	1 881	105	50
21	2.405	91	Hamm	2 010	92	45
22	2.394	459	Ransbach Ww.	2 929	121	47
23	2.344	235	Rengsdorf	2 190	117	47
24	2.179	152	Rheinbrohl	3 947	110	45
25	2.178	193	Oberbieber	3 239	109	45
26	2.117	35	Daaden	3 097	100	44
27	2.091	242	Unkel	2 869	120	42
28	2.012	354	Rennerod	1 946	84	41
29	2.011	182	Neustadt Wied	1 606	75	36
30	1.990	190	Irlich	3 566	98	37
31	1.969	141	Asbach	918	76	37
32	1.910	105	Niederfischbach	2 640	83	36
33	1.892	151	Leutesdorf	2 396	75	35
34	1.784	50	Flammersfeld	803	57	30
35	1.758	467	Siershahn	2 395	79	38
36	1.743	404	Dernbach Ww.	2 543	82	33
37	1.721	127	Weyerbusch	744	55	35
38	1.682	214	Puderbach	1 013	53	31
39	1.647	196	Wollendorf	2 378	50	29
40	1.624	178	Waldbreitbach	1 857	70	33
41	1.580	241	Rheinsbreitbach	2 276	67	33
42	1.561	52	Horhausen Ww.	941	58	33
43	1.549	425	Hillscheid	1 927	63	34
44	1.468	445	Nauort	1 307	41	25
45	1.423	397	Baumbach	1 765	56	30
46	1.398	323	Meudt	847	46	24
47	1.370	75	Gebhardshaln	1 330	54	32
48	1.364	378	Wallmerod	676	47	31
49	1.364	423	Herschbach Uww.	1 657	56	29
50	1.325	164	Gladbach	2 279	52	25
51	1.279	298	Hof	967	37	26
52	1.265	276	Gemünden	995	30	20
53	1.261	239	Erpel	1 674	71	29
54	1.250	431	Hundsangen	1 327	44	24
55	1.225	395	Arzbach	1 549	48	26
56	1.145	157	Großmaischeld	1 308	46	29

Tab. 5.3: Faktorenanalyse AB100L -
Korrelationen zwischen den Primärfaktoren und der Einfluß
der Einwohnerzahl

1. Matrix C_f : Korrelationen zwischen den Primärfaktoren

Faktor	1	2	3	4	5	6	7
1	1.0000						
2	0.2299	1.0000					
3	0.8391	0.4872	1.0000				
4	0.5989	0.0354	0.4628	1.0000			
5	0.3735	0.0881	0.5260	0.0203	1.0000		
6	0.9063	0.3280	0.9183	0.5533	0.4730	1.0000	
7	-0.4764	-0.4548	-0.6849	0.0180	-0.3322	-0.5683	1.0000

2. Korrelationen zwischen den Faktorenwerten ($\approx C_f$)
(n = 483)

Faktor	1	2	3	4	5	6	7
1	1.000						
2	0.231	1.000					
3	0.840	0.490	1.000				
4	0.605	0.042*	0.466	1.000			
5	0.380	0.089*	0.531	0.022*	1.000		
6	0.908	0.330	0.919	0.558	0.480	1.000	
7	-0.489	-0.470	-0.700	0.017*	-0.348	-0.581	1.000

* nicht signifikant auf dem 95 %-Niveau

3. Partielle Korrelationen zwischen den Faktorenwerten unter Konstanthalten der Einwohnerzahl:
 $r_{ij,k}$, wobei $i, j = \text{Faktoren}$ und $k = \log \text{Einwohnerzahl}$ (n = 483)

Faktor j	1	2	3	4	5	6	7
1	1.000						
2	-0.405	1.000					
3	-0.053*	0.052*	1.000				
4	0.398	-0.272	-0.271	1.000			
5	-0.159	-0.232	0.031*	-0.316	1.000		
6	0.610	-0.382	0.010*	0.303	0.038*	1.000	
7	0.282	-0.181	0.035*	0.564	0.051*	0.251	1.000
r_{jk}	0.846	0.494	0.995	0.489	0.526	0.923	-0.691

* nicht signifikant auf dem 95 %-Niveau

4. Vergleich der Korrelationen r_{ij} mit den partiellen Korrelationen $r_{ij,k}$: Einfluß der Testvariablen
"Einwohnerzahl" auf die Zusammenhänge zwischen den Faktoren

Faktor	1	2	3	4	5	6	7	Erläuterungen:
1	.							+ Bestätigung der Korrelation
2	\pm	.						r_{ij} , jedoch $Q_{ij,k} < Q_{ij}$
3	(+)	(+)	.					(+) Scheinkorrelation r_{ij}
4	+	(0)	\pm	.				(0) Scheinbare Non-Korrelation r_{ij}
5	\pm	(0)	(+)	(0)	.			\pm Umkehrung der Korrelationsrichtung
6	+	\pm	(+)	+	(+)	.		
7	\pm	+	(+)	(0)	(+)	\pm	.	

Signifikanzniveaus der Tests: 95 %

zum Teil problematischer Existenz andererseits. Die Karten der Faktorenwerte (vgl. Anhang 11) zeigen eine deutliche Regionenbildung dieser Strukturmerkmale.

Die Bedeutung der Gemeinden als Standorte der Industrie kommt im Faktor 5 zum Ausdruck. Die Faktorladungen sind jedoch deutlich niedriger als auf den übrigen Faktoren (vgl. Anhang 10); mithin ist dieses Strukturmerkmal nicht sehr prägnant, da es mit zahlreichen anderen Variablen korreliert. Außer den bekannten räumlichen Schwerpunkten der Industrie treten noch einzelne kleinere Gebiete zumeist entlang der Hauptverkehrsachsen hervor (vgl. Karte der Faktorenwerte in Anhang 11). – Faktor 7 als Ausdruck der konfessionellen Gliederung des Untersuchungsgebiets hat für sich genommen keine Bedeutung, sondern hat den Charakter einer Leitvariablen für die übrigen Faktoren.

Betrachten wir nun die Beziehungen zwischen den Faktoren, also ihre Korrelationen untereinander (vgl. Tab. 5.3)²³. Bei den Faktoren 1 und 6 hatten wir schon die Vermutung geäußert, daß es sich um zwei im Faktorenraum benachbarte Dimensionen handeln muß. Dem entspricht nun die extrem hohe Korrelation von 0,91 (Tab. 5.3-1.). Zugleich korrelieren beide Faktoren ähnlich hoch mit Faktor 3, der allgemeinen Größendimension, so daß angenommen werden muß, daß die hohe Korrelation zwischen den beiden Zentralitätsfaktoren 1 und 6 im wesentlichen auf dem Effekt allgemeiner Größenvariation der Untersuchungsgemeinden beruht. Wir führen daher die Einwohnerzahl der Gemeinden (genauer: log Einwohnerzahl, da die Variablen dieser Faktorenanalyse logarithmisch transformiert wurden) als Testvariable ein und prüfen, welche Korrelationsbeziehungen zwischen den Faktoren resultieren, wenn der Einfluß der Einwohnerzahl rechnerisch eliminiert wird. Die so ermittelten partiellen Korrelationen (vgl. Tab. 5.3-3.) und ihr Vergleich mit den ursprünglichen Faktorkorrelationen (Tab. 5.3-4.) machen deutlich, wie die Zusammenhänge zwischen den Faktoren und somit natürlich auch der Inhalt der Faktoren von der Gemeindegröße überlagert werden²⁴. Die Korrelation zwischen den beiden Zentralitätsfaktoren 1 und 6 wird durch Ausschaltung des Größeneffekts bestätigt, jedoch mit 0,61 signifikant niedriger als zuvor. Weitere Einzelheiten der Zusammenhänge zwischen den Faktoren können hier nicht verfolgt werden; es sei nur hingewiesen auf die Beziehungen der Zentralitätsfaktoren zu den Faktoren der Landwirtschaft und Industrie, aber auch zur konfessionellen Gliederung (Faktor 7), die in wesentlichen Zügen den ländlich-industriellen Gegensatz im Untersuchungsgebiet nachzeichnet.

5.3.2 Faktorenanalyse mit Relativvariablen

Die Beobachtung zum Teil beträchtlicher Abhängigkeit der Faktoren von der Gemeindegröße (Einwohnerzahl) legt es nahe, diesen Einfluß schon vor der Faktorenanalyse auszuschalten, indem alle Variablen durch die Einwohnerzahl dividiert werden. Auf diese Weise entsteht der Variablensatz mit Pro-Kopf-Daten für die Vergleichsanalyse REL99A (vgl. Anhang 5). KILCHENMANN betont auf Grund vergleichender Strukturuntersuchungen, daß sich mit Pro-Kopf-Daten eine viel weitergehende Differenzierung der Gemeindestruktur erreichen lasse als mit absoluten Daten²⁵. Dies zeichnet sich bereits im Eigenwertverlauf der Faktoren ab, anhand dessen die Anzahl der bedeutsamen Faktoren bestimmt wird. Nach dem Scree-Test sind neun, ggf. auch nur sechs Faktoren beizubehalten, während nach dem Eigenwert-Kriterium 19 Faktoren rotiert werden müßten. Vergleichsuntersuchungen haben ergeben, daß mindestens acht Faktoren erforderlich sind, um für alle die Bedingung signifikanter Einfachstruktur (auf dem 1 %-Niveau) zu erfüllen. Tab. 5.4 gibt eine Übersicht über Inhalt und Varianzanteile der Faktoren (vgl. hierzu Anhang 12, wo die einen Faktor jeweils hoch ladenden Variablen aufgeführt sind). Die Korrelationen zwischen den schiefwinkligen Primärfaktoren sind durchweg mäßig, was die Faktoreninterpretation insgesamt erleichtert (vgl. Tab. 5.5).

Faktor 1, Einzelhandels-Zentralität, stimmt weitestgehend mit Faktor 1 der vorangegangenen Analyse überein (vgl. Anhang 12 in Verbindung mit Anhang 10). Dasselbe gilt für die Faktoren 6, Dienstleistungen, und Faktoren 5, Industrie bzw. Wirtschaftskraft, sowie – jedoch abgeschwächt – für die Faktoren 2 und 4 dieser Analyse im Vergleich zu Faktor 3 aus den Absolutdaten. Freilich muß man beim Vergleich stets berücksichtigen, daß die Variablen der ersten Analyse mit ihrem absoluten Gewicht in die Faktoren eingehen, während sie im zweiten Fall die relative Bedeutung von Strukturmerkmalen, bezogen auf die Ortsbevölkerung, messen. Dieser Unterschied wird am Zentralitätsfaktor besonders deutlich, wenn man – wie zuvor bei der Analyse mit Absolutdaten (vgl. Tab. 5.2) – eine Rangordnung der Orte mit hohen Faktorenwerten erstellt (Tab. 5.6). Die zum Teil beträchtlichen Rangordnungsunterschiede sind Ausdruck unterschiedlicher Zentralitätskonzeptionen, wonach Zentralität entweder die absolute Bedeutung aller in einem Ort vorhandenen zentralen Einrichtungen (Faktor 1 in der Analyse AB100L, Tab. 5.2) oder der Bedeutungsüberschuß eines Ortes, gemessen am Bedarf der Ortsbevölkerung, ist (Faktor 1 in der Analyse REL99A, Tab. 5.6). Hiermit knüpfen wir an die Diskussion in Kap. 4, Abschnitt 4.2, an, wo wir uns u. a. mit KÖCKs systematischem Vergleich von Methoden zur Zentralitätsbestimmung auseinandersetzen.

Tab. 5.4: Faktorenanalyse REL99A -
Inhalt und Varianzanteile der Faktoren

Faktor	Inhalt	Spaltenquadratsumme (SQS)		
		orthogonal rotiert	schiefwinklig absolut	rotiert in %
1	Einzelhandelszentralität	12,16	4,45	10,1
2	Überwiegender Lebensunterhalt aus Landwirtschaft (positive) und produz. Gewerbe (nega- tive Faktorladungen)	14,50	9,63	21,9
3	Überwiegender Lebensunterhalt aus Erwerbstätigkeit (positive) und Rente/Vermögen (negative Faktorladungen)	4,20	3,89	8,8
4	Wohndichte und Haushaltsgröße	5,56	4,91	11,2
5	Wirtschaftskraft	8,69	5,24	11,9
6	Dienstleistungsgewerbe (Gastronomie, Verkehr)	7,24	7,67	17,4
7	Handwerk	7,80	4,56	10,4
8	Struktur der Landwirtschaft	3,71	3,68	8,4
Summe (SQS)		63,87*	44,03**	100

* Spur der Matrix (Kommunalitäten über 99 Variablen) = 95,23; mithin
"erklären" 8 Faktoren 67,1 % der gemeinsamen Varianz.

** Die gegenüber der SQS orthogonal (63,87) niedrigere SQS schiefwinklig
(44,03) bedeutet, daß die übrigen Varianzanteile (Differenz aus den bei-
den SQS) in den Interkorrelationen der Faktoren enthalten sind.

Tab. 5.5: Faktorenanalyse REL99A -
Korrelationen zwischen den Primärfaktoren (Cf)

Faktor	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.0000							
2	-0.1574	1.0000						
3	-0.3796	0.2505	1.0000					
4	0.3092	-0.4220	-0.1574	1.0000				
5	0.2960	-0.3493	0.0264	0.3451	1.0000			
6	0.5272	-0.0248	-0.1851	0.1972	0.1187	1.0000		
7	0.2083	-0.2727	-0.1778	0.4052	0.3628	0.0749	1.0000	
8	-0.6049	0.2979	0.2759	-0.5678	-0.3847	-0.2900	-0.1936	1.0000

Tab. 5.6: Faktorenanalyse REL99A -
Faktor 1 "Einzelhandels-Zentralität"

(Rangordnung der Orte nach den Faktorenwerten ($\geq 1,000$))

lfd. Nr.	Faktoren- werte Faktor 1	Gemeinde		Einwohner (1961)	Zentrale Funktionen (1961)		
		lfd. Nr.	Name		Ein- richtgn.	je 1000 Einw.	versch. Arten
1	6.558	4	Altenkirchen	4 482	249	56	62
2	5.910	282	Hachenburg	2 925	195	67	64
3	5.132	443	Montabaur	6 220	255	41	63
4	4.966	140	Neuwied	26 359	927	35	77
5	4.546	141	Asbach	918	76	83	37
6	4.258	384	Westerburg	2 796	152	54	53
7	3.780	139	Linz am Rhein	6 352	275	43	66
8	3.516	29	Betzdorf	10 114	339	34	70
9	3.322	127	Weyerbusch	744	55	74	35
10	3.212	320	Marienberg Ww.	2 283	131	57	49
11	3.035	50	Flammersfeld	803	57	71	30
12	3.032	154	Dierdorf	1 746	108	62	55
13	2.914	138	Wissen	7 195	262	36	61
14	2.850	464	Selters Ww.	1 881	105	56	50
15	2.708	378	Wallmerod	676	47	70	31
16	2.490	91	Hamm	2 010	92	46	45
17	2.389	235	Rengsdorf	2 190	117	53	47
18	2.360	178	Waldbreltbach	1 857	70	38	33
19	2.346	163	Engers	5 258	195	37	58
20	2.188	214	Puderbach	1 013	53	52	31
21	1.944	467	Siershahn	2 395	79	33	38
22	1.920	371	Stockum	315	14	44	11
23	1.812	426	Höhr-Grenzhausen	8 402	311	37	61
24	1.748	52	Horhausen Ww.	941	58	62	33
25	1.681	242	Unkel	2 869	120	42	42
26	1.662	459	Ransbach Ww.	2 929	121	41	47
27	1.628	354	Rennerod	1 946	84	43	41
28	1.591	404	Dernbach Ww.	2 543	82	32	33
29	1.585	182	Neustadt Wled	1 606	75	47	36
30	1.519	103	Kirchen-Wehbach Sieg	7 221	202	28	52
31	1.495	222	Weroth	200	6	30	5
32	1.429	75	Gebhardshain	1 330	54	41	32
33	1.357	271	Erbach Ww.	560	34	61	24
34	1.334	149	Bad Hönningen	5 594	219	39	58
35	1.327	66	Schüardt	121	4	33	4
36	1.249	478	Wirges	4 541	148	33	51
37	1.163	174	Bremscheld	1 789	38	22	21
38	1.156	310	Langenbach/Marienbg.	671	26	39	18
39	1.112	151	Leutesdorf	2 396	75	31	35
40	1.064	55	Nelterschen	151	5	33	5
41	1.023	447	Neuhäusel	1 014	42	41	24

Interessanterweise wird in der Analyse der Relativdaten durch Zusammenfassung der Handwerksleistungen noch eine weitere Strukturkomponente der Zentralität isoliert (Faktor 7). Faktor 8 schließlich spitzt die Aussage der Faktoren 2 und 4 aus den Absolutdaten zum Gegensatz zwischen kleinbetrieblicher und mittel- bis großbetrieblicher Landwirtschaft in ihrer Bedeutung für die Gemeinden zu, womit ziemlich genau der Gegensatz zwischen den agrarisch geprägten Westerwald-Hochflächen, die durch Faktor 2 noch weiter differenziert werden, und den industrialisierten Randbereichen erfaßt wird (vgl. hierzu und zu den übrigen Faktoren die Karten im Anhang 13).

Zwar erlaubt die Analyse von Relativdaten tatsächlich eine differenziertere Strukturierung der Untersuchungsgemeinden, doch kann nicht gesagt werden, sie sei in ihrem Informationsgehalt der Analyse von Absolutdaten überlegen. Die beiden Faktorenanalysen liefern unterschiedliche Informationen über das Untersuchungsgebiet, und wir werden später auf beide Analysen wieder zurückgreifen.

ANMERKUNGEN

- 1 ab 1. 1. 1977 Bestandteil der Planungsregion Mittelrhein-Westerwald mit Sitz in Koblenz.
- 2 Regionaler Raumordnungsplan Westerwald, 3. Abschnitt, Planungsziele: Hrsg. v. d. Planungsgemeinschaft Westerwald, Altenkirchen o. J. (1974).
- 3 Landesentwicklungsprogramm Rheinland-Pfalz, I und II. Hrsg. v. d. Staatskanzlei Rheinland-Pfalz, Mainz 1968.
- 4 Die Vergleichbarkeit wird zusätzlich eingeschränkt durch umfangreiche Gemeindezusammenschlüsse seit 1969. Vgl. F. HOFFMANN: Anlage, Stand und Ziel der kommunalen Gebietsreform in Rheinland-Pfalz, In: Ber. z. dt. Landesk. 47(1973), 1, S. 71-94.
- 5 Zur Situation von Landwirtschaft, Industrie und Dienstleistungen im Untersuchungsgebiet und deren Einbindung in einen größeren räumlichen Zusammenhang vgl. DIE MITTEL RheINLANDE, Festschr. zum 36. Dt. Geographentag 1967 in Bad Godesberg, Wiesbaden 1967, darin: W. KULS: Wandlungen in der Landwirtschaft und Agrarlandschaft des mittelrheinischen Raumes, S. 63-74; K. HOTTES: Industriestandorte und Industrieräumliche Einheiten im Mittelrheingebiet, S. 75-91; J. DODT: Fremdenverkehrslandschaften und Fremdenverkehrsorte im Rheinischen Schiefergebirge, S. 92-119; G. KLUCZKA: Zentralörtliche Bereichsgliederung und wirtschaftsräumliche Einheiten im mittelrheinischen Raum, S. 142-149. Einen landeskundlichen Abriss des Untersuchungsgebietes geben zwei Beiträge aus dem gleichen Band; W. SPERLING: Der Westerwald, S. 227-242; E. BÜCHEL: Das Kannenbäckerland, Industriegebiet im ländlichen Raum, S. 255-272.
- 6 wie es z. B. MARSHALL für seinen methodischen Ansatz fordert; vgl. J. U. MARSHALL: The location of service towns. Toronto 1969 (Univ. of Toronto Dept. of Geogr. Research Publ. 3).
- 7 Die Möglichkeit einer 'Vorauswahl' der zu untersuchenden Orte (Gemeinden) kam für unsere Zwecke also nicht in Betracht.
- 8 Dem Statistischen Landesamt Rheinland-Pfalz, seinerzeit (1968) vertreten durch Herrn Dr. Speth, sei an dieser Stelle herzlich gedankt für die Überlassung des Datensatzes von rd. 20 000 Lochkarten. Mein Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. H. Hahn, Institut für Wirtschaftsgeographie der Universität Bonn, für seine freundliche Vermittlung und Hilfestellung bei der Datenbeschaffung.
- 9 vgl. Anhang 7.
- 10 Eigene Versuche, weitere wirtschaftliche Tätigkeiten der Arbeitsstätten durch Auswertung der Erhebungsbögen zur Arbeitsstättenzählung 'nachzutragen', mußten wegen des immensen manuellen Aufwandes abgebrochen werden.
- 11 LICHTENBERGER bildete - abweichend von bisher üblichen Geschäftsklassifikationen (etwa nach Häufigkeit der Bedarfsdeckung oder Spezialisierungsgrad des Angebots) - "Konsumbereiche des menschlichen Lebens" zur Gruppenbildung von Geschäften nach der amtlichen Statistik als Basis einer Standortanalyse; vgl. E. LICHTENBERGER: Die Geschäftsstraßen Wiens, in: Mitt. Österr. Geogr. Ges. 105(1963), S. 417-427; vgl. hierzu auch H. TOEPFER: Die Bonner Geschäftsstraßen, Bonn 1968 (Arbeiten z. Rhein. Landesk. H. 26).
- 12 Nicht erfaßt wurden öffentliche Einrichtungen, da ihre Standortwahl nicht im Rahmen des bisher diskutierten Anbieterverhaltens beschrieben werden kann. Hier bedürfte es einer sicher wünschenswerten Ausweitung der Theorie, um die Interdependenz öffentlicher und privatwirtschaftlicher Standortentscheidungen sichtbar zu machen.
- 13 Ursprünglich waren es 90 zentrale Funktionen, von denen jedoch 11 wegen zu geringen Vorkommens im Untersuchungsgebiet gestrichen oder mit anderen ähnlichen Funktionen zusammengefaßt werden mußten.
- 14 vgl. SYSTEMATIK DER WIRTSCHAFTSZWEIGE für die Arbeitsstättenzählung 1961, (Hrsg.) Statistisches Bundesamt Wiesbaden, o. J. (1961).
- 15 Wiedergabe der Variablen jedoch nur nach Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein der zentralen Funktionen in den Gemeinden (Alternativdaten für die Hauptanalyse).
- 16 W. K. D. DAVIES: The need for replication in human geography, some central place examples, in: Tijdschr. v. Econ. en Soc. Geogr. 59(1968), S. 146.
- 17 Hauptsächlichste Quelle ist die STATISTIK VON RHEINLAND-PFALZ, Bd. 109, 110, 111, Gemeinde-statistik von Rheinland-Pfalz 1960/61, hrsg. vom Statistischen Landesamt Rheinland-Pfalz, Bad Ems 1963.
- 18 vgl. hierzu unsere Auseinandersetzung mit dem Zentralitätsbegriff im Abschn. 4.2.

- 19 vgl. H. GAENSSLEN, W. SCHUBÖ: Einfache und komplexe statistische Analyse, München u. Basel 1973, S. 226. - Die Logarithmen der Eigenwerte werden über den Ordnungsnummern der Faktoren abgeleitet; an die Punkte höherer Ordnungsnummern kann eine Gerade angepaßt werden; die Zahl der bedeutsamen Faktoren entspricht der Ordnungsnummer, über der - von rechts kommend - der erste Punkt deutlich über dieser Geraden liegt.
- 20 vgl. hierzu Abschn. 4.3.2 dieser Arbeit. Es wurde visuell-iterativ in jeweils einer Ebene mit Hilfe des Rechenprogramms ROTOPLOT rotiert; vgl. K. ÜBERLA: Faktorenanalyse, Berlin usw. 1968, S. 188-204 und 346-354.
- 21 vgl. Abschn. 4.3.2.
- 22 Bei schiefwinkligen Faktorenmustern können grundsätzlich Werte größer 1 vorkommen, da die Variablenpunkte im Faktorenraum parallel zu den jeweils anderen Faktoren projiziert werden. Der Wert 1 wird in der Regel aber nicht wesentlich überschritten.
- 23 Die Korrelationskoeffizienten entsprechen dem Kosinus der Winkel, die von jeweils zwei Faktorenachsen im Faktorenraum eingeschlossen werden.
- 24 Daß sich mit einer Ausnahme alle Korrelationen mit Faktor 3 als Scheinkorrelationen erweisen, ist nicht überraschend, da Faktor 3 fast vollständig durch die Einwohnerzahl determiniert ist (Korrelation 0,995).
- 25 vgl. A. KILCHENMANN: Untersuchungen mit quantitativen Methoden über die fremdenverkehrs- und wirtschaftsgeographische Struktur der Gemeinden im Kanton Graubünden (Schweiz), Diss. Univ. Zürich, Zürich 1968.

6 GRÖSSENTYPEN ZENTRALER ORTE

6.1 HYPOTHESEN ZUR HIERARCHISCHEN ZENTRALITÄTSSTRUKTUR

Mit der nun folgenden empirischen Analyse zur Überprüfung der Hierarchie-Hypothese und zum Nachweis klassifikatorischer Typen zentraler Orte knüpfen wir an die zwei Modellbeispiele des Abschnitts 4.3.3 an sowie an die zuvor angestellten theoretischen und methodischen Überlegungen zu Gehalt und Prüfbarkeit dieser Hypothese.

Es liegt der eingangs beschriebene Variablensatz mit 79 zentralen Funktionen (Alternativdaten) für die 483 Gemeinden des Untersuchungsgebiets vor (vgl. Anhang 8 u. 9). Eine Faktorenanalyse mit schiefwinkliger Faktorenrotation zur Einfachstruktur soll über Beibehaltung oder Zurückweisung der Hierarchie-Hypothese auf Grund der empirischen Fakten entscheiden. Kann man nun schon durch einfache Datenmanipulationen einen Anhaltspunkt bekommen, welche Mutmaßlichkeit die eine oder andere Alternative des Hypothesentests besitzt, und läßt sich dadurch vielleicht auch schon die Grundstruktur der Daten in etwa erfassen? Eine Möglichkeit besteht nun darin, den Gedankengang bei Anlage und Durchrechnen der Modellbeispiele einfach umzukehren; wenn signifikante Faktoren als Ausdruck zentralörtlicher Hierarchieniveaus resultieren sollen, dann müssen die Daten eine ganz bestimmte Ordnung aufweisen. Sie müssen skalierbar nach dem GUTTMAN-Schema sein und müssen darüber hinaus eine Stufung innerhalb einer solchen Skala aufweisen.

Die Lösung des Problems kann nun aber nicht darin bestehen, nach einer solchen Ordnung im gesamten Datensatz zu suchen: erstens wäre der Zeitaufwand für das Erstellen einer GUTTMAN-Skala sehr hoch und von vielen Unsicherheiten beim Zellen- und Spaltenvertauschen bestimmt^{1*}; zweitens spricht ein methodischer Grundsatz dagegen, wonach Hypothesen nicht am genau gleichen Datensatz gewonnen werden sollten, an dem sie dann überprüft werden sollen. Wir gehen beiden Schwierigkeiten aus dem Weg, indem wir unabhängig voneinander sowohl für die Variablen (zentrale Funktionen) als auch für die Probanden (Orte) eine Stichprobenauswahl vornehmen und den so gewonnenen wesentlich reduzierten Datensatz auf seine Skaleneigenschaften überprüfen.

Um mit der Stichprobenauswahl das gesamte Feld der 79x483-Matrix einer Gesamtskalierung möglichst gleichmäßig zu erfassen, werden die Variablen wie die Probanden in eine Rangordnung gebracht, die sie bei vollständiger Skalierbarkeit einnehmen würden (vgl. Modellbeispiele): die zentralen Funktionen sind absteigend nach der Anzahl der Orte, in denen sie jeweils vorhanden sind, geordnet (das entspricht den Spaltensummen des Skalogramms); die Orte sind ebenfalls absteigend nach der Anzahl der in ihnen vorhandenen zentralen Funktionen geordnet (das entspricht den Zeilensummen des Skalogramms). Aus den so geordneten Variablen und Probanden werden nun getrennt die Stichprobenelemente in systematischer Weise ausgewählt, wobei die mit jedem Schritt um eins zunehmende Schrittweite der Schiefe der Verteilung Rechnung trägt. Es ergibt sich also als Folge der auszuwählenden Rangplätze 1, 3, 6, 10, 15, 21, ..., 78 (insg. 12) für die zentralen Funktionen und 1, 3, 6, ..., 465 (insg. 30) für die Orte. Auf diese Weise ergeben sich die Daten für unsere Stichprobe 1 (vgl. Tab. 6.1, links)², an der also nun die Mutmaßlichkeit der Hierarchie-Hypothese aufgezeigt werden kann.

* Anmerkung zu diesem Kapitel vgl. S. 127

Tab. 6.1: Hierarchie-Hypothese - Skalogrammanalyse und die Hypothese einer gestuften Rangordnung

		Stichprobe 1												
Zentrale Funkt. (a)	Orte (b)	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Σ
		1	3	10	15	6	21	28	36	45	55	66	78	
1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12	
2	3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	11	
3	10	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	10	
4	15	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	10	
5	6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	9	
6	21	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	9	
7	120	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	7	
8	36	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	6	
9	45	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	6	
10	136	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	5	
11	105	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	5	
12	28	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	5	
13	55	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	5	
14	66	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	5	
15	78	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	5	
16	91	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	4	
17	171	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	4	
18	190	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	4	
19	153	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	3	
20	231	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
21	378	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	2	
22	210	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
23	253	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
24	435	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
25	351	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	1	
26	300	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
27	325	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
28	406	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Σ		26	22	20	16	18	9	8	8	5	4	2	2	

+ vorhanden
- nicht vorhanden

(a) Rangplätze zentraler Funktionen und Orte in der Stichprobe nach Durchführung der Skalierung (CORNELL-Technik).

(b) Für die systematische Stichprobenauswahl festgelegte Rangplätze zentraler Funktionen und Orte in der Grundgesamtheit, in der die zentralen Funktionen nach der Anzahl der Orte, in denen sie vorhanden sind, die Orte nach der Anzahl der in ihnen vorhandenen zentralen Funktionen absteigend geordnet sind.

		Stichprobe 2											
Zentrale Funkt. (a)	Orte (b)	12	11	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ^{*)}	Σ
		2	4	11	7	37	46	29	22	56	67	79	
1	4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	10
2	7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	9
3	37	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	8
4	11	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	8
5	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	8
6	22	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	8
7	16	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	7
8	29	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	7
9	56	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	6
10	92	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	5
11	67	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	5
12	172	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	4
13	211	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	4
14	232	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	3
15	121	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	3
16	106	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	3
17	46	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	3
18	254	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	3
19	326	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
20	277	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	2
21	154	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	2
22	191	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	2
23	79	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	2
24	352	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	2
25	137	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
26	407	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
27	379	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
28	301	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
29	436	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
30	466	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Σ		26	19	19	16	9	9	10	8	3	2	1	

*) Zentrale Funktion auf Rangplatz 10 wurde wegen großer Fehlerzahl eliminiert.

Reproduzierbarkeits-
koeffizient (Rep):
Einfache Skalierung ———
Hypothese "Hierarchiestufen" - - - - -

	Stichprobe 1	Stichprobe 2
Rep ₁	= 0.958	= 0.936
Rep ₂	= 0.926	= 0.909

Dazu müssen nun Zeilen und Spalten gleicher Randhäufigkeiten derart vertauscht werden, daß die Einzeichnung von Trennstrichen, die das Kontinuum der Orte in solche mit der betreffenden zentralen Funktion (oberhalb) und solche ohne diese aufteilen, eine möglichst geringe Gesamtzahl von Abweichungen, 'Fehlern', ergibt (CORNELL-Technik)³. Tab. 6.1 (links) zeigt das Ergebnis der Skalierung. Der Reproduzierbarkeits-Koeffizient ist mit 0,958 genügend hoch (als Mindestmaß wird überwiegend 0,85 oder 0,90 genannt), um von einer gemeinsamen Rangordnung zentraler Funktionen und zentraler Orte sprechen zu können. Es zeichnet sich aber deutlich eine Stufung in der Skala ab. Die gestrichelte Trennlinie, die auch nach dem Kriterium minimaler Fehlerzahl eingezeichnet wurde, ist Ausdruck unserer Hierarchie-Hypothese. Auch für diese gestufte Skala ist der Reproduzierbarkeits-Koeffizient mit 0,926 immer noch recht hoch. Danach könnte man wohl damit rechnen, daß die Faktorenanalyse im gesamten Datensatz vier Hierarchie-niveaus identifiziert, wobei die ersten vier oder fünf der nach der Anzahl ihrer Vorkommen absteigend sortierten zentralen Funktionen die unterste Hierarchiestufe, die nächsten 10 bis 15 Funktionen die nächsthöhere Hierarchiestufe einnehmen usw. Die Zuordnung der Orte zu den Hierarchiestufen, wie man sie nach einer Klassifikation auf Grund von Faktorenwerten erwarten würde, ist wegen der zahlreichen Zellenvertauschungen weniger klar.

Natürlich besteht die Möglichkeit, daß eine derart kleine Stichprobe, in der jedes Element einen beträchtlichen Einfluß auf die Skalierung ausübt, die Datenstruktur gar nicht richtig wiedergibt. Es wurde daher eine zweite Stichprobe nach genau gleichen Grundsätzen angelegt und bearbeitet (Tab. 6.1 rechts); die Folge der systematisch ausgewählten zentralen Funktionen und Orte wurde gegenüber Stichprobe 1 um eins versetzt, also 2, 4, 7, 11, Es kamen ebenfalls 12 Funktionen und 30 Orte in die Auswahl. Die einfache Skalierung, aber auch die Hypothese der Hierarchiestufen, haben mit 0,936 bzw. 0,909 einen genügend hohen Reproduzierbarkeits-Koeffizient, um als bestätigt betrachtet zu werden, jedoch wurde dieses Resultat erst durch Eliminierung einer Variablen erreicht, die 'nicht skalierbar', also keine zentrale Funktion im CHRISTALLERschen Sinne, war. Die Konfiguration der Stufung ist in beiden Analysen ähnlich; Spaltenvertauschungen bei den zentralen Funktionen kommen in beiden Stichproben nur zwischen den Trennpunkten des Variablenkontinuums, also zwischen den Senkrechten der gestrichelten Trennlinie, vor, was auf diskrete Stufen innerhalb des Kontinuums verweist.

Diese einfachen Voruntersuchungen legen also die Existenz einer hierarchischen Stufung in der Datenverteilung im Sinne unserer Hierarchie-Hypothese nahe, die wir nun konkretisieren können: (1) Die zu untersuchenden 79 zentralen Funktionen verteilen sich auf vier, ggf. aber auch nur drei, Hierarchiestufen zentraler Orte (die unterste Stufe ist wenig ausgeprägt). (2) Ordnet man die zentralen Funktionen in gleicher Weise wie zur Erstellung des Skalogramms, dann werden die Funktionen mit den Rangplätzen 1 bis 3 der untersten und 6 bis 15 der nächsthöheren (oder alle bis Rangplatz 15 der untersten) Hierarchiestufe zugehören; zentrale Funktionen mit den Rangplätzen 21 bis 46 werden die nächsthöhere und solche der Rangplätze 55 und höher die oberste Hierarchiestufe definieren. Die Grenzen der Hierarchiestufen liegen irgendwo zwischen den genannten Intervallgrenzen der Rangplätze. - Für die Zuordnung der Orte zu den Hierarchiestufen können ähnliche Erwartungen nicht formuliert werden.

6.2 FAKTORENANALYSE ZENTRALER FUNKTIONEN

6.2.1 Anzahl der bedeutsamen Faktoren

Die allgemeine und durch einfache Skalogramm-Analysen für unser Untersuchungsgebiet konkretisierte Hierarchie-Hypothese soll nun mit Hilfe der Faktorenanalyse geprüft werden. Grundgedanke und methodische Anlage eines solchen Hypothesentests wurden in Abschnitt 4.3 ausführlich dargelegt. Die Matrix der Alternativdaten wird direkt der Faktorenanalyse unterzogen⁴; nach Berechnung der Eigenwerte⁵ stellt sich die Frage nach der Anzahl der bedeutsamen Faktoren, die zu extrahieren und zur Einfachstruktur zu rotieren sind. Nach den Hypothesen auf Grund der Skalogramm-Analysen haben wir, entsprechend der Anzahl der Hierarchie-niveaus, mit vier oder nur mit drei bedeutsamen Faktoren zu rechnen. Scree-Test und das Kriterium 'Eigenwert ≥ 1 ' legen hingegen sechs bzw. zehn Faktoren als bedeutsam nahe (Abb. 6.1). Am Eigenwertverlauf erkennt man aber die relative Willkür des Eigenwertkriteriums, und das Ergebnis des Scree-Tests beruht auf einer wenig markanten Abweichung der Eigenwertpunkte von der angepaßten Geraden. Unser Bestreben ist es, die Datenstruktur in möglichst einfacher Form zu erfassen, und in diesem Sinne ist eine drei- oder vierstufige Hierarchie zweifellos 'einfacher' als eine sechs- oder gar zehnstufige Skala - 'einfacher' auch im Hinblick auf die Falsifizierbarkeit einer solchen Hierarchie-Hypothese. Wir akzeptieren also hier die Hypothese, daß die Zentralitätsstruktur in drei oder vier bedeutsamen Faktoren hinreichend zu erfassen ist.

In den Modellbeispielen des Abschnitts 4.3.3 konnte die Konstellation der Faktoren bereits der unrotierten Faktorenstruktur entnommen werden. Wir betrachten daher zunächst einmal das Ergebnis der

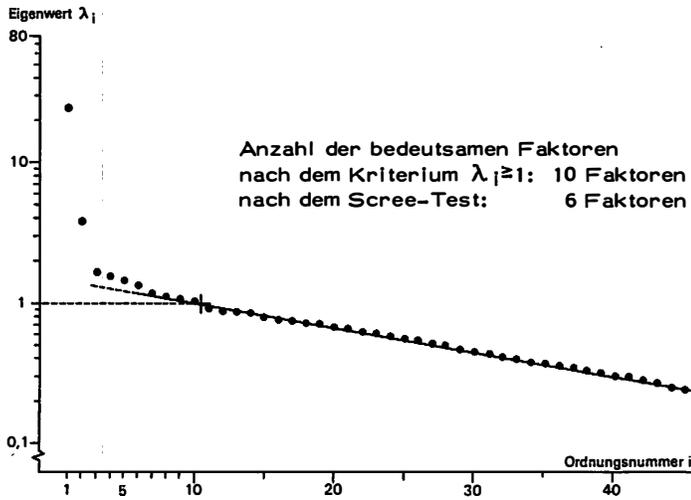
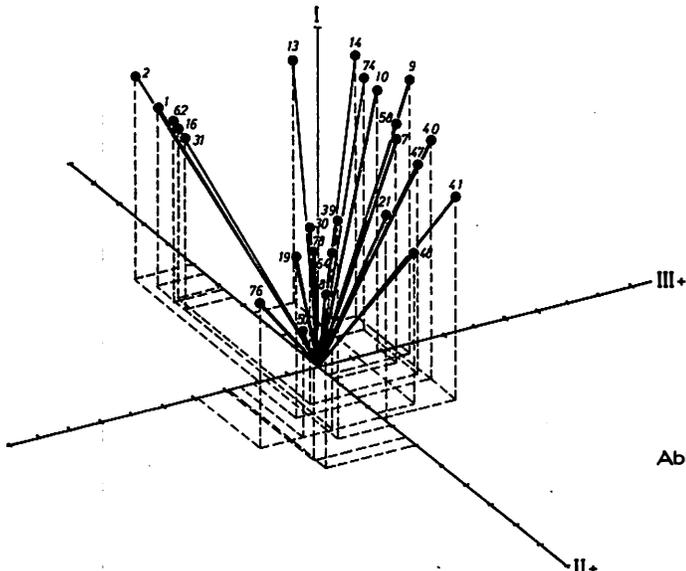


Abb. 6.1: Faktorenanalyse ALT79A - Eigenwertverlauf und Scree-Test

Hauptachsenmethode, um durch Vergleich mit der entsprechenden Matrix der Modellbeispiele und durch geometrische Darstellung von Variablenvektoren im Faktorenraum eine anschauliche Vorstellung von der zu erwartenden Faktorenkonstellation zu erhalten. Durch Umsortieren der Variablen stellen wir für die Matrix der ersten vier Hauptachsen dieselbe Ordnung her wie in den entsprechenden Matrizen der Modellbeispiele⁶; die Tabelle Anhang 14.1 zeigt das unrotierte Faktorenmuster, das gewisse Ähnlichkeiten mit dem der Modellbeispiele aufweist. Da nicht alle Variablenvektoren übersichtlich graphisch dargestellt werden können, werden diejenigen ausgewählt, die nach der Gesamtkonfiguration der Variablen im Faktorenraum (abzulesen an den Ladungen der unrotierten Faktoren) und durch Vergleich mit den Modellbeispielen⁷ die erwarteten schiefwinkligen Faktoren nach Richtung und Stärke festlegen müssen; diese Auswahl erfolgt getrennt für die beiden Hypothesen einer vierstufigen

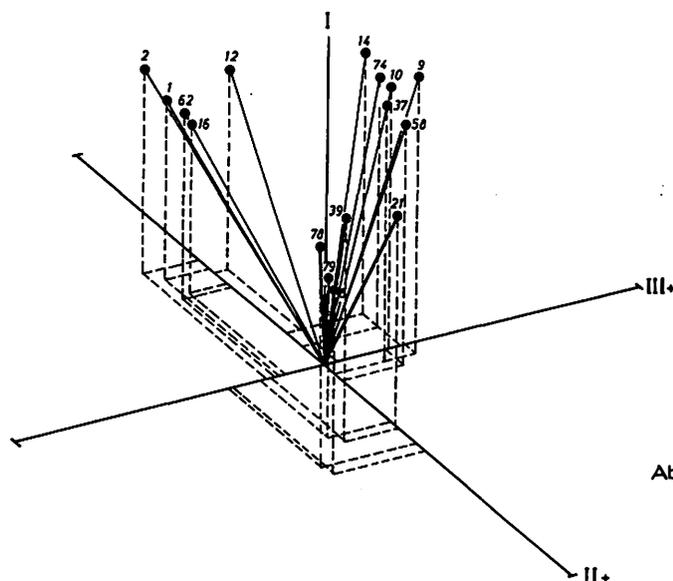
Hierarchie (Hypothese 1: vier Faktoren) und dreier Hierarchiestufen (Hypothese 2: drei Faktoren). Die so ausgewählten Variablen sind in der rechten Spalte der o. a. Tabelle gekennzeichnet.

Abb. 6.2 zeigt die Variablenvektoren im Faktorenraum unter der Annahme von vier Faktoren mit signifikanter Einfachstruktur. Zwei Vektorenbüschel sind deutlich ausgeprägt und klar voneinander getrennt;



das eine weist nach links hinten (Variablen 2, 1 usw.), das andere sozusagen auf den Betrachter zu (Variablen 78, 8 usw.). Die übrigen Variablenvektoren zeigen die erwartete Bündelung nicht. Wohl weist die eine Vektorengruppe hauptsächlich in den vorderen und die andere in den hinteren Quadranten der Hauptachsen II und III, aber für einige Vektoren fallen die Projektionspunkte auch dazwischen in die Nähe der dritten Hauptachse. Die Aussicht, diese Hypothese von vier Rangstufen der Zentralität, repräsentiert durch vier signifikante Faktoren, an den Daten verifizieren zu können, scheint nach diesen Beobachtungen nicht sehr groß zu sein.

Abb. 6.2: Faktorenanalyse ALT79A - Variablenvektoren im Raum der ersten drei Hauptachsen unter Hypothese 1: 4 Zentralitätsstufen



Anders sieht das Bild für die Hypothese 2 aus, nach der wir drei Faktoren mit signifikanter Einfachstruktur als Ausdruck einer dreistufigen Hierarchie erwarten (Abb. 6.3). Die ausgewählten Variablenvektoren gehen klar in drei Büscheln zusammen, die deutlich voneinander getrennt erscheinen. Wenn die Hinzunahme aller übrigen Variablen diese Konfiguration nicht entscheidend 'stört', dann dürfte diese Hypothese die größere Mutmaßlichkeit für Ihre Bestätigung besitzen.

Abb. 6.3: Faktorenanalyse ALT79A - Variablenvektoren im Raum der ersten drei Hauptachsen unter Hypothese 2: 3 Zentralitätsstufen

6.2.2 Drei-Faktoren-Lösung

Wir legen also die ersten drei Faktoren für die schiefwinklige Rotation zugrunde in der Erwartung, für jede Achse eine Position im Faktorenraum aufzufinden, in der möglichst viele der Variablenvektoren in die Nähe der jeweiligen Koordinatenhyperebene gebracht werden können, um das Kriterium signifikanter Einfachstruktur (BARGMANN-Test) zu erfüllen. Dieses Testkriterium haben wir ja in unserem speziellen Anwendungsfall der Faktorenanalyse für die Entscheidung über Beibehaltung oder Zurückweisung der Hierarchie-Hypothese vorgesehen⁸. Für das vorliegende Problem dreier Faktoren aus 79 Variablen bedeutet dies, daß ein Faktor mehr als 15 bzw. mehr als 18 Nullladungen aufweisen muß, um auf dem 5 %-Niveau bzw. 1 %-Niveau signifikant zu sein.

Die Faktorenrotation zur Einfachstruktur wird visuell-iterativ in jeweils einer Faktorebene durchgeführt, wobei die Achsendrehungen 'von Hand' auf Grund graphischer Darstellungen der Lage der Variablenpunkte in der Faktorebene derart erfolgen, daß möglichst viele dieser Punkte in die Nähe der Hyperebenen kommen. Der Tangens der jeweiligen Rotationswinkel wird in einer Shiftmatrix einem Rechenprogramm eingegeben, das daraus eine Transformationsmatrix ermittelt, die mit der Matrix der jeweils vorliegenden Faktorenstruktur multipliziert wird. Die sich daraus ergebende Faktorenstruktur wird mit dem BARGMANN-Test auf signifikante Einfachstruktur geprüft (Auszählen der Koordinatenhyperebenen, also der sogen. Nullladungen). Ist ein ausreichendes Signifikanzniveau noch nicht erreicht bzw. erkennt man an den graphischen Darstellungen, daß durch weitere Achsendrehung noch eine Verbesserung der Einfachstruktur zu erreichen ist, so führt man weitere Achsenbewegungen aus, gibt eine neue Shiftmatrix dem Rechenprogramm ein usw. Dieses Wechselspiel zwischen Bearbeiter und Computer wird so lange fortgesetzt, bis keine Verbesserung der Faktorenkonstellation nach dem Kriterium der Einfachstruktur mehr erreicht werden kann.

Eine eingehende Beschreibung dieses Verfahrens anhand eines Rechenbeispiels gibt ÜBERLA⁹, der die Zuverlässigkeit und Wirksamkeit dieses Verfahrens hervorhebt, wie Vergleichsuntersuchungen erwiesen haben. Das von ÜBERLA angegebene Rechenprogramm ROTOPLOT¹⁰ brauchte nur geringfügig geändert zu werden und wurde für unsere Zwecke zur Verarbeitung von max. 100 Variablen und max. 20 Faktoren erweitert.

Nun zurück zu unserer Problemstellung. Die Rotation dreier Faktoren erbrachte nicht das erwartete Resultat signifikanter Einfachstruktur für alle Faktoren. Die Faktorenrotation konnte nach acht Rotationszyklen nicht mehr verbessert werden. Die Auszählung der Koordinatenhyperebenen ergab für die Faktoren die folgenden Häufigkeiten:

Faktor 1	12
2	18 *
3	20 **

Faktor 2 ist somit signifikant auf dem 5 %-Niveau, Faktor 3 auf dem 1 %-Niveau. Faktor 1, der mit 43,4 % den größten Anteil an der durch die drei Faktoren erklärten Varianz hat (Faktor 2: 31,6 %, Faktor 3: 25,1 %), ist zu heterogen, um dem Signifikanzkriterium genügen zu können. Dieser Heterogenität entsprechen auch die relativ hohen Korrelationen dieses Faktors 1, der übrigens ein mittleres Zentralitätsniveau vertritt, mit den Faktoren des unteren (Faktor 2) und des oberen Hierarchieniveaus (Faktor 3)¹¹:

Faktor	2	1	3
2	1,000		
1	,577	1,000	
3	,296	,667	1,000

Die Hypothese dreier Hierarchiestufen, repräsentiert durch drei Zentralitätsfaktoren, ist nach der Signifikanzprüfung zu verwerfen.

Nun liegt die Vermutung nahe, daß ein weiterer zur Faktorenrotation zu berücksichtigender Faktor die Heterogenität im mittleren Zentralitätsbereich beseitigt, indem die dort befindlichen zentralen Funktionen auf zwei Faktoren, also zwei Stufen im Zentralitätsgefüge, verteilt werden können. Das entspricht unserer Hypothese 2 eines vierstufigen Zentralitätsaufbaus.

6.2.3 Vier-Faktoren-Lösung

Die Rotation der vier ersten Faktoren führt dann auch schon nach wenigen Iterationen zu einer Faktorenkonstellation, in der alle Faktoren signifikante Einfachstruktur aufweisen (Tab. 6.2). Das Ergebnis des dritten Rotationszyklus wird beibehalten, nach dem drei Faktoren hochsignifikant sind und ein Faktor diese Schwelle nur knapp verfehlt (Rotationszyklus 0 entspricht übrigens der orthogonalen Varimax-Rotation, die als Ausgangspunkt für die schiefwinklige Rotation benutzt wird). Im Anhang 14 sind die Matrizen zur schiefwinkligen Faktorenrotation vollständig aufgeführt. Zur Interpretation verwenden wir das *Primärfaktorenmuster* (das sind die Projektionen der Variablen auf die Faktorenachsen jeweils parallel zu den anderen Faktoren)¹².

Tab. 6.2: Faktorenanalyse ALT79A -
Faktorenrotation und BARGMANN-Test
(Auszählung der Koordinatenhyperebenen)

Faktor	Anzahl nach Rotationszyklus				
	0	1	2	3	4
1	4	17	22**	24**	25**
2	1	18	19*	23**	22**
3	5	19*	21*	21*	19*
4	9	20*	23**	22**	22**
gesamt	19	74	85	90	88

* signifikant auf dem 5 %-Niveau
(>18 Nullladungen)

** signifikant auf dem 1 %-Niveau
(>21 Nullladungen)

Unsere Vermutung trifft zu, daß die Signifikanz dieser Vier-Faktoren-Lösung im Unterschied zum erfolglosen Rotationsversuch mit drei Faktoren darauf beruht, daß die dort im heterogenen Faktor 1 zusammengefaßten zentralen Funktionen nunmehr zwei Faktoren (3 und 1) bilden, die mit 0,68 allerdings eine beträchtliche Korrelation aufweisen. Tab. 6.3 gibt die Korrelationen zwischen allen Faktoren wieder, die ihrer vermuteten Rangordnung entsprechend umgestellt wurden (Faktor 2 entspricht der untersten Rangstufe). Das Muster der Korrelationen weicht beträchtlich ab von einem solchen, wie es sich unter der Annahme regulärer CHRISTALLERscher Systeme zentraler Orte ergibt (zu Beginn des Abschnitts 4.3.2 hatten wir solche Korrelationsmuster berechnet). Dies ist möglicherweise schon ein Hinweis auf 'Störungen' des zentralörtlichen Systems, wie sie aus Wandlungen der funktionalen Zusammensetzung innerhalb der Hierarchie etwa auf Grund regionaler Wachstumsunterschiede resultieren können¹³.

Tab. 6.3: Faktorenanalyse ALT79A -
Korrelationen zwischen den Primärfaktoren

Faktor	2	3	1	4
2	1,000			
3	0,473	1,000		
1	0,309	0,675	1,000	
4	0,300	0,509	0,413	1,000

Betrachten wir nun den Inhalt der Faktoren. Tab. 6.4 zeigt die nach der Höhe ihrer Faktorladungen geordneten zentralen Funktionen für jeden Faktor; darüber hinaus zeigt die Tabelle Anhang 14.9 auch die Ladungen auf den jeweils anderen Faktoren, so daß abgelesen werden kann, welche zentralen Funktionen ein bestimmtes Zentralitätsniveau festlegen - das sind solche Funktionen, die nur einen Faktor hoch laden - und welche anderen zentralen Funktionen zwischen den Zentralitätsstufen intervenieren - das sind diejenigen Funktionen, die etwa gleich hohe Ladungen auf zwei, in einigen Fällen sogar drei Faktoren aufweisen. Die Aufteilung der durch die vier Faktoren erklärten gemeinsamen Varianz auf die Faktoren entspricht weitgehend den Varianzanteilen der Drei-Faktoren-Lösung (in Klammern):

Faktor 2 :	31,8 %	(31,6 %)
Faktor 3 :	22,6 %	(43,4 %)
Faktor 1 :	23,1 %	
Faktor 4 :	22,5 %	(22,1 %)

Dabei erfassen die vier Faktoren 52,1 % der Gesamtvarianz der Variablen, d.h. gut 50 % der Lokalisationsvielfalt von 79 verschiedenen zentralen Einrichtungen in allen Gemeinden eines heterogenen Untersuchungsraumes kann auf vier Zentralitätsfaktoren reduziert werden, die unterschiedlichen Hierarchie-niveaus entsprechen¹⁴.

Faktor 2 (vgl. Tab. 6.4) umfaßt mit den Einrichtungen zur Grundversorgung der Haushalte mit Nahrungsmitteln, Artikeln zur Haushaltsführung und Textilwaren (unspezialisiert) sowie mit allgemeinen Handwerks- und Dienstleistungen eindeutig Funktionen der untersten Zentralitätsstufe. Faktor 3 wird bestimmt durch Einrichtungen des Gesundheitswesens und durch eine Reihe spezialisierter Einzelhandels-, Handwerks- und Dienstleistungsangebote, die im Vergleich zu Faktor 2 ein höheres Zentralitätsniveau anzeigen. Die die folgenden Faktoren 1 und 4 jeweils hoch ladenden Variablen lassen wohl eine gegenüber Faktor 3 höhere Zentralitätsstufe erkennen, doch geben sie zunächst keinen Anhaltspunkt für eine rangmäßige Differenzierung der beiden Faktoren. Man könnte vermuten, daß Einrichtungen wie Leihbücherei, Reisebüro oder PKW-Vermietung (Faktor 1) eine mehr 'städtische' Bedarfsorientierung anzeigen, während Einrichtungen der Rechtsberatung (zumeist an die Standorte der Gerichte gebunden), Hypothekenbanken, öffentlich-rechtliche Grundkreditanstalten usw. (Variable 76) sowie Schornsteinfegerdienste (an Konzession gebunden, also kein 'freier' Marktzutritt!) wohl eher den Charakter echter Mittelpunktsfunktionen innerhalb eines irgendwie definierten Zuständigkeitsbereichs haben.

Derartige Vermutungen sowie die Aussagen über die Entsprechungen von Faktoren und Hierarchiestufen sind zunächst noch Hypothesen. Die Klärung der Frage, wie gut das Ergebnis der Datenanalyse mit unseren Erwartungen auf Grund der Eigenschaften des Analyseinstruments übereinstimmt, kann nicht allein durch interpretierende Beschreibung erfolgen, sondern bedarf weiterer quantitativer Belege. Um nachzuweisen, daß die Faktoren Hierarchiestufen repräsentieren, gehen wir von folgender Überlegung aus: Zentrale Funktionen einer Hierarchiestufe zeichnen sich durch große Ähnlichkeit ihrer Standortmuster aus (in der idealtypischen Modellkonstruktion haben sie identische Standorte). Die jeweils in einem Faktor zusammengefaßten zentralen Funktionen müßten also genau diese Eigenschaft aufweisen, die an der Anzahl der Orte abgelesen werden kann, in denen die bestimmte zentrale Funktion angeboten wird. Hinsichtlich dieser Anzahl der Angebotsorte müßten sich andererseits Funktionen deutlich unterscheiden, die verschiedenen Faktoren (Hierarchiestufen) angehören. Nach den faktorenweise gebildeten Durchschnittswerten schließlich müßte sich die Rangordnung der Faktoren belegen lassen.

Um solche Vergleichsrechnungen durchführen zu können, sind einige methodische Festlegungen notwendig. Erstens geht es um die Frage, welche zentralen Funktionen je Faktor berücksichtigt werden sollen, da deren Zuordnung zu den Faktoren ja nicht immer eindeutig ist. Wir benutzen die jeweils höchste Faktorladung einer Variablen als Kriterium für die Zuordnung (wählen also nur diejenigen Variablen pro Faktor aus, die im eingerahmten Feld der Tabelle Anhang 14.9 ein Pluszeichen haben). Zweitens tragen die zentralen Funktionen gemäß ihrer Faktorladung in unterschiedlicher Weise zu einem Faktor bei. Wir berücksichtigen dies, indem die Häufigkeit des Vorkommens einer zentralen Funktion (vgl. Tab. Anhang 14.1, 3. Spalte) mit ihrer Kommunalität auf dem Faktor (also mit dem Quadrat ihrer Faktorladung) gewichtet wird, wobei zuvor diese 'Gewichte' derart zu normieren sind, daß die Summe der Gewichte gleich der Anzahl der je Faktor un-

tersuchten zentralen Funktionen ist. Summiert man die gewichteten Häufigkeiten für die Funktionen und dividiert durch die Anzahl der Funktionen, erhält man den gewünschten gewogenen Durchschnittswert für die Anzahl der Orte, in denen zentrale Funktionen einer bestimmten Hierarchiestufe (eines Faktors) vorhanden sind.

Tab. 6.4: Faktorenanalyse ALT79A - Primärfaktorenmuster
Vier Faktoren unterschiedlichen Zentralitätsniveaus
nach zentralen Funktionen mit jeweils hohen Faktor-
ladungen ($> |0.400|$)

Zentrale Funktion Nr.	Bezeichnung	Faktor- ladung
FAKTOR 2 "Zentrale Funktionen niederer Ordnung"		
2	Fleischerei	0.733 +
1	Bäckerei	0.693 +
16	Schuhmacherei	0.631 +
12	Friseur- u. sonstige Körperpflegegewerbe	0.618 +
62	Glaser- und Malergewerbe	0.590 +
31	Bau- u. Möbelschreinerei, Tischlerei	0.548 +
17	Maßschneiderei	0.529 +
60	Schlosserei, Schmiede	0.504 +
70	Hotel, Gasthof	0.458 +
4	Eh. Lebensmittel	0.454 +
18	Eh. Textilwaren	0.450 +
61	Baulnstillation	0.441 +
28	Eh. Brennstoffe	0.434 +
75	Genossenschaftliches Kreditinstitut	0.425 +
FAKTOR 3 "Zentrale Funktionen mittlerer Ordnung"		
9	Apotheken	0.822 +
14	Zahnarzt	0.810 +
74	Kreditbank, Sparkasse	0.758 +
58	Eh. Uhren, Edelmetall- u. Schmuckwaren	0.729 +
13	Arzt	0.631 +
10	Drogerien	0.619 +
37	Eh. Schreib- u. Papierwaren, Büroartikel	0.582 +
22	Eh. Schuhe	0.580 +
24	Wäscherei, Reinigung, Färberei	0.512 +
47	Fotograf	0.500 +
7	Eh. Tabakwaren	0.454 +
68	Eh. Lacke, Farben, Tapeten, Fußbodenbeläge	0.453 +
32	Polsterei, Dekorateur	0.449 +
40	Kino	0.446 +
36	Eh. Rundfunk- u. Fernsehgeräte, Schallplatten	0.440 +
30	Schornsteinfeger	0.437
FAKTOR 1 "Zentrale Funktionen höherer Ordnung (A)"		
41	Leihbücherei, Lesezirkel	0.864 +
45	Reisebüro	0.685 +
21	Eh. Bekleidungszubehör	0.601 +
33	Eh. Heimtextilien und Bettwaren	0.599 +
51	Eh. Fahrräder, Mopeds u. Zubehör	0.557 +
65	Eh. Büromaschinen und -möbel	0.544 +
8	Reformwaren	0.529
56	PKW-Vermietung	0.524 +
11	Eh. Körperpflege- u. Reinigungsmittel	0.497 +
43	Eh. Galanterie- u. Spielwaren	0.470 +
79	Grundstücks- u. Wohnungsvermittlung	0.456 +
39	Privatunterricht	0.445
59	Blumen und Pflanzen	0.435 +
40	Kino	0.420

n o c h Tab. 6.4:

Zentrale Funktion Nr. Bezeichnung	Faktor- ladung
FAKTOR 4 "Zentrale Funktionen höherer Ordnung (B)"	
78 Rechtsberatung	0.763 +
76 Übrige Kredit- u. Finanzierungsinstitute	0.726 +
8 Eh. Reformwaren	0.584 +
42 Fotoapparate sowie Fotobedarf	0.509 +
30 Schornsteinfeger	0.509 +
64 Eh. Eisen-, Metall- u. Kunststoffwaren	0.476 +
39 Privatunterricht	0.472 +
19 Eh. Oberbekleidung	0.454 +
55 Kraftfahrerschule	0.419 +

Das Ergebnis der Vergleichsrechnung (Tab. 6.5) belegt die Interpretation der Faktoren als Entsprechungen zentralörtlicher Hierarchiestufen. Allerdings zeigt sich nun auch, daß die Faktoren 1 und 4 nach der

Tab. 6.5: Faktorenanalyse ALT79A -
Hierarchiestufen nach den Faktoren

Faktor	2	3	1	4
durchschn. Anzahl der Angebotsorte zentr. Funktionen	188	53	20	18
Hierarchiestufe (Rang)	1	2	3	

Anzahl der Orte, in denen Funktionen der betreffenden Hierarchiestufe angeboten werden, praktisch nicht zu unterscheiden sind. Da die zentralen Funktionen dieser Stufe aber zwei signifikante Faktoren konstituieren, muß es sich bei den durchschnittlich 18 bzw. 20 Angebotsorten um unterschiedliche, sich nur teilweise überschneidende Mengen handeln. Die Faktorenanalyse ist somit nicht nur geeignet, aus dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein zentraler Funktionen in den Untersuchungsorten deren hierarchische Stufung zu identifizieren, sondern sie erlaubt auch die Erfassung räumlicher Strukturunterschiede auf dem gleichen Hierarchielevel, sofern diese eine signifikante Ausprägung besitzen. Wir werden später auf die beiden Zentralitätsfaktoren gleicher Rangstufe zurückkommen und anhand der Analyse räumlicher Verteilungsmuster dieser Faktoren die Frage nach den Ursachen solcher Differenzierung zu beantworten versuchen.

6.3 KLASSIFIKATION DER ORTE NACH ZENTRALITÄTSFAKTOREN

Der vielfältige Einsatz der Faktorenanalyse zur Bearbeitung großer Datenkörper ergibt sich nicht nur aus dem Anspruch dieses Verfahrens, eine Ordnung herauszufinden, die sozusagen hinter den beobachteten Daten steht, sondern auch aus der Möglichkeit, eine derart gefundene Ordnung auf die einzelnen Beobachtungseinheiten anzuwenden. Hierzu berechnet man für alle Beobachtungseinheiten die Faktorenwerte, die angeben, in welchem Maß jede Einheit über ihre spezifischen Merkmalsausprägungen zu der gefundenen Ordnungsstruktur, also den einzelnen Faktoren, beiträgt.

In unserem Fall sollten die Faktorenwerte das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein bestimmter Gruppen von zentralen Funktionen in den Untersuchungsorten bzw. den Grad der Vollständigkeit der Orte auf Grund solcher Funktionenbündel messen. Eine Klassifikation der Orte auf Grund solcher Strukturwerte müßte dann zu Ortsklassen unterschiedlicher funktionaler Komplexität führen, die zentralen Orten verschiedener Rangordnung innerhalb einer Hierarchie entsprechen. Die sich ergebende Ordnungsstruktur müßte dem Schema der Abb. 6.4 entsprechen.

Die Berechnung der schiefwinkligen Faktorenwerte erfolgt durch die multiple Regressionsrechnung mit Hilfe der in Anhang 14 angegebenen Matrizen zur schiefwinkligen Faktorenrotation über die Primärfaktorenstruktur: $P = V_{fs} \cdot R^{-1} \cdot Z$ oder über die Reference-Vektorenstruktur: $P = D \cdot C_{r1} \cdot V_{fs} \cdot R^{-1} \cdot Z$; das Ergebnis ist in Anhang 16 vollständig wiedergegeben¹⁶.

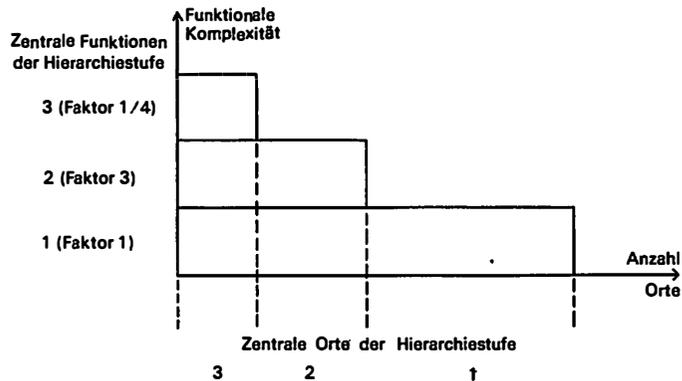


Abb. 6.4: Hypothetische Zentrenhierarchie nach den Zentralitätsfaktoren

6.3.1 Hypothetische Klassenstruktur zentraler Orte

Ähnlich wie vor Durchführung der Faktorenanalyse zur Überprüfung der Hierarchie-Hypothese fragen wir auch hier, ob sich durch einfache Analyse ausgewählter Faktorenwerte die erwartete Klassenstruktur zentraler Orte konkreter fassen läßt als in dem Schema der Abb. 6.4. Wir greifen hierzu auf die Skalogramm-Analysen des Abschnitts 6.1 zurück und übernehmen die dort ausgewählten Orte (vgl. Tab. 6.1), wiederum für zwei Vergleichsstichproben. Die Auswahl der zentralen Funktionen ergibt sich jetzt aus der Faktorenanalyse (vgl. Tab. 6.4): Faktor 2 ist durch die ersten fünf, Faktor 3 durch die ersten vier und Faktor 1 bzw. 4 durch die ersten zwei bzw. drei zentralen Funktionen repräsentiert: Das Ergebnis der Skalierung für die beiden Stichproben zeigen Tab. 6.6 und 6.7 jeweils im linken Teil; die eingezeichneten Trennstriche bringen die erwartete Stufung nicht sonderlich deutlich zum Ausdruck. Den durch die Skalierung in eine Rangfolge gebrachten Orten ordnen wir nun die Faktorenwerte aus unserer Analyse zu (rechter Teil der Tab. 6.6 und 6.7) und tragen Trennstriche jeweils dort ein, wo positive Faktorenwerte in negative 'umschlagen' (positive Faktorenwerte beinhalten Vorhandensein zentraler Funktionen des betreffenden Faktors, negative Werte bedeuten ihr Fehlen). Es zeichnet sich ein ähnliches Muster dieser Trennstriche wie im zugehörigen Skalogramm ab.

Die graphische Darstellung der Faktorenwerte für die jeweils 30 Orte der beiden Stichproben (Abb. 6.5) läßt so etwas wie ein Profil eines zentralörtlichen Hierarchieaufbaus erkennen, wenn man die unregelmäßigen Profillinien der Faktoren 1 und 4 durch Mittelung 'glättet' gemäß unserer Annahme, daß sie zwei Komponenten des gleichen Hierarchielevels repräsentieren. Klarer wird das Bild, wenn man beide Stichproben mittelt (untere Darstellung in Abb. 6.5). Die drei Profillinien zeigen eine deutliche Abfolge nach den Punkten, an denen sie die Nulllinie der Faktorenwerte schneiden. Man kann also ablesen, daß die ersten 20 Orte über zentrale Funktionen niederer Ordnung (Faktor 2), die ersten 10 zusätzlich über Funktionen mittlerer Ordnung (Faktor 3) und die ersten 7 Orte auch noch über solche höherer Ordnung (Faktor 1 und 4) verfügen, um diese Orte drei Hierarchiestufen zuordnen zu können. Die besondere Verlaufsform der Linien für Faktor 1 und 4 sowie Faktor 3 legt aber die Vermutung einer weiteren Hierarchiestufe oder doch wenigstens einer gewissen Größendifferenzierung der Orte des höheren Niveaus nahe.

Führt man die Rangplätze der Orte in der Stichprobe auf diejenigen in der Gesamtheit aller Orte zurück – die Orte waren ja über bestimmte Rangplätze der Gesamtheit in die Stichprobenauswahl gekommen¹⁷ – so kann man bereits einen Anhaltspunkt für die zu erwartenden Häufigkeiten der Orte verschiedener Ranggruppen erhalten. Danach würden 155 bis 165 Orte auf die unterste Hierarchiestufe, 27 bis 30 auf die nächsthöhere sowie 18 bis 21 und 10 bis 15 auf die oberste Stufe oder die beiden obersten Stufen entfallen.

Tab. 6.6: Vergleich des Skalogramms aus zentralen Funktionen (nach Faktoren ALT79A) und zentralen Orten mit Faktorenwerten aus der Analyse ALT79A - Stichprobe 1

Skalogramm														Faktorenwerte									
Zentrale (a) Funkt. (c) Orte (d)		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Σ	Faktoren (d)		2	3	4	1	1 und 4 (Mittel)
(a)	(b)	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	1	1	4	4		(a)	(b)					
1	140	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	14	1	140	1.027	2.324	6.654	7.747	7.200
2	139	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12	2	139	1.047	4.023	1.737	6.333	4.035
3	163	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	11	3	163	1.428	2.523	1.208	6.599	3.903
4	4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	12	4	4	1.989	3.410	7.374	1.987	4.680
5	103	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	11	5	103	1.269	3.924	4.843	0.299	2.536
6	459	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10	6	459	1.498	3.539	-1.248	3.333	1.042
7	354	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	8	7	354	2.246	2.157	2.734	-0.638	1.048
8	425	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	7	8	425	2.728	1.187	0.625	-0.595	0.015
9	296	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	7	9	296	1.633	0.904	-0.246	-0.493	-0.370
10	397	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	6	10	397	2.262	0.277	-0.479	0.567	0.040
11	142	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	5	11	142	1.941	-0.867	0.087	-0.380	-0.147
12	136	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	5	12	136	0.923	-0.483	0.000	-0.445	-0.222
13	446	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	5	13	446	1.512	0.191	-0.214	-0.583	-0.398
14	473	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	5	14	473	1.355	0.199	-0.550	-0.454	-0.502
15	166	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	4	15	166	1.090	-0.522	-0.225	-0.300	-0.262
16	160	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	4	16	160	0.666	-0.532	-0.298	-0.248	-0.273
17	195	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	4	17	195	0.690	-0.532	-0.151	-0.270	-0.210
18	120	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	3	18	120	0.185	-0.468	-0.151	-0.489	-0.320
19	170	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	1	19	170	0.251	0.650	-0.235	-0.335	-0.285
20	340	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	2	20	340	0.097	-0.446	-0.208	-0.349	-0.278
21	390	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	2	21	390	-0.544	-0.435	-0.220	-0.237	-0.228
22	173	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	2	22	173	-0.080	-0.538	-0.115	-0.436	-0.276
23	155	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	1	23	155	-0.542	-0.418	-0.267	-0.321	-0.294
24	305	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	1	24	305	-0.261	-0.548	-0.154	-0.380	-0.267
25	219	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	1	25	219	-0.611	-0.503	-0.229	-0.336	-0.282
26	475	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	1	26	475	-0.619	-0.412	-0.317	-0.235	-0.276
27	22	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	0	27	22	-0.731	-0.409	-0.165	-0.295	-0.230
28	297	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	0	28	297	-0.937	-0.257	-0.248	-0.192	-0.220
29	339	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	0	29	339	-1.059	-0.333	-0.233	-0.294	-0.264
30	30	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	0	30	30	-1.257	-0.282	-0.277	-0.249	-0.263
Σ		20	18	18	19	18	12	10	7	6	4	4	3	3	2								

+ vorhanden
- nicht vorhanden

Reproduzierbarkeits-Koeffizient = $1 - \frac{\text{Zahl der Fehler}}{\text{Spaltenzahl} \cdot \text{Zeilenzahl}}$

Rep = $1 - 21/420 = 0.950$

- (a) Rangplätze zentraler Funktionen bzw. zentraler Orte in der Stichprobe nach Durchführung der Skalierung (CORNELL-Technik)
- (b) Ortskennziffer der ausgewählten Orte (wie in Stichprobe 1 Tab. 6.1)
- (c) Nr. der zentralen Funktionen, die die Faktoren ALT79A jeweils am höchsten laden
- (d) Nr. des jeweiligen Faktors ALT79A

Tab. 6.7: Vergleich des Skalogramms aus zentralen Funktionen (nach Faktoren ALT79A) und zentralen Orten mit Faktorenwerten aus der Analyse ALT79A - Stichprobe 2

		Skalogramm														
Zentrale (a)	Funkt. (c)	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Σ
Orte (a)	(b)	2	2	2	2	2	3	3	3	3	1	4	4	4	1	
1	282	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	14
2	29	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	13
3	138	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	13
4	154	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	11
5	91	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	11
6	478	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	10
7	467	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	9
8	52	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	8
9	157	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	6
10	445	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	5
11	169	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
12	168	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
13	1	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
14	175	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
15	188	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	4
16	202	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
17	201	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
18	399	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
19	80	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
20	143	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
21	180	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
22	312	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
23	37	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
24	477	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
25	156	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
26	350	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
27	356	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
28	222	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
29	376	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
30	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Σ		19	17	18	16	15	10	9	8	8	5	5	4	3	1	

+ vorhanden
- nicht vorhanden

$$\text{Reproduzierbarkeits-Koeffizient} = 1 - \frac{\text{Zahl der Fehler}}{\text{Spaltenzahl} \cdot \text{Zeilenzahl}}$$

$$\text{Rep} = 1 - 15/420 = 0.964$$

		Faktorenwerte				
Orte (a)	(b)	Faktoren (d)				1 und 4 (Mittel)
		2	3	1	4	
1	282	0.885	3.245	5.657	5.106	5.381
2	29	1.525	2.511	5.959	5.732	5.846
3	138	1.688	2.761	3.557	5.975	4.766
4	154	1.500	3.002	1.114	6.652	3.883
5	91	1.047	3.997	2.217	1.175	1.696
6	478	1.517	4.036	4.137	-0.292	1.922
7	467	1.352	3.180	0.785	-0.462	0.162
8	52	1.256	2.484	-0.705	0.603	-0.051
9	157	2.067	0.865	0.379	-0.569	-0.095
10	445	1.533	1.258	0.004	-0.590	-0.293
11	169	1.658	-0.437	-0.281	-0.059	-0.170
12	168	1.116	-0.608	0.127	-0.254	-0.064
13	1	1.595	-0.330	-0.228	-0.106	-0.167
14	175	0.682	-0.438	-0.505	-0.051	-0.278
15	188	0.279	0.558	-0.139	-0.397	-0.268
16	202	0.377	-0.615	-0.075	-0.242	-0.158
17	201	0.170	-0.516	0.176	-0.363	-0.094
18	399	-0.351	-0.486	-0.320	-0.277	-0.298
19	80	0.598	-0.127	0.669	-0.410	0.130
20	143	0.287	0.647	0.870	-0.210	0.330
21	180	0.028	-0.734	-0.273	-0.154	-0.214
22	312	-0.389	-0.598	-0.169	-0.233	-0.201
23	37	-0.902	-0.044	0.068	-0.188	-0.060
24	477	-0.577	-0.470	-0.396	-0.285	-0.340
25	156	-0.390	-0.302	-0.149	-0.400	-0.274
26	350	-0.735	-0.366	-0.320	-0.266	-0.293
27	356	-0.369	-0.294	-0.388	-0.124	-0.256
28	222	-0.874	-0.238	-0.298	-0.186	-0.242
29	376	-1.264	-0.202	-0.006	-0.217	-0.112
30	27	-1.253	-0.243	-0.233	-0.294	-0.264

- (a) Rangplätze zentraler Funktionen bzw. zentraler Orte in der Stichprobe nach Durchführung der Skalierung (CORNELL-Technik)
- (b) Ortskennziffer der ausgewählten Orte (wie in Stichprobe 2 Tab. 6.1)
- (c) Nr. der zentralen Funktionen, die die Faktoren ALT79A jeweils am höchsten laden
- (d) Nr. des jeweiligen Faktors ALT79A

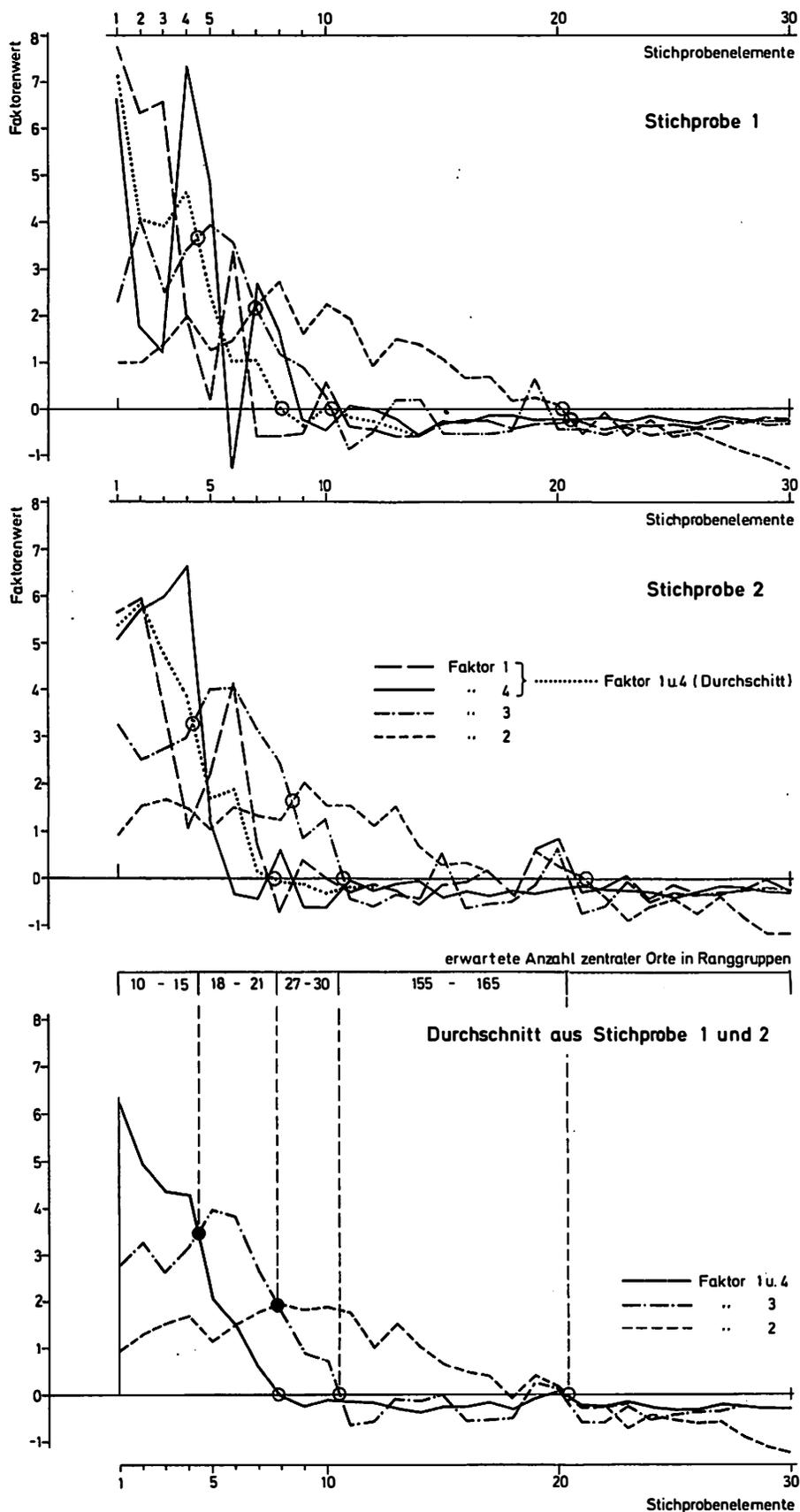


Abb. 6.5: Zentralitätsprofile für je 30 Orte zweier Stichproben und die hypothetische zentralörtliche Hierarchie

6.3.2 Mehrdimensionale Klassifikation mit Hilfe der Distanzgruppierung

Hatten die bisherigen Aussagen zur zentralörtlichen Hierarchie im Untersuchungsgebiet ausdrücklich hypothetischen Charakter, so soll die nun durchzuführende Klassifikation aller Untersuchungsorte nach den vier Zentralitätsfaktoren mit anschließender Signifikanzprüfung der gefundenen Gruppierung Aufschluß über die tatsächliche Zentralitätsstruktur und hierarchische Gliederung der untersuchten Orte geben. Dabei bedarf es insbesondere der Klärung, wie viele Hierarchieebenen zu unterscheiden sind und welchen räumlichen Gegebenheiten das Resultat zweier Faktoren entspricht, die nach unseren bisherigen Feststellungen der gleichen Hierarchiestufe angehören.

Zur Klassifikation wenden wir das Verfahren der Distanzgruppierung nach dem Schwerpunkt an, das auf BERRY¹⁸ zurückgeht und das KEMPER¹⁹ für eine große Probandenzahl programmierte. Kriterium für das schrittweise Zusammenlegen von Gruppen ist das jeweilige Minimum der Distanzquadrate zwischen den Gruppen, die auf Grund der mit den Varianzanteilen der Faktoren gewichteten Faktorenwerte der vier Zentralitätsfaktoren²⁰ nach jedem Gruppierungsschritt neu bestimmt werden. Die Gewichtung der Faktoren ergibt sich daraus, daß diese unterschiedliche Mengen zentraler Funktionen repräsentieren²¹. Praktisch wird jedoch nur Faktor 2 bei der Gruppierung stärker bewertet, da die Varianzanteile der übrigen Faktoren sehr ähnlich sind. Als Distanzmaß für die Gruppierung ergibt sich somit

$$d_{jk}^2 = \sum_{i=1}^4 (p_i g_{ji} - p_i g_{ki})^2$$

wobei d_{jk}^2 das verallgemeinerte Distanzquadrat zwischen den Orten j und k auf Grund der Differenzen ihrer mit g_i gewichteten Faktorenwerte p_i für die Faktoren $i = 1, \dots, 4$ ist. Nun gilt diese Distanzformel an sich nur unter der Voraussetzung, daß die Koordinatenachsen (Faktoren) rechtwinklig sind (Satz von Pythagoras)²². Wir haben es aber mit schiefwinkligen Faktorenachsen zu tun. Wenn wir dennoch diese Formel anwenden, so deshalb, weil wir d_{jk}^2 nicht als Distanzen im Faktorenraum, sondern als ein dimensionsloses Ähnlichkeitsmaß interpretieren. Nehmen wir das Beispiel dreier Orte:

Ort	gewichtete Faktorenwerte			
	Fakt. 2	3	1	4
1	3	2	1	1
2	3	4	2	1
3	4	4	1	3

Das Ähnlichkeitsmaß stellt dann folgende Relationen zwischen den Orten her:

$$\begin{aligned} d_{12}^2 &= 0 + 4 + 1 + 0 = 5 \\ d_{13}^2 &= 1 + 4 + 0 + 4 = 9 \\ d_{23}^2 &= 1 + 0 + 1 + 4 = 6 \end{aligned}$$

Die Orte 1 und 2 sind somit in ihrer Zentralitätsstruktur am ähnlichsten, die Orte 1 und 3 am unähnlichsten. Das Quadrieren der Distanzen bewirkt – ähnlich dem Streuungsmaß der Varianz – die relativ stärkere Gewichtung großer Abweichungen. In dieser Interpretation ist d_{jk}^2 ein für unsere Zwecke angemessenes Ähnlichkeitsmaß als Grundlage zur Klassifikation der Orte nach ihrem Zentralitätsspektrum.

Die Distanzgruppierung wurde für alle 483 Untersuchungsgemeinden bis zum letzten Schritt durchgeführt, in dem alle Gemeinden zu einer Gruppe zusammengelegt werden. Die letzten 30 Schritte sind im Anhang 17 in Form des Gruppenstammbaums dargestellt. Der Höhenmaßstab ist die Distanzquadratsumme innerhalb der Gruppen (aus Platzgründen logarithmiert), die den mit abnehmender Anzahl der Gruppen (zunehmender Generalisierung) wachsenden Verlust an Detailinformation anzeigt. Es geht nun darum, ein Gruppierungsniveau ('Schnitt' durch den Stammbaum) festzulegen, auf dem nicht zu viel Detail verloren geht, aber eine ausreichende Verallgemeinerung des Sachverhalts erreicht wird. Man wird also den 'Schnitt' durch den Stammbaum möglichst so legen, daß gerade noch mit wenig Verlust an Detailinformation (langsamem Ansteigen der Distanzquadratsummen innerhalb der Gruppen) viel an Generalisierung dazugewonnen werden kann (deutliche Verringerung der Gruppenzahl)²³. Unter diesem Gesichtspunkt gibt es in unserem Fall praktisch nur drei Gruppierungsalternativen (vgl. Anhang 17): Schnitt 1 mit 17 Gruppen, Schnitt 2 mit 13 Gruppen und Schnitt 3 mit nur vier Gruppen. Der Generalisierungsgrad der letztgenannten Gruppierung erscheint zu hoch, da allein 452 von insgesamt 483 Gemeinden in eine Gruppe fallen. Wir wählen das nächsthöhere Detaillierungsniveau (Schnitt 2), um uns spätere Verallgemeinerungsmöglichkeiten einer zunächst differenzierteren Gruppierung vorzubehalten. Anhang 18 zeigt die Zuordnung der Gemeinden zu den 13 Klassen, von denen jedoch vier nur eine und eine Klasse zwei Gemeinden enthalten.

Zu einer diskriminanzanalytischen Überprüfung und 'Bereinigung' der vorliegenden Gruppierung wurden nur diejenigen Klassen berücksichtigt, die mindestens drei Orte enthalten; das sind insgesamt acht Klassen. Die übrigen Orte wurden als nicht klassifizierte und den bestehenden Klassen bestmöglich zuzuordnende Elemente zusammen mit den Orten der acht Klassen dem Rechenprogramm DISK - multiple Diskriminanzanalyse und Zuordnungsverfahren (Deutsches Rechenzentrum Darmstadt) - eingegeben. Die Anzahl der Umordnungen in der Gruppenzugehörigkeit der Orte war beträchtlich, was auf eine mäßige Wirksamkeit des zuvor angewandten Gruppierungsalgorithmus schließen läßt - jedenfalls unter dem Gesichtspunkt statistischer Signifikanzanforderung. Es konnte aber eine stabile Gruppierung gefunden werden, in der das Problem der Zuordnung der zuvor nicht klassifizierten Orte befriedigend gelöst war und alle Gruppen hochsignifikant voneinander unterschieden waren. Später wurden dann noch zwei schwach besetzte (3 bzw. 4 Elemente) und einander relativ ähnliche Gruppen zusammengefaßt (das ist die jetzige Gruppe 4). Diese Lösung mit sieben Gruppen wurde für die weiteren Untersuchungen zugrunde gelegt; das Ergebnis der Signifikanzprüfung ist in Anhang 18 (4) wiedergegeben. Anhang 18 enthält die vollständige Auflistung der Untersuchungsgemeinden nach Gruppenzugehörigkeit (auf Grund gewichteter Faktorenwerte), während in Tab. 6.8 die Orte der Gruppen 3 bis 7 (mit den ursprünglichen Faktorenwerten) zusammengestellt sind, also diejenigen Gruppen, die für die weitere Analyse besonders bedeutsam sind. Die rechte Spalte der Tabelle enthält mit der Anzahl der verschiedenen zentralen Funktionen ein Maß funktionaler Komplexität, das bereits einen Hinweis auf die Größenabstufung der Orte nach Gruppen und somit ihre mögliche Zugehörigkeit zu verschiedenen Hierarchiestufen gibt.

Die graphische Darstellung der Gruppenmittelwerte der Faktoren in Abb. 6.6 läßt die vermutete hierarchische Stufung der Gruppen (vgl. Abb. 6.5) schon deutlicher erkennen. Gruppe 1 umfaßt alle

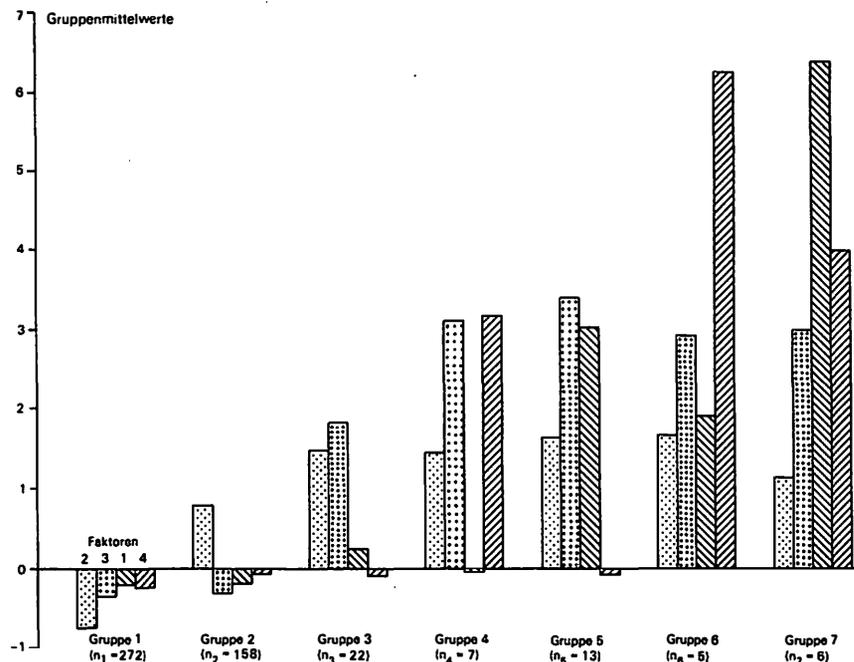


Abb. 6.6: Ergebnis der Distanzgruppierung auf Grund der Faktoren ALT79A nach diskriminanzanalytischer Prüfung der Gruppen

Gemeinden ohne zentrale Funktionen. Die Orte der Gruppe 2 unterscheiden sich von diesen durch das Angebot von Waren und Diensten der untersten Versorgungsstufe (Faktor 2). In den Orten der Gruppe 3 treten Funktionen der nächsthöheren Ordnung (Faktor 3) hinzu. Gruppe 4 umfaßt Gemeinden, in denen zusätzlich Funktionen des relativ höchsten Zentralitätsniveaus (Faktor 4) angeboten werden. Bei Übergang zur Gruppe 5 fällt jedoch eine Änderung der Zentralitätsstruktur auf: es treten keine neuen zentralen Funktionen hinzu, sondern diejenigen nach Faktor 4 und Faktor 1 erscheinen lediglich gegeneinander ausgetauscht. Die Orte der Gruppe 6 hingegen verfügen sowohl über Funktionen nach Faktor 4 - im Vergleich zu Gruppe 4 offensichtlich in größerer Vollständigkeit - als auch über solche nach Faktor 1 und gehören damit wohl einer höheren Hierarchiestufe an. Im Vergleich der Gruppen 6 und 7 wiederholt sich das Bild, das wir von den Gruppen 4 und 5 bereits kennen.

Tab. 6.8: Klassifikation zentraler Orte (Faktorenanalyse ALT79A, Distanzgruppierung)

GRUPPE	Gemeinde	Faktorenwerte				Anzahl zentraler Funktionen
		Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 1	
lfd. Nr.	Name					
GRUPPE 3						
32	Scheuerfeld	0.606	1.652	0.129	0.420	25
50	Flammersfeld	1.527	2.550	-0.661	1.141	30
52	Horhausen Ww.	1.256	2.484	0.603	-0.705	33
73	Elkenroth	0.934	0.958	0.219	-0.275	23
75	Gebhardshaln	1.178	2.310	0.557	-0.253	32
105	Niederfischbach	1.549	2.467	0.158	0.451	36
127	Weyerbusch	1.120	2.985	0.001	0.881	35
151	Leutesdorf	1.978	1.948	-0.795	1.279	35
157	Großmaisdeld	2.067	0.865	-0.569	0.379	29
178	Waldbreitbach	1.400	2.889	-0.056	-0.068	33
182	Neustadt/Wied	2.126	2.132	-0.264	0.712	36
196	Wollendorf	0.948	1.469	-0.992	1.767	29
214	Pudersbach	0.974	2.670	0.295	-0.169	31
231	Niederhonnefeld-Eil.	0.410	1.135	0.015	-0.258	19
241	Rheinbreitbach	2.206	1.785	0.105	0.360	33
271	Erbach Ww.	0.748	1.178	-0.013	-0.098	24
296	Höhn-Urdorf	1.633	0.904	-0.246	-0.493	25
404	Dernbach Ww.	2.305	1.417	-0.121	0.576	33
423	Herschbach Uww.	1.849	1.324	-0.118	-0.542	29
425	Hillscheld	2.728	1.187	0.625	-0.595	34
445	Nauort	1.533	1.258	-0.590	0.004	25
467	Siershahn	1.352	3.180	-0.462	0.785	38
GRUPPE 4						
103.	Kirchen-Wehbach Sieg	1.269	3.924	4.843	0.230	52
141	Asbach	1.135	2.769	3.533	-1.391	37
193	Oberbieber	2.160	3.119	1.616	0.815	45
320	Marlenberg Ww.	0.856	4.126	3.373	1.379	49
354	Rennerod	2.246	2.157	2.734	-0.638	41
378	Wallmerod	1.065	1.889	2.706	-1.078	31
464	Selters Ww.	1.464	3.894	3.526	0.482	50
GRUPPE 5						
2	Herdorf	1.021	3.830	1.828	4.371	53
35	Daaden	1.248	3.894	-0.740	2.140	44
91	Hamm	1.047	3.997	1.175	2.217	45
104	Mudersbach	1.797	3.359	-1.953	6.051	53
149	Bad Hönnningen	1.962	3.384	2.274	3.546	58
152	Rheinbrohl	2.176	2.548	0.713	1.682	45
165	Heimbach-Weis	2.306	3.106	-0.229	2.818	50
190	Irlich	1.408	2.635	-1.995	3.229	37
192	Niederbieber-Segendorf	2.050	3.684	0.743	1.179	45
235	Rengsdorf	1.486	4.053	0.559	1.359	47
242	Unkel	1.858	2.516	-1.760	3.407	42
459	Ransbach Ww.	1.498	3.539	-1.248	3.333	47
478	Wirges	1.517	4.036	-0.292	4.138	51
GRUPPE 6						
4	Altenkirchen	1.989	3.410	7.374	1.987	62
138	Wissen	1.688	2.761	5.975	3.557	61
154	Dierdorf	1.500	3.002	6.652	1.114	55
384	Westerburg	1.643	2.374	5.794	0.612	53
426	Höhr-Grenzhausen	1.558	3.038	5.492	2.301	61
GRUPPE 7						
29	Betzdorf	1.525	2.511	5.732	5.959	70
139	Linz am Rhein	1.047	4.023	1.737	6.333	66
140	Neuwied	1.027	2.324	6.654	7.748	77
163	Engers	1.428	2.523	1.208	6.599	58
282	Hachenburg	0.885	3.245	5.106	5.657	64
443	Montabaur	0.789	3.446	3.539	5.944	63

Die Besetzungszahlen der Gruppen lassen sich durchaus parallelisieren mit den erwarteten Häufigkeiten der Orte auf den verschiedenen Hierarchiestufen, wie sie sich aus den vorbereitenden Skalogramm-Analysen auf Stichprobenbasis ergeben hatten (vgl. Abb. 6.5). Den geschätzten 155 bis 165 Orten der untersten Zentralitätsstufe entsprechen die 158 Orte der Gruppe 2. Die Anzahl der Orte der nächsthöheren Stufe (Gruppe 3: 22 Orte) wurde mit 27 bis 30 überschätzt. Die Häufigkeitsschätzungen für die beiden folgenden Ranggruppen, 18 bis 21 bzw. 10 bis 15, beruhen ja auf einer Durchschnittsbildung für die Faktoren 1 und 4; diesen Ranggruppen dürften die Gruppen 4 und 5 einerseits sowie 6 und 7 andererseits entsprechen. Diese Parallelisierung hat aber zunächst noch den Charakter einer Hypothese, die der weiteren Prüfung bedarf.

6.4 EINE VERGLEICHSANALYSE

Eine zur bisher interpretierten Faktorenanalyse auf Alternativdaten-Basis (ALT79A) durchgeführte Vergleichsanalyse geht von den gleichen 79 zentralen Funktionen aus, berücksichtigt jedoch über das bisherige Skalenniveau hinausgehend die Anzahl der Einrichtungen (Arbeitsstätten). Eine solche Formulierung der Variablen entspricht einer Gewichtung der zentralen Funktionen in einem Ort (eine andere mögliche Gewichtung wäre die Anzahl der Beschäftigten in den Einrichtungen mit zentralen Funktionen)²⁴. Die Faktorenanalyse auf der Basis derart gewichteter Variablen muß zu Resultaten führen, die prinzipiell mit denen aus der Analyse von Alternativdaten vergleichbar sind, sofern letztere nicht im wesentlichen ein Produkt des gewählten Skalenniveaus der Daten sind.

Einige Ergebnisse dieser Vergleichsanalyse VER79L sind im Anhang 15 zusammengestellt. Die Abschätzung der praktisch bedeutsamen Faktoren ergab nach dem Scree-Test zwei, nach dem Kriterium 'Eigenwert ≥ 1 ' jedoch sechs Faktoren. Die schiefwinklige Faktorenrotation zur Einfachstruktur, versuchsweise für zwei, drei und vier Faktoren durchgeführt, erbrachte für drei Faktoren die relativ günstigste Konstellation, in der jedoch nur für zwei Faktoren das Ziel signifikanter Einfachstruktur erreicht wurde (vgl. Anhang 15.3). Der nicht signifikante Faktor 1 repräsentiert mit 52,4 % der gemeinsamen Varianz in etwa diejenige räumliche Variation in der Standortverteilung zentraler Funktionen, die in der Analyse ALT79A (Alternativdaten) auf die beiden Faktoren 2 und 3 aufgespalten wurde, die wir als zwei unterschiedliche Hierarchieniveaus erkennen konnten. Die Faktoren 2 (29,7 % der gemeinsamen Varianz) und 3 (17,9 %) entsprechen ungefähr den Faktoren 1 bzw. 4 der Analyse ALT79A (vgl. Anhang 15.4). Wir beobachten also auch in der Vergleichsanalyse, daß das höhere Hierarchieniveau durch zwei Faktoren repräsentiert wird, die Ausdruck regionaler Unterschiede auf dieser Versorgungsstufe sind, während die Zusammenfassung zweier Hierarchieniveaus in einem Faktor offenbar darauf beruht, daß die vorhandene funktionale Differenzierung überlagert wird von einer allgemeinen Größenvariation im unteren Zentralitätsbereich. Diesem Größeneffekt in der Zentralität, wie er in der Anzahl der zentralen Einrichtungen zum Ausdruck kommt, entsprechen auch die relativ hohen Korrelationen zwischen den Faktoren (zwischen 0,6 und 0,7; vgl. Anhang 15).

Eine nach den gleichen methodischen Grundsätzen wie bei der Analyse der Alternativdaten durchgeführte Distanzgruppierung²⁵ mit anschließender diskriminanzanalytischer Überprüfung der Gruppen ergab sechs signifikant unterschiedliche Gruppen der untersuchten Gemeinden nach den Faktorenwerten der Analyse VER79L (vgl. Anhang 16), die in Abb. 6.7 in einer der Abb. 6.6 (ALT79A) vergleichbaren Form dargestellt sind. Die Gruppen 1 bis 3 scheinen sich unmittelbar zu entsprechen. Gruppe 4 der Vergleichsanalyse faßt offensichtlich die Gruppen 4 und 6 der Analyse ALT79A zusammen, während Gruppe 5 einzelne Elemente der Gruppe 5 ALT79A enthält - die übrigen gehören der Gruppe 3 an. Gruppe 6 schließlich entspricht in etwa der Gruppe 7 ALT79A. Die Abweichungen in der Gruppierung der Orte nach beiden Analysen verweisen einerseits auf den unterschiedlichen Gehalt der Faktoren (auf dem Vorhandensein bestimmter zentraler Funktionen oder auf der Anzahl der Einrichtungen mit bestimmten zentralen Funktionen basierend), andererseits auf die stark durchschlagende Größenvariation der Zentralität in der Vergleichsanalyse, welche die Parallelisierung von Dimensionen der Faktorenanalyse und Stufen der zentralörtlichen Hierarchie nur mit Einschränkungen erlaubt.

Die Resultate der Vergleichsanalyse bestätigen diejenigen der Analyse mit Alternativdaten insofern, als die Ergebnisse beider prinzipiell miteinander vergleichbar sind. Zugleich wird aber auch die spezifische

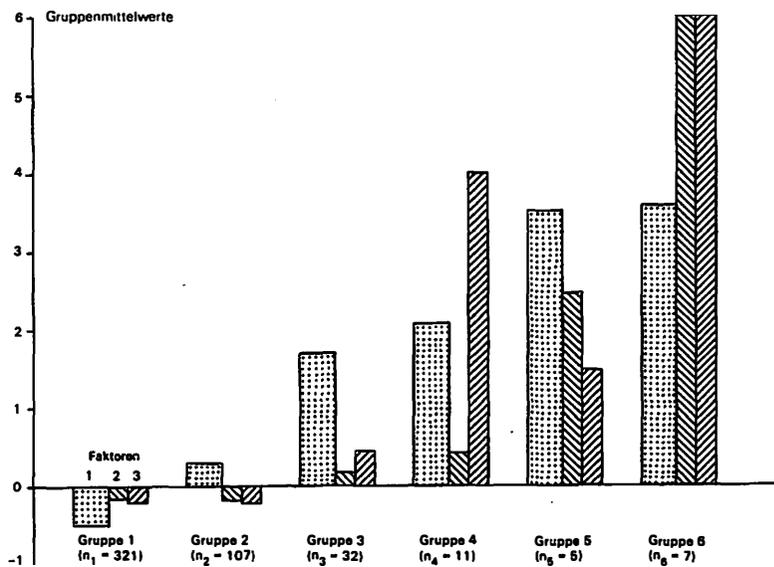


Abb. 6.7: Ergebnis der Distanzgruppierung auf Grund der Faktoren VER79L nach diskriminanzanalytischer Prüfung der Gruppen

Eignung der Faktorenanalyse alternativer Variablen zur Identifizierung zentralörtlicher Hierarchie-niveaus deutlicher, die nicht primär durch die Zahl der zentralen Einrichtungen, sondern durch die jeweilige Zusammensetzung der verschiedenen zentralen Funktionen, durch den Grad der funktionalen Komplexität also, ausgezeichnet sind.

6.5 KLASSIFIKATORISCHE ORDNUNG ZENTRALER FUNKTIONEN UND ZENTRALER ORTE

Die Klassifikation der Untersuchungsorte auf Grund Ihrer Faktorenwerte auf den Zentralitätsdimensionen der Analyse ALT79A führte zu Gruppen, die ähnlich wie die Faktoren selbst, auf denen sie beruhen, als Ausdruck einer hierarchischen Ordnung zentraler Orte zu interpretieren waren. Die Einstufung der Gruppen von Orten zu Hierarchie-niveaus hatte jedoch zunächst noch hypothetischen Charakter. Es soll nun geprüft werden, inwieweit die in Faktoren zusammengefaßten zentralen Funktionen eine Gruppierung der Orte konstituieren, die einer Größentypisierung entspricht. Über die bisherigen Signifikanzanforderungen an die Faktoren (Rotation zur Einfachstruktur) und an die Gruppen (diskriminanzanalytische Überprüfung) hinausgehend bedarf es also zur Bestätigung der Hierarchie-Hypothese noch des Nachweises, daß die so gefundenen Gruppen von Orten genau diejenigen Eigenschaften aufweisen, die sich aus der zentralörtlichen Theorie als deren Voraussagen ableiten lassen²⁶: zentrale Orte einer bestimmten Ordnung (Hierarchiestufe) enthalten alle zentralen Funktionen, über die auch Orte niedrigerer Ordnung verfügen, plus eine Gruppe zentraler Funktionen, die nur auf dieser Hierarchiestufe und in Orten höherer Ordnung angeboten werden.

6.5.1 Hierarchiestufen-typische Regressionsbeziehungen

Abb. 6.8 zeigt die genannten Eigenschaften hierarchischer Stufung zentraler Orte in schematischer Form, wobei zentrale Funktionen verschiedener Ordnung den Faktoren aus der Analyse ALT79A ent-

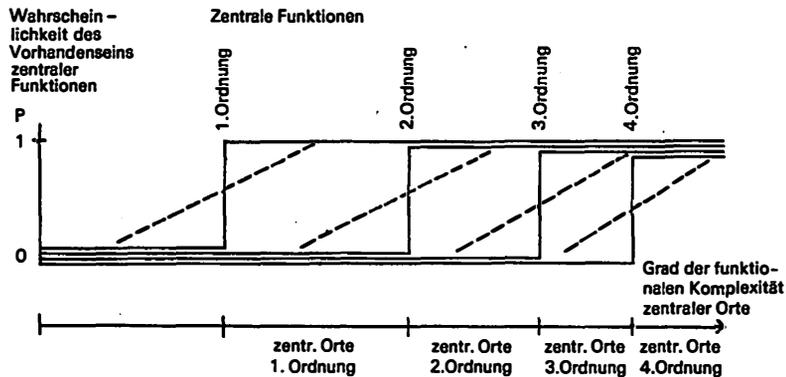


Abb. 6.8: Die gemeinsame Skala von zentralen Funktionen und zentralen Orten²⁷

sprechen und die Wahrscheinlichkeit ihres Vorhandenseins in den einzelnen Orten in der Höhe der Faktorenwerte zum Ausdruck kommt, die den Grad der Vollständigkeit der in einem Faktor zusammengefaßten zentralen Funktionen messen.

Nun kann in der Realität nicht damit gerechnet werden, daß Orte verschiedener Hierarchieebenen in ihrer funktionalen Zusammensetzung derart scharf voneinander getrennt sind; den Sprungstellen in Abb. 6.8 werden eher mehr oder weniger kontinuierliche Abschwünge von einer Hierarchiestufe zur anderen entsprechen (gestrichelte Linien in Abb. 6.8). Wir verwenden die Anzahl der verschiedenen zentralen Funktionen in den Orten als ein Maß für den Grad funktionaler Komplexität. Indem die Orte nach dieser Variablen (Y) sowie nach ihren Faktorenwerten auf den einzelnen Zentralitätsfaktoren der Analyse ALT79A (X) bei Berücksichtigung der jeweiligen Gruppenzugehörigkeit der Orte in Korrelationsdiagramme eingetragen werden (vgl. Abb. 6.9 bis 6.11), können die realen Entsprechungen des schematischen Hierarchieaufbaus der Abb. 6.8 sichtbar gemacht werden²⁸. Innerhalb der Gesamtverteilungen lassen sich nun jeweils Regressionsgeraden für die Orte derjenigen Gruppen anpassen, zwischen denen sich der Übergang von einem Hierarchieebenen zu einem anderen vollzieht.

Betrachten wir zunächst die Regressionsbeziehungen, wie sie sich für die untersuchten Gemeinden nach Faktor 2 der Analyse ALT79A darstellen (Abb. 6.9). Faktor 2 entspricht, wie wir oben gesehen haben, dem untersten Zentralitätsniveau mit Funktionen für den täglichen Bedarf²⁹. Abb. 6.9 zeigt deutlich, daß eine lineare Regressionsbeziehung nur für die Orte der untersten Gruppen besteht. Nicht nur aus dem Vergleich der Bestimmtheitsmaße (r^2) für die Regressionsgeraden 1 und 2, sondern auch aus dem Verteilungsbild selbst ergibt sich, daß der Anstieg zu dem von Faktor 2 beschriebenen Zentralitätsniveau gemäß Regressionsgerade 1 zwischen den Gemeindegruppen 1 und 2 erfolgt. Mit zunehmender Anzahl zentraler Funktionen, d. h. für Orte der Gruppennummern 3 und höher, nimmt die Bedeutung des Faktors 2 über das in Gruppe 2 erreichte Niveau nicht weiter zu.

Ähnlich ist die Situation für Faktor 3 (Abb. 6.10); erwartungsgemäß verschiebt sich der Bereich linearer Regression zwischen Y und X auf ein höheres Niveau funktionaler Komplexität (nach der Anzahl der zentralen Funktionen). Der Übergang zu dem von Faktor 3 beschriebenen Hierarchieebenen liegt zwischen den Gemeindegruppen 2 und 4 bzw. 5. Zwar ist das Bestimmtheitsmaß (r^2) für die Regressionsgerade 1 am höchsten, doch beruht es im Vergleich zur Regressionsgeraden 3 auf der Heterogenität der Stichprobe, denn für die Orte der Gruppe 2 besteht keine signifikante Beziehung zwischen Y und X. Faktor 3 repräsentiert also eindeutig ein gegenüber Faktor 2 höheres Zentralitätsniveau.

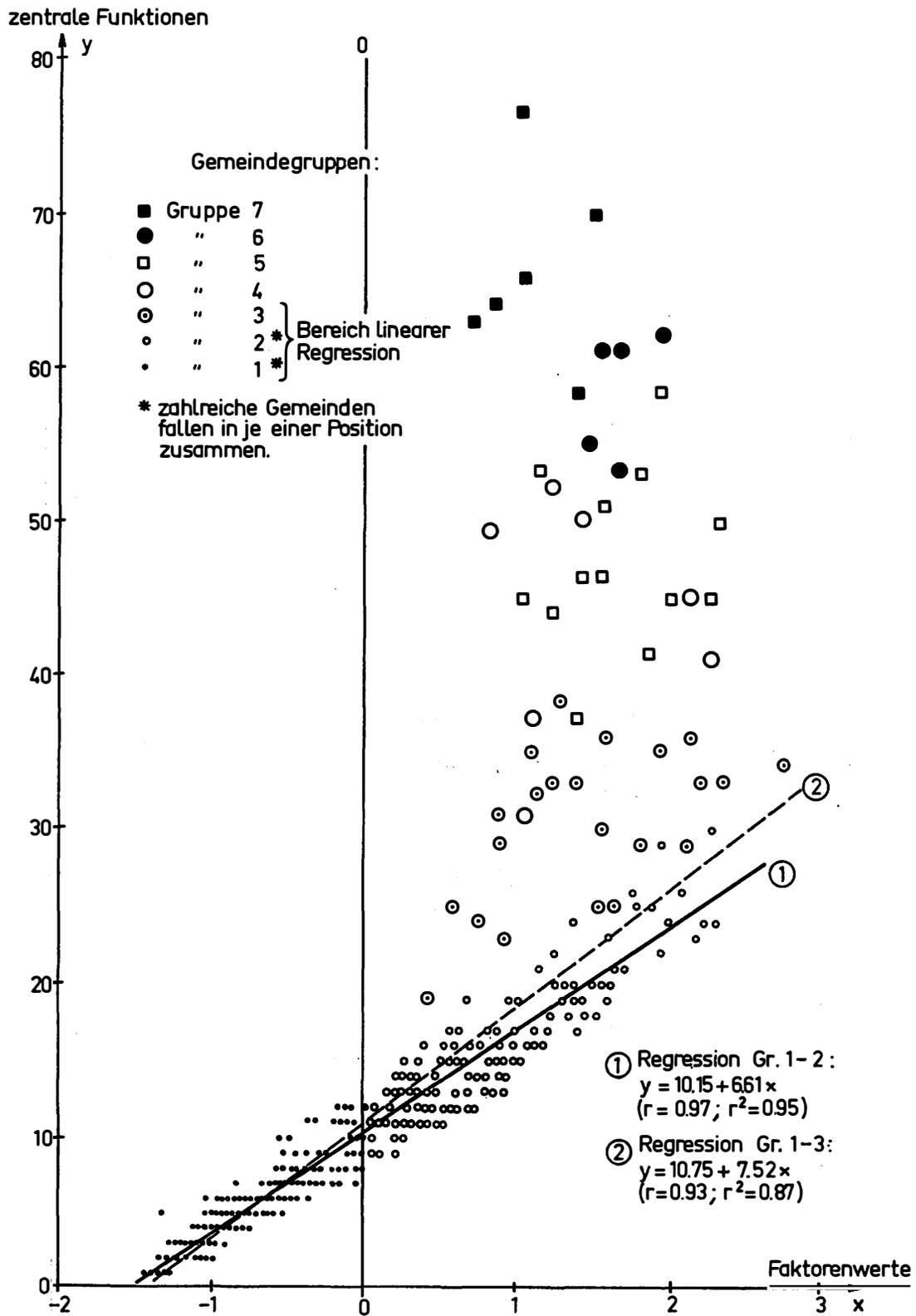


Abb. 6.9: Zusammenhang zwischen Gruppenzugehörigkeit, Anzahl der zentralen Funktionen und Faktorenwerten der Untersuchungsgemeinden - Zentralitätsfaktor 2 der Analyse ALT79A

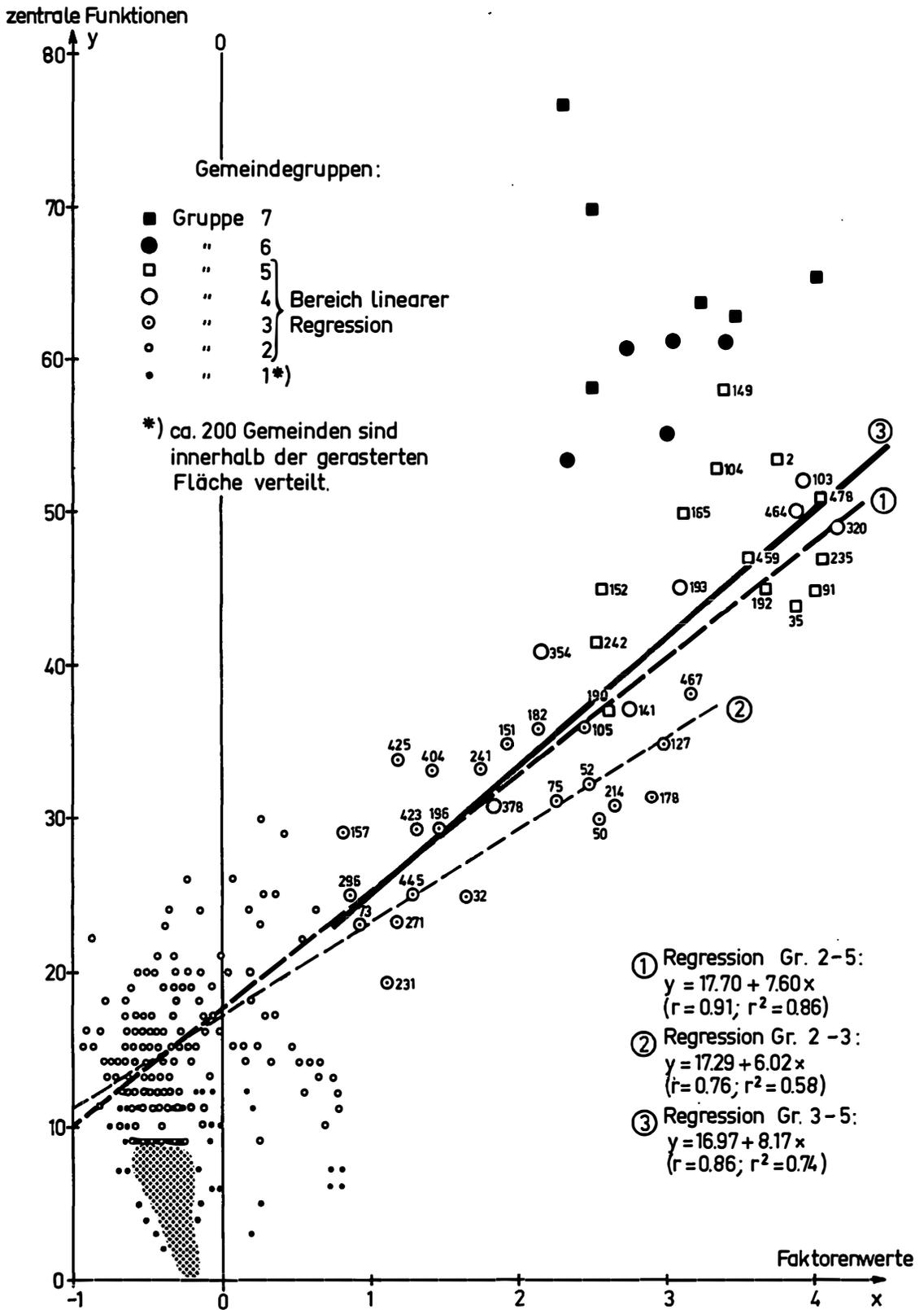


Abb. 6.10: Zusammenhang zwischen Gruppenzugehörigkeit, Anzahl der zentralen Funktionen und Faktorenwerten der Untersuchungsgemeinden - Zentralitätsfaktor 3 der Analyse ALT79A

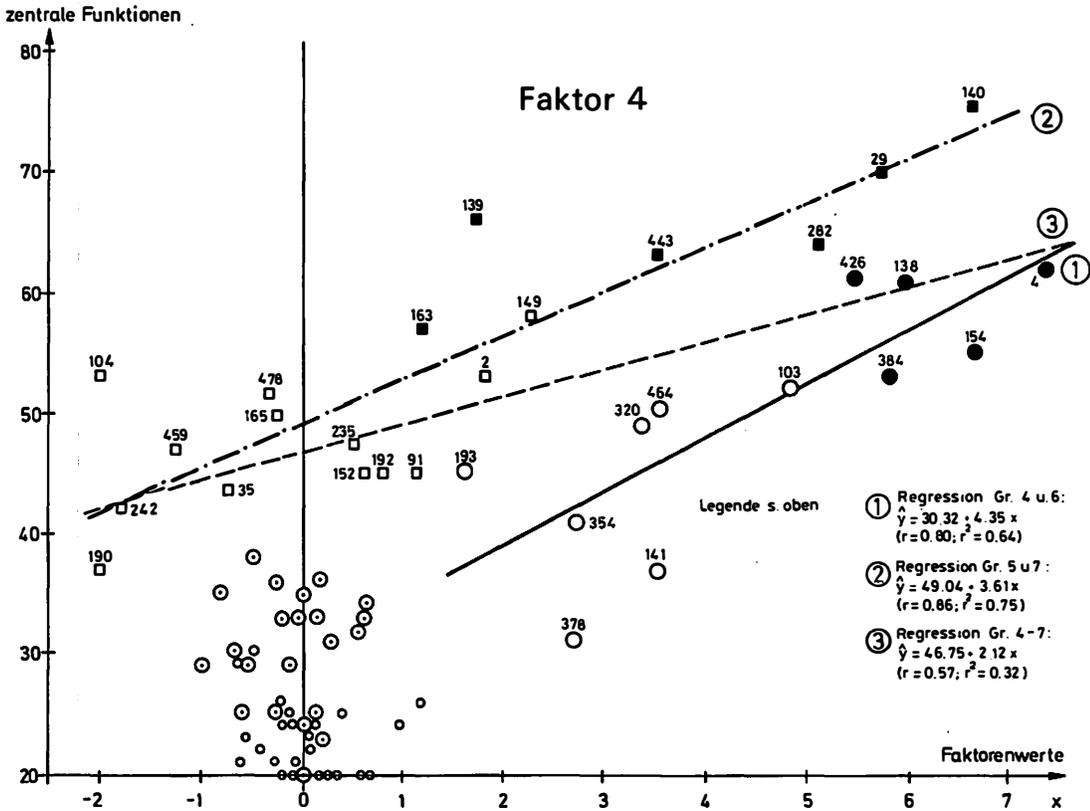
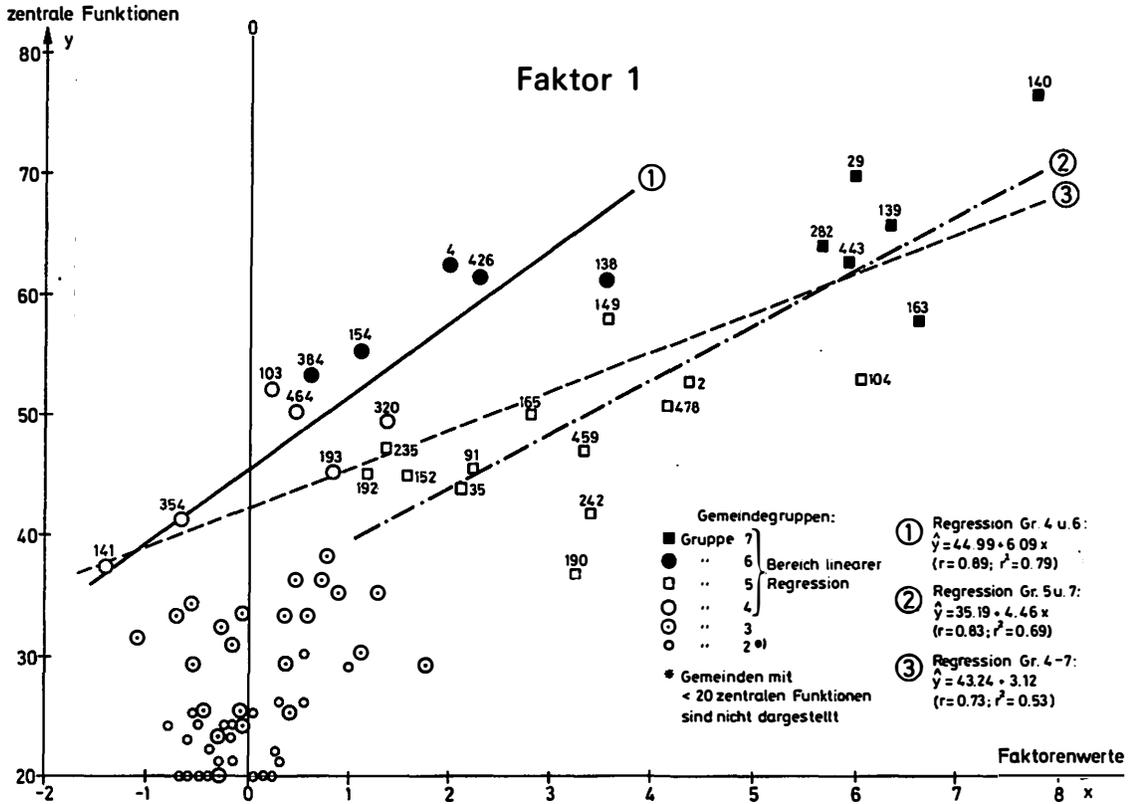


Abb. 6.11: Zusammenhang zwischen Gruppenzugehörigkeit, Anzahl der zentralen Funktionen und Faktorenwerten der Untersuchungsgemeinden - Zentralitätsfaktoren 1 und 4 der Analyse ALT79A

Für die Faktoren 1 und 4 sind die Regressionsbeziehungen in Abb. 6.11 dargestellt. Das Verteilungsbild und die geschätzten Regressionsen stützen unsere Vermutung der Ranggleichheit beider Faktoren – die Regressionsgeraden 3 unterscheiden sich nicht signifikant voneinander. Der Anteil der durch diese Regressionsen erklärten Varianz ist mit $r^2=0,53$ bzw. $0,32$ allerdings ziemlich gering. Er wird bedeutend höher, wenn die Regressionsen bei beiden Faktoren getrennt für die Orte der Gruppen 4 und 6 einerseits (Regressionsgeraden 1) sowie 5 und 7 andererseits (Regressionsgeraden 2) bestimmt werden, wobei auffällt, daß die relative Lage dieser Regressionsgeraden bei den beiden Faktoren wechselseitig ist. Die Faktoren 1 und 4 differenzieren also bei gleicher funktionaler Komplexität der Orte (Anzahl der zentralen Funktionen) zwischen zwei Typen funktionaler Zusammensetzung, und dies offensichtlich nicht nur für die relativ ranghöchsten Gemeindegruppen 6 und 7, sondern auch für die Orte der Gruppen 4 und 5, von denen nach diesen Analysen allerdings nur gesagt werden kann, daß sie zwischen den Hierarchie-niveaus der Gemeindegruppe 3 einerseits und der Gruppen 6 und 7 andererseits stehen.

Die Regressionsbeziehungen zwischen den Faktorenwerten der vier Zentralitätsfaktoren und der Anzahl zentraler Funktionen haben gezeigt, daß die Untersuchungsorte im Prinzip die hierarchische Zentralitätsstruktur aufweisen, wie sie in Abb. 6.8 schematisiert dargestellt ist.

6.5.2 Multiple Gruppenmittelwertvergleiche

Wir greifen auf das Schema Abb. 6.8 zurück, indem wir jedoch nicht mehr die einzelnen Orte auf der Skala funktionaler Komplexität betrachten, sondern Aggregateigenschaften der Gruppen von Orten, um varianzanalytisch die Zuordnung dieser Gruppen zu zentralörtlichen Hierarchie-niveaus zu klären. Als Ergebnis solcher Tests wird eine gemeinsame Rangordnung zentraler Funktionen und zentraler Orte erwartet, die CHRISTALLERs Ableitung von Größentypen zentraler Orte aus den 'Gesetzen' der räumlichen Verteilung der zentralen Funktionen (Grenzreichweiten, Ordnung des Markteintritts; vgl. Tab. 1.1) entspricht.

Da die Faktorenwerte den Grad der Vollständigkeit in der Ausstattung eines Ortes mit zentralen Funktionen messen, die in einem Faktor zusammengefaßt sind, muß sich im Vergleich zweier Gruppen von Orten, die sich bezüglich dieser zentralen Funktionen unterscheiden, die höherrangige durch einen signifikant höheren Gruppenmittelwert auf dem betreffenden Faktor auszeichnen. Da wir je Faktor mehrere Gruppenmittelwerte miteinander zu vergleichen haben, verwenden wir ein Testverfahren für multiple Mittelwertvergleiche. Für unsere Zwecke bietet sich der SCHEFFÉ-Test zur Beurteilung linearer Kontraste³⁰ an: das sind lineare Funktionen der k Mittelwerte μ_i als Ausdruck einer bestimmten Hypothese. Angenommen, $k=3$ Gruppen zentraler Orte sollen daraufhin überprüft werden, ob die Gruppe 3 einen signifikant höheren Mittelwert als die beiden übrigen Gruppen hat, also $\mu_3 > \mu_2 = \mu_1$, so kann diese Hypothese durch einen linearen Kontrast etwa folgender Form ausgedrückt werden: $L = (2)\mu_3 + (-1)\mu_1 + (-1)\mu_2 = 2\mu_3 - \mu_1 - \mu_2$; die in Klammern stehenden Zahlen sind Konstanten, die je nach Hypothese gesetzt werden und deren Summe null ergeben muß. Der Hypothese $\mu_3 = \mu_2 > \mu_1$ entspräche der lineare Kontrast $\mu_2 + \mu_3 - 2\mu_1$.

Die Ergebnisse der multiplen Gruppenmittelwertvergleiche nach Faktoren sind in Tab. 6.9 zusammengefaßt. Auf dem 5 %-Niveau sind die Mittelwerte aus den Faktorenwerten des Faktors 2 für die Gruppen 2 bis 7 signifikant höher als der entsprechende Mittelwert der Gruppe 1; die Mittelwerte der Gruppen 2 bis 7 unterscheiden sich untereinander nicht signifikant. Dieses Ergebnis entspricht genau unserer Hypothese. Wir können zwischen den Gruppen 1 und 2 den Trennstrich zwischen zwei Hierarchie-niveaus ziehen (in diesem Fall besitzen die Orte links vom Trennstrich gar keine Zentralität). Bei Faktor 3 liegt der signifikante Niveauunterschied zwischen den Gruppen 1 und 2 einerseits und 3 und 7 andererseits; Gruppe 5 unterscheidet sich von den anderen Gruppen noch einmal deutlich durch einen signifikant höheren Mittelwert der Faktorenwerte, weshalb hier eine Umordnung der Gruppenreihenfolge vorgenommen wurde. Der SCHEFFÉ-Test zeigt nun für die Faktoren 1 und 4 ein überraschendes Resultat: in beiden Faktoren sind zentrale Funktionen zweier Rangstufen zusammengefaßt; diese Rangstufen kommen jedoch nur in der Gemeinsamkeit beider Faktoren zum Ausdruck. So unterscheiden sich die Gruppen 4 und 5 von den Gruppen 1 bis 3 durch signifikant höhere Mittelwerte auf Faktor 4 oder Faktor 1, während die Gruppen 6 und 7 signifikant höhere Mittelwerte auf beiden Faktoren haben; darüber hinaus sind die beiden Gruppen aber wiederum differenziert, indem sie auf Faktor 1 oder 4 ein signifikant höheres Mittel als alle übrigen Gruppen aufweisen.

gewiesen werden kann³¹. Die Randsummen der Tabelle zeigen, daß es keine Rangordnung der Gruppe 6 und 7 sowie der Gruppen 4 und 5 untereinander gibt; ebenso ist die Reihenfolge der Faktoren 4 und 1 auf dem unteren Trennniveau (a) sowie dem höheren Trennniveau (b) nicht festgelegt. Somit können wir nach den Rangunterschieden sowohl für die zentralen Orte nach Gruppenzugehörigkeit als auch für die zentralen Funktionen nach den Faktoren ALT79A eine vierstufige hierarchische Ordnung feststellen, die jedoch, wie die zwei 'Fehler' im Skalogramm anzeigen, Abweichungen von der nach der Theorie erwarteten Konstellation aufweist, wonach jeweils ein Faktor bzw. eine Gruppe einem Zentralitätsniveau entsprechen sollte. Erklärungen für solche Abweichungen erwarten wir von der Analyse der räumlichen Verteilung zentraler Orte; dabei ist die Hypothese von besonderem Interesse, wonach derartige Differenzierungen in der funktionalen Zusammensetzung zentraler Orte Ausdruck regionaler Wachstums- und Strukturunterschiede von Wirtschaft und Bevölkerung sind.

6.6 HIERARCHIE ODER KONTINUUM ZENTRALER ORTE

In den vergleichenden Zentralitätsuntersuchungen der Chicagoer Schule um BERRY³² spielte die Frage eine bedeutende Rolle, unter welchen Voraussetzungen eine hierarchische Stufung zentraler Orte oder aber ihre kontinuierliche Größenvariation zu beobachten ist; BERRY und seine Mitarbeiter kamen zu dem Schluß, daß Hierarchie und Kontinuum nicht prinzipiell gegensätzliche Systemeigenschaften sind, sondern daß die Ermittlung der einen oder anderen Eigenschaft zentralörtlicher Systeme wesentlich vom Betrachtungsmaßstab der Analyse abhängt: in kleinen, relativ homogenen Regionen ist das Bestehen einer Hierarchie städtischer Zentren besonders augenfällig, während in größeren Untersuchungsräumen inter- und intraregionale Unterschiede in ihrer Gesamtwirkung die Größenrelationen der Städte als ein Kontinuum erscheinen lassen³³. Von Bedeutung ist ferner, ob die Betrachtung der Größenverhältnisse zentraler Orte von deren räumlicher Anordnung abstrahiert - in diesem Fall werden zumeist kontinuierliche funktionale Beziehungen ermittelt - oder die räumliche Dimension explizit berücksichtigt - dann wird man gewöhnlich die Hierarchie als die vorherrschende Eigenschaft erkennen; beide Eigenschaften können also prinzipiell aus den gleichen Daten abgeleitet werden, und der weitere Streit um kontinuierliche oder hierarchische Städtegrößenverteilung ist müßig³⁴. Daß diese Dichotomie Kontinuum - Hierarchie auch vom theoretischen Standpunkt nicht sinnvoll ist, hat PARR gezeigt: Städtegrößenmodelle beider Typen lassen sich unter bestimmten Voraussetzungen ineinander überführen³⁵.

In unserer Untersuchung konnte eine Hierarchie zentraler Orte trotz Vernachlässigung der räumlichen Anordnung der Orte und trotz Inhomogenität des Untersuchungsraumes nachgewiesen werden. Die folgende Analyse wird jedoch zeigen, daß die von BERRY und Mitarbeitern aufgezeigte Abhängigkeit der Untersuchungsergebnisse vom räumlichen Betrachtungsmaßstab analog auch für das Aggregationsniveau der Daten gilt; je allgemeiner diese gefaßt sind, desto stärker wird die kontinuierliche Komponente der Größenverteilung zentraler Orte durchschlagen. Zweifellos besitzen die aus der Analyse ALT79A ermittelten vier Zentralitätsfaktoren einen wesentlich höheren Allgemeingrad als die 79 zentralen Funktionen, von denen die Analyse ausging. Dasselbe gilt für die Faktoren der Vergleichsanalyse VER79L in bezug auf ihre Ausgangsvariablen. Der Gedanke liegt nahe, Zentralität höherer Allgemeinheit dadurch zu bestimmen, daß die bisherigen Zentralitätsfaktoren als Variablen einer weiteren Faktorenanalyse fungieren, aus der übergeordnete Faktoren resultieren, welche die Beziehungen zwischen den ursprünglichen Zentralitätsfaktoren aufzeigen.

Dies entspricht dem Grundgedanken der Faktoren höherer Ordnung bei der Faktorenanalyse, wonach die Korrelationen zwischen den schiefwinkligen Faktoren der ersten Analyse erneut einer Faktorenanalyse unterzogen werden, um Faktoren zweiter Ordnung zu erhalten. Werden diese wiederum faktoranalytisch bearbeitet, ergeben sich Faktoren dritter Ordnung usw.³⁶ Wir erweitern diesen Ansatz, indem wir sowohl die Faktoren beider Zentralitätsanalysen (ALT79A und VER79L) als auch diejenigen der allgemeinen Strukturanalysen des Untersuchungsgebiets (AB100L und REL99A; vgl. Abschnitt 5.2), insgesamt also 22 Faktoren, als komplexe Variablen einer erneuten Faktorenanalyse zugrunde legen (SCOR22; vgl. Anhang 19-21). Die 22 Faktoren für diese Analyse sind im Anhang 19 zusammengestellt. Auf Grund der bisherigen Testresultate erwarten wir unter den Faktoren zweiter Ordnung eine Zentralitätsdimension hohen Allgemeingrades, welche die bisherigen Zentralitätsfaktoren nach ihrem Rang skaliert und somit Ausdruck des Kontinuums zentraler Orte ist. Weiterhin soll die Analyse Aufschluß geben, welche Beziehungen zwischen Zentralität und strukturellen Eigenschaften des Untersuchungsgebietes bestehen, sofern diese in den vorausgehenden Analysen in Faktoren erfaßt werden konnten.

Fünf Faktoren repräsentieren rund 83 % der Gesamtvarianz, klären also die Beziehungen zwischen den 22 Faktoren (Variablen) weitestgehend auf. Die Matrizen zur schiefwinkligen Faktorenrotation enthält Anhang 20. Die iterative Rotation zur Einfachstruktur führte nicht zur gewünschten Signifikanz der Faktoren; nach

Tab. 6.11: Faktorenanalyse SCOR22 -
schiefwinklige Faktoren höherer Ordnung¹

Var. Nr. ²	Faktorenwerte:		Faktorenmuster der Primärfaktoren				
	Faktoren- analyse	Fak- tor ³	1	2	3	4	5
FAKTOR 1: Zentralität							
21	VER79L	2	1.088+	-0.053	0.015	-0.200	-0.476
16	ALT79A	1	1.019+	0.052	0.104	-0.081	-0.494
22	VER79L	3	0.888+	-0.002	0.020	-0.150	-0.013
19	ALT79A	4	0.745+	0.060	-0.071	-0.190	0.068
18	ALT79A	3	0.712+	0.220	0.183	0.015	0.002
20	VER79L	1	0.687+	0.546	0.103	-0.049	-0.084
9	AB100L	1	0.658+	0.618	0.033	0.021	-0.014
1	REL99A	1	0.631+	0.211	0.158	0.027	0.267
12	AB100L	4	0.583	0.371	0.017	0.621+	-0.014
14	AB100L	6	0.566	0.667+	-0.007	-0.134	0.063
11	AB100L	3	0.499	0.782+	-0.040	-0.225	-0.201
8	REL99A	8	-0.323	-0.022	-0.706+	-0.176	-0.257
7	REL99A	7	-0.372	0.456+	0.336	0.103	0.449
FAKTOR 2: Industrie/pendler mit landwirtschaftl. Nebenerwerb							
10	AB100L	2	-0.059	0.974+	-0.696	-0.275	-0.309
17	ALT79A	2	0.081	0.899+	0.012	-0.024	0.217
11	AB100L	3	0.499	0.782+	-0.040	-0.225	-0.201
14	AB100L	6	0.566	0.667+	-0.007	-0.134	0.063
9	AB100L	1	0.658+	0.618	0.033	0.021	-0.014
20	VER79L	1	0.687+	0.546	0.103	-0.049	-0.084
7	REL99A	7	-0.372	0.456+	0.336	0.103	0.449
12	AB100L	4	0.583	0.371	0.017	0.621+	-0.014
3	REL99A	3	-0.027	-0.304	0.011	-0.046	-0.434+
2	REL99A	2	0.018	-0.398	-0.033	0.792+	0.027
15	AB100L	7	-0.275	-0.664+	0.286	0.630	0.361
FAKTOR 3: Industrie							
5	REL99A	5	0.056	-0.119	0.846+	-0.076	0.026
13	AB100L	5	-0.066	0.030	0.807+	-0.176	0.176
4	REL99A	4	-0.006	0.198	0.520+	0.015	0.301
7	REL99A	7	-0.372	0.456+	0.336	0.103	0.449
10	AB100L	2	-0.059	0.974+	-0.696	-0.275	-0.309
8	REL99A	8	-0.323	-0.022	-0.706+	-0.176	-0.257
FAKTOR 4: Vollerwerbs-Landwirtschaft							
2	REL99A	2	0.018	-0.398	-0.033	0.792+	0.027
15	AB100L	7	-0.275	-0.664+	0.286	0.630	0.361
12	AB100L	4	0.583	0.371	0.018	0.621+	-0.014
FAKTOR 5: Gastronomie, Fremdenverkehrsgewerbe							
6	REL99A	6	0.252	0.005	0.030	0.017	0.663+
7	REL99A	7	-0.372	0.456+	0.336	0.103	0.449
15	AB100L	7	-0.275	-0.664+	0.286	0.630	0.361
4	REL99A	4	-0.006	0.198	0.520+	0.015	0.301
10	AB100L	2	-0.059	0.974+	-0.696	-0.275	-0.309
3	REL99A	3	-0.027	-0.304	0.011	-0.046	-0.434+
21	VER79L	2	1.088+	-0.053	0.015	-0.200	-0.476
16	ALT79A	1	1.019+	0.052	0.104	-0.081	-0.494

1 Faktorenanalyse der schiefwinkligen Faktoren aus den Analysen REL99A, AB100L, ALT79A und VER79L sowie Rotation der neuen Faktoren zur Einfachstruktur (ROTO PLOT).

2 Aufgeführt sind nur Variablen, deren Ladungen auf dem jeweiligen Faktor $\geq |0.300|$ sind.

3 Inhaltliche Bezeichnung der Faktoren im ANHANG 19.

18 Rotationszyklen hatten die ersten beiden Faktoren 7, die letzten beiden 9 und der 3. Faktor 12 Nullladungen (auf dem 5 %-Niveau sind mehr als 10 Nullladungen erforderlich). Die Interpretation der Faktoren kann nur mit Zurückhaltung erfolgen.

Tab. 6.11 enthält faktorenlweise die nach der Höhe ihrer Ladungen geordneten Variablen (Faktoren; vgl. hierzu das Variablenverzeichnis Anhang 19). Faktor 1 ist eindeutig die erwartete Zentralitätsdimension; die ersten acht Variablen sind ausschließlich Zentralitätsfaktoren der vorausgegangenen Analysen; sie haben zugleich ihre jeweils höchste Ladung auf diesem Faktor 1. An der Spitze stehen zwei der ranghöchsten Faktoren der Analysen ALT79A und VER79L, die im Vergleich zu den beiden folgenden, auf der gleichen Rangstufe stehenden, Faktoren die mehr städtische Bedarfsorientierung der in ihnen zusammengefaßten zentralen Funktionen repräsentieren. Die Rangplätze 5 und 6 nehmen die Zentralitätsfaktoren der mittleren Hierarchiestufe ein; daß Faktor 1 VER79L auch die zentralen Einrichtungen der unteren Versorgungsstufe mit umfaßt, kommt darin zum Ausdruck, daß diese Variable noch einen weiteren Faktor (Faktor 2) hoch lädt. Der Faktor 1 der Analyse REL99A, der Zentralität als relative Bedeutung der Orte mißt, trägt bezeichnenderweise am geringsten zur neuen Zentralitätsdimension bei. Es fällt auf, daß der Faktor 2 der Analyse ALT79A, der Funktionen der untersten Zentralitätsstufe umfaßt, überhaupt keine Beziehungen zur Zentralitätsdimension SCOR22 aufweist. Vielmehr lädt er den Faktor 2 zusammen mit drei Faktoren der Analyse AB100L hoch, die in dieser Verbindung Gemeinden mit relativ hohem Industriependleraufkommen und starker Betonung des landwirtschaftlichen Nebenerwerbs kennzeichnen, also Gemeinden mit überwiegender Wohnfunktion im Unterschied zu den Standorten des produzierenden Gewerbes (Faktor 3), des Fremdenverkehrs (Faktor 5) oder zentralörtlicher Einrichtungen (Faktor 1). Faktor 4 erfaßt im wesentlichen die Problemgemeinden unzureichender landwirtschaftlicher Erwerbsgrundlage.

Die kartographischen Darstellungen der Faktorenwerte im Anhang 21 vermitteln ein relativ klares Strukturbild des Untersuchungsgebiets. Dabei erweist sich die Zentralität als eine weitgehend unabhängige räumliche Strukturkomponente; die Korrelationen dieses Faktors mit den übrigen Faktoren sind durchweg niedrig (vgl. Tabelle Anhang 20.6). Die Lokalisation zentraler Funktionen folgt offensichtlich eigenen Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten, wie sie die Theorie zentraler Orte postuliert. Die eine Ausnahme, der positive Zusammenhang ($r=0,53$) mit der räumlichen Anordnung von Gastronomie und Fremdenverkehrsgewerbe, steht mit der Aussage im Einklang, daß sich Fremdenverkehrsaktivitäten im allgemeinen zentralitätssteigernd auswirken.

Führt die Verallgemeinerung und Zusammenfassung hierarchiestufen-typischer Zentralitätsfaktoren durch eine Faktorenanalyse zweiter Ordnung zu einer einzigen Zentralitätsdimension kontinuierlicher Variation, so belegen die Analysen von KÖCK³⁷ den entsprechenden Einfluß des räumlichen Betrachtungsmaßstabs auf das Untersuchungsergebnis. Die raumstrukturelle Vielfalt eines ganzen Bundeslandes (Rheinland-Pfalz) bewirkt bei der Faktorenanalyse von 80 zentralen Funktionen die Bildung eines alles beherrschenden Größenfaktors der Handels- und Dienstleistungszentralität³⁸, auf dem die untersuchten zentralen Orte ein Kontinuum darstellen. Ihre anschließende Gruppierung zu "Bedeutungstypen"³⁹ stellt lediglich eine klassifikatorische Beschreibung und nicht den Nachweis einer hierarchischen Stufung dar. Diese zeichnet sich erst ab, wenn die Aggregationsebene der Faktoren verlassen und die Präsenz einzelner zentraler Funktionen geprüft wird⁴⁰.

Die vorgestellten Ergebnisse unterstreichen noch einmal den an sich bekannten Tatbestand, daß die Hierarchie zentraler Orte keine quasi natürliche Eigenschaft der Siedlungsstruktur ist, die es nur aufzuspüren gilt, sondern ein theoretischer Konstrukt, dessen empirische Relevanz nachzuweisen ist.

ANMERKUNGEN

- 1 Eine vereinfachte Lösung zur Erstellung einer GUTTMAN-Skala zur Zentralitätsbestimmung bei großer Anzahl zentraler Funktionen und zentraler Orte hat BRATZEL vorgeschlagen, indem Zellen und Spalten des Skalogramms je unabhängig voneinander vertauscht werden; vgl. P. BRATZEL: Praxisorientierte Verfahren zur Zentralitätsbestimmung, in: Beiheft Geogr. Rundsch. (1977) 3, S. 113-120.
- 2 Zwei Orte wurden weggelassen, da sie keine der 12 ausgewählten Funktionen enthalten.
- 3 vgl. R. MAYNTZ, K. HOLM, P. HÜBNER: Einführung in die Methoden der empirischen Soziologie, Köln u. Opladen 1969, S. 61-62.
- 4 Das Ergebnis des Phi-Koeffizienten zur Korrelationsbestimmung bei den vorliegenden Daten ist identisch mit dem des Produktmoment-Korrelationskoeffizienten, wenn dieser auf Alternativdaten angewandt wird (vgl. hierzu Abschn. 4.3.3, bes. Anm. 137. Die Berechnung der Korrelationsmatrix erfolgt also im Faktorenanalyse-Programm PAFA (Deutsches Rechenzentrum Darmstadt Autor: Schnell; Version GMD Bonn, Autor: Mehler, IIM) das für die Analyse verwendet wurde.
- 5 Berechnung auf Grund verbesserter Kommunalitätsschätzung durch zusätzliche Iterationen. Die Summe der ersten 74 Eigenwerte beträgt 61, 12; dieses Maß ist identisch mit der Spur der reduzierten Korrelationsmatrix.
- 6 vgl. Anhang 2 und Anhang 3.
- 7 vgl. Abb. 4.5 im Abschn. 4.3.3.
- 8 vgl. Abschn. 4.3.2.
- 9 vgl. K. ÜBERLA: Faktorenanalyse, a. a. O., S. 188-204.
- 10 vgl. ebd., S. 346-354. - Die in dieser Arbeit verwendeten Bezeichnungen der bei der schiefwinkligen Faktorenrrotation auftretenden Matrizen entsprechen denen ÜBERLAS; vgl. ebd., S. 204-206.
- 11 Es handelt sich um die Korrelationen zwischen den Primärfaktoren (C_f).
- 12 vgl. hierzu Abb. 4.2 sowie die Erläuterungen dazu. - Die schiefwinklige Faktorenrrotation bedient sich der Reference-Vektoren zum Auffinden der Einfachstruktur; vgl. Anhang 14.
- 13 vgl. Abschn. 2.1.3.
- 14 52 % der durch eine Faktorenanalyse erklärten Gesamtvarianz mag im Vergleich zu anderen Untersuchungen mit Faktorenanalysen gering erscheinen; es muß jedoch bedacht werden, daß mit Festlegung des Skalenniveaus (Alternativdaten) und der Auswahl der Daten (gesamtes Spektrum zentralörtlicher Aktivitäten) extrem schwache Voraussetzungen im Hinblick auf die Hierarchie-Hypothese (und somit für die Faktorenanalyse) getroffen wurden.
- 15 vgl. hierzu auch Abschn. 4.3.1.
- 16 Das bei orthogonaler Faktorenrrotation verwendete Standardprogramm FAKS zur Berechnung der Faktorenwerte (Deutsches Rechenzentrum Darmstadt) konnte hier nicht eingesetzt werden, da es nicht von der Korrelationsmatrix der Ausgangsdaten (R), sondern von der aus den Faktorladungen reproduzierten Korrelationsmatrix (R^+) ausgeht, jedoch keine Möglichkeit zur Eingabe der Matrix der Korrelationen zwischen den Faktoren besitzt. - Zur Berechnung schiefwinkliger Faktorenwerte vgl. K. ÜBERLA: Faktorenanalyse, a. a. O., S. 241-248.
- 17 vgl. hierzu die Erläuterungen im Abschn. 6.1.
- 18 vgl. B. J. L. BERRY: A method for deriving multi-factor uniform regions, in: Przegląd Geograficzny 33 (1961), S. 263-282 (dt. Übers.: Eine Methode zur Bildung homogener Regionen mehrdimensionaler Definition, in: D. BARTELS (Hrsg.) Wirtschafts- und Sozialgeographie, Köln u. Berlin 1970, S. 212-227).
- 19 Programm GRUPP von F.-J. KEMPER, Geogr. inst. d. Univ. Bonn (1971).
- 20 Die 'Gewichte' sind im Anhang 18 aufgeführt. Es handelt sich um die Spaltenquadratsummen der Reference-Vektoren-Struktur (vgl. Anhang 14, Tab. 4).
- 21 Das bedeutet, daß die Hierarchiestufen nicht gleichgewichtig ausgebildet sind.
- 22 vgl. G. BAHRENBURG, E. GIESE: Statistische Methoden und ihre Anwendung in der Geographie, Stuttgart 1975, S. 259-269.
- 23 vgl. ebd., S. 264-269.
- 24 Zum Problem der Variablenengewichtung bei der Zentralitätsbestimmung vgl. Abschn. 4.2, insb. 4.2.3.
- 25 Als 'Schnitte' durch den Gruppierungsstammbaum kommen auch hier nur drei Alternativen in Betracht: 19 Gruppen, 11 Gruppen, 5 Gruppen. Für die Diskriminanzanalyse wurde die Alternative mit 11 Gruppen zugrunde gelegt.
- 26 vgl. Abschn. 1.5.3, Hypothese H.1.
- 27 Die Darstellungsform ist R. MAYNTZ, K. HOLM, P. HÜBNER: Einführung ..., a. a. O., Abb. 8, S. 59, entlehnt.
- 28 Man muß sich zum direkten Vergleich die Abb. 6.8 gedreht und gespiegelt vorstellen, so daß die Skalen mit den entsprechenden der Abb. 6.9 bis 6.11 zusammenfallen.
- 29 vgl. hierzu auch Tabelle Anhang 14.9.
- 30 vgl. E. WEBER: Grundriß der biologischen Statistik, Stuttgart, 7. Aufl. 1972, S. 264-266 sowie S. 249-255; L. SACHS: Statistische Auswertungsmethoden, Berlin usw. 1968, S. 492-495.

- 31 Das Skalogramm Tab. 6.10 entspricht nicht, wie man nach der äußeren Ähnlichkeit vermuten könnte, dem im Abschn. 4.3.3 eingeführten Modellbeispiel 2 für eine kontinuierliche Größenverteilung zentraler Orte (vgl. Tab. 4.1, rechts), da dort einzelne Orte, hier jedoch Gruppen von Orten die Probanden sind.
- 32 vgl. hierzu Abschn. 4.2.2., in dem Arbeiten der BERRY-Schule referiert wurden.
- 33 vgl. B. J. L. BERRY, H. G. BARNUM: Aggregate relations and elemental components of central place systems, in: Journ. of Regional Science 4(1962), S. 35.
- 34 vgl. B. J. L. BERRY, H. G. BARNUM, R. J. TENNANT: Retail location and consumer behavior, in: Papers a. Proceed., Regional Science Assoc. 9(1962), S. 102-103.
- 35 vgl. J. B. PARR: Models of city size in an urban system, in: Papers, Regional Science Assoc. 25 (1970), S. 221-253.
- 36 Zu den Interpretationsmöglichkeiten und -grenzen solcher Faktoren höherer Ordnung vgl. K. ÜBERLA: Faktorenanalyse, a. a. O., S. 227-232; R. J. RUMMEL: Applied factor analysis, Evanston, Ill. 1970, S. 171-172 u. 423-432.
- 37 H. KÖCK: Das zentralörtliche System von Rheinland-Pfalz, Forsch. z. Raumentwickl. Bd. 2. 1975.
- 38 vgl. ebd., S. 77-83. Faktor 1 "Handels- und gewerbliche Dienstleistungszentralität" vereinigt unrotiert allein 92 % der gemeinsamen Varianz dreier Faktoren auf sich.
- 39 vgl. ebd., S. 102-106.
- 40 vgl. ebd., S. 128-141; vgl. auch Abschn. 4.2.3 der vorliegenden Arbeit.

7 RÄUMLICHE VERTEILUNG ZENTRALER ORTE

7.1 VORAUSSETZUNGEN DER LOKALISATIONSANALYSE

7.1.1 Zur Auswahl der Untersuchungsobjekte

Mit dem Nachweis von Größentypen zentraler Orte im Sinne CHRISTALLERs, also der prinzipiellen Bestätigung der Hierarchie-Hypothese, ist nun eine entscheidende Voraussetzung für die Anwendung des in Kap. 3 entwickelten Lokalisationsmodells zur Analyse der räumlichen Verteilung zentraler Orte gegeben^{1*}. Dieses Modell basiert auf stochastischen Punktprozessen, deren empirischer Einsatz nur dann sinnvoll ist, wenn die Auswahl der zu analysierenden Orte, die gleichwertigen Punkten im Raum entsprechen, aus der jeweils zu prüfenden Lokalisierungshypothese selbst folgt, also theoretisch begründet ist². Da die Größentypen zentraler Orte Ausdruck bestimmter Regelmäßigkeiten der räumlichen Verteilung zentraler Funktionen als Ergebnis individueller, jedoch nicht unabhängiger Standortentscheidungen der Anbieter sind, erlaubt die Lokalisationsanalyse Rückschlüsse auf das Verhalten der Anbieter, aber auch der Konsumenten; von dem die Standortwahl der Anbieter wesentlich abhängt³.

Für die nachfolgende Lokalisationsanalyse gehen wir zunächst von den zentralen Funktionen aus, wie sie in den hierarchischen Zentralitätsfaktoren der Analyse ALT79A jeweils zusammengefaßt sind, wobei wir die Standortmuster der zentralen Funktionen als übereinander gelagerte 'Schichten' auffassen können, welche das räumliche System der zentralen Orte aufbauen. Da die Faktorenwerte den jeweiligen Grad der Vollständigkeit der Funktionenbündel der Faktoren messen, können wir im Kontinuum der Faktorenwerte Schwellenwerte festsetzen, die eine Aufspaltung aller Untersuchungsorte erlauben in solche, die über eine bestimmte zentralörtliche Mindestausstattung nach der Anzahl der verschiedenen zentralen Funktionen verfügen und solche, die diese Eigenschaft nicht besitzen. Dabei setzen wir den untersten Schwellenwert stets beim Mittelwert der standardisierten Faktorenwerte (=0,0) an; die weiteren Schwellenwerte werden dann schematisch in Einheiten der Standardabweichung (0,5; 1,0; 1,5; 2,0) in Anpassung an die Werteverteilung gesetzt. Auf diese Weise erhalten wir Mengen diskreter Objekte, nämlich zentrale Orte bestimmter Standorteigenschaften, deren räumliche Verteilung wir nunmehr analysieren können.

Im zweiten Schritt der Lokalisationsanalyse legen wir die Größentypen zentraler Orte (nach den Faktoren ALT79A) für die Quadratanalyse zugrunde, jedoch nicht in der Form, daß die Orte jeweils einer Gruppe auf ihre Verteilungseigenschaften untersucht werden, sondern nach Zuordnung der Gruppen zu Rangstufen, wie sie im vorigen Abschnitt durch multiple Gruppenmittelwertvergleiche und anschließende GUTTMAN-Skalierung nachgewiesen werden konnten. Analysiert werden also alle Orte, die mindestens der Rangstufe 1 angehören (Gruppen 2-7), dann diejenigen, die mindestens der Rangstufe 2 angehören (Gruppen 3-7), schließlich die Orte der Rangstufe 3 (Gruppen 4-7) und die der Rangstufe 4 (Gruppen 6-7). Damit erfassen wir Verteilungsmuster zentraler Orte auf den verschiedenen Versorgungsniveaus, denen Marktgebiete unterschiedlicher Ordnung zugeordnet sind⁴.

* Anmerkungen zu diesem Kapitel vgl. S. 152

Zur Durchführung der so angelegten Analyse der räumlichen Verteilung zentraler Funktionen und zentraler Orte bedarf es jedoch noch der Klärung einiger methodischer Probleme, die sich bei der Anwendung der Quadratanalyse ergeben.

7.1.2 Exkurs: Methodische Probleme bei der Quadratanalyse

Das entscheidende Problem bei der Quadratanalyse ist die Wahl der 'richtigen' Quadratgröße für die Ermittlung der empirischen Häufigkeitsverteilungen, da hiervon das Ergebnis des Hypothesentests abhängen kann. Eine notwendige Bedingung für die Festsetzung der Maschenweite des Zählgitters, das über die zu analysierende Punktverteilung gelegt wird, ist die Unabhängigkeit der Besetzungszahlen, die sich durch Auszählen ergeben, denn diese Bedingung ergibt sich aus den Eigenschaften der Wahrscheinlichkeitsfunktionen, die mit den empirischen Verteilungen auf Übereinstimmung getestet werden sollen.

Im Abschnitt 3.4.3 hatten wir den Test auf räumliche Autokorrelation der Anordnungsmuster jeweiliger Punktverteilungen, wie sie sich bei Zählgittern unterschiedlicher Maschenweite ergeben, als eine geeignete Möglichkeit beschrieben, die Erfüllung der Testvoraussetzung unabhängiger Beobachtungen zu prüfen und zugleich die mögliche Abhängigkeit der Testresultate von der Gittergröße zu kontrollieren, indem auch die Quadratanalyse für unterschiedliche Gittergrößen durchgeführt wird.

Unseren Untersuchungen liegen vier verschiedene Netze zur Erstellung der empirischen Häufigkeitsverteilungen zugrunde (vgl. Abb. 7.1 bis 7.4): die Netze enthalten $N=134$ Raumeinheiten bei einer Maschenweite von 4 km, 58 Raumeinheiten beim 6 km-Netz, 38 beim 7,5 km-Netz sowie 26 Raumeinheiten beim 9 km-Netz. Die Maschenweiten sind zwar willkürlich, aber in der Abstufung auf die zu analysierenden Punktverteilungen in etwa abgestimmt. Die Anpassung der Netze an die unregelmäßige Form des Untersuchungsgebietes ist umso schwieriger, je größer die Maschenweite ist. Beim Netz $N=26$ waren Kompromisse der Lage und Form der Raumeinheiten erforderlich, um das Untersuchungsgebiet hinreichend abzudecken.

Der Test auf räumliche Autokorrelation wurde für sämtliche nachfolgend zu analysierende Punktverteilungen auf der Basis derjenigen Gittergrößen durchgeführt, die nach der Punktdichte (mittlere Anzahl der Punkte je Raumeinheit) überhaupt in Betracht kamen. Tab. 7.1 zeigt die Ergebnisse der Tests, die auf der Berechnung des "contiguity ratio" von GEARY beruhen, der unter der Normalitätsannahme auf signifikante Abweichungen von der Nullkorrelation geprüft wurde⁵. In der Tabelle sind nicht die Koeffizienten c , sondern die Prüfgrößen Z angegeben, da diese das Testresultat unmittelbar mitteilen⁶. Da wir an der Bestätigung der Nullhypothese interessiert sind, also an dem Resultat, daß die analysierte Punktverteilung keine räumliche Autokorrelation aufweist, d. h. die Besetzungszahlen benachbarter Raumeinheiten unabhängig sind, setzen wir das unterste Signifikanzniveau mit 90 % niedriger als sonst üblich an und weisen die Hypothese unabhängiger Beobachtungen zurück, wenn Z den Wert 1,28 erreicht oder überschreitet. Die Vorzeichen der Z -Werte entsprechen der Richtung der räumlichen Autokorrelation; negative Autokorrelation liegt bei regelmäßigen Verteilungen vor, positive bei räumlichen Häufungen.

Die Testergebnisse bedürfen keiner eingehenden Einzelbeschreibung; bei der nachfolgenden Quadratanalyse werden wir ohnehin darauf zurückgreifen. Die Deutung der Ergebnisse sei für Faktor 2 beispielhaft aufgezeigt. Gemeinden mit Faktorenwerten $\geq 0,0$ zeigen keinerlei Anordnungsmuster, unabhängig von der Netzgröße; anders bei denjenigen Gemeinden, deren Ausstattung mit Funktionen der unteren Versorgungsstufe vollständiger ist; bei einer Maschenweite von 4 km ist ihre Verteilung hochsignifikant regelmäßig – die Maschenweite dürfte in etwa dem typischen Abstand zwischen diesen Orten entsprechen. Die regelhafte Anordnung verschwindet, wenn man die Verteilung im Netz der Maschenweite 6 km betrachtet. Gemeinden mit hohen Faktorenwerten ($\geq 1,0$) zeigen für die Netze größerer Maschenweite (7,5 bzw. 9 km) eine entgegengesetzte Verteilungscharakteristik, nämlich hochsignifikante räumliche Häufungen, die auf regionale Strukturunterschiede hinweisen. Nur das 6 km-Netz ($N=58$) erfüllt für alle Niveaus der Faktorenwerte des Faktors 2 die Bedingung unabhängiger Besetzungszahlen.

Hingewiesen sei noch auf die ausgeprägten Unterschiede der Autokorrelationstests für die Faktoren 1 und 4, die sich als ranggleich erwiesen hatten. Orte mit hohen Faktorenwerten auf Faktor 1 weisen hochsignifikante räumliche Häufungen auf, während die entsprechenden des Faktors 4 in ihren Besetzungszahlen unabhängig voneinander sind mit leichter Tendenz zur Regelmäßigkeit. Bei Faktor 1 ergeben sich Probleme für die Quadratanalyse.

Noch ein weiteres Problem ergibt sich im Rahmen der Quadratanalyse. Für den Chi-Quadrat-Anpassungstest braucht man beispielsweise zur Anpassung einer Wahrscheinlichkeitsverteilung mit drei Parametern mindestens fünf Häufigkeitsklassen, um einen Freiheitsgrad für den Test zu haben, also $FG = 5 - 3 - 1 = 1$ (vgl. Abschnitt 3.4.2). Für die Erwartungshäufigkeiten gilt dann, daß nur eine davon kleiner als 5 sein darf,

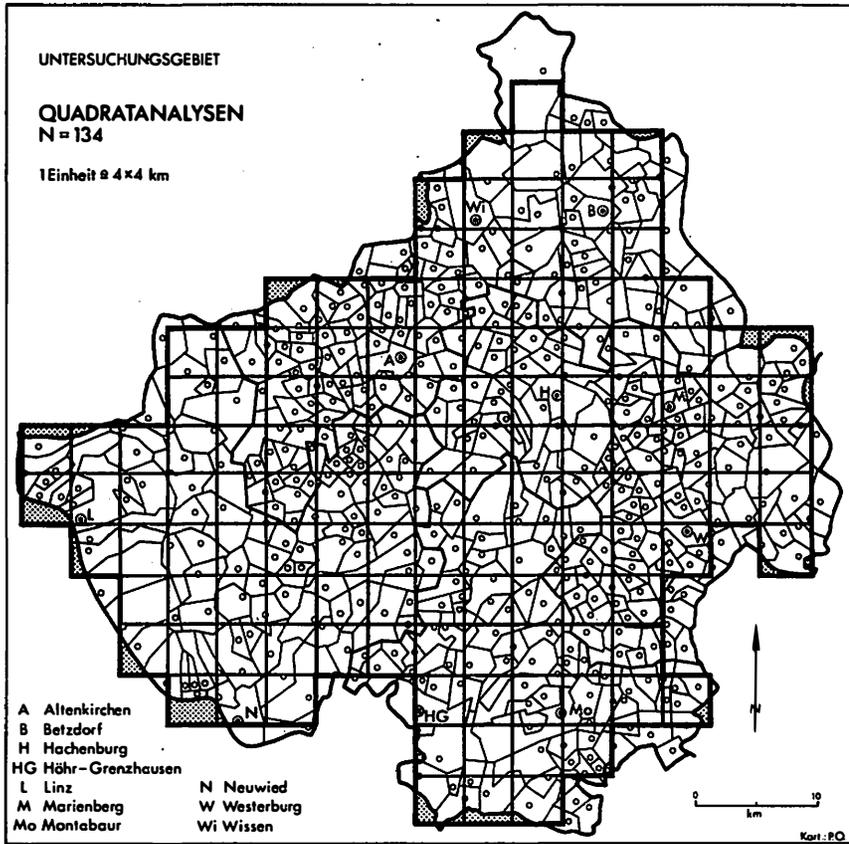


Abb. 7.1

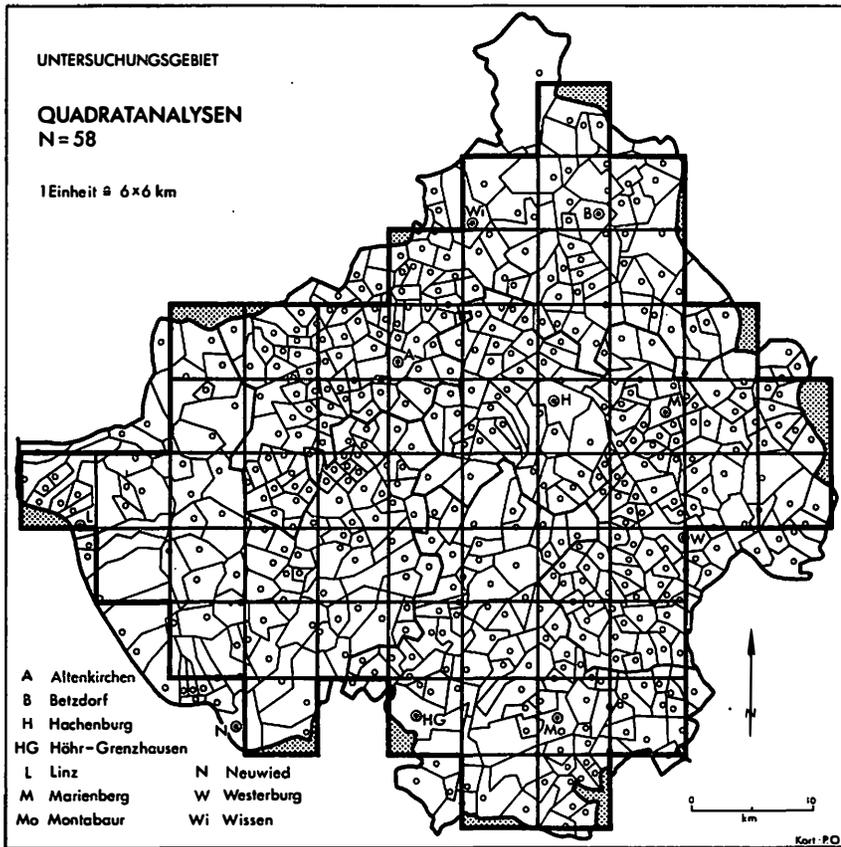


Abb. 7.2

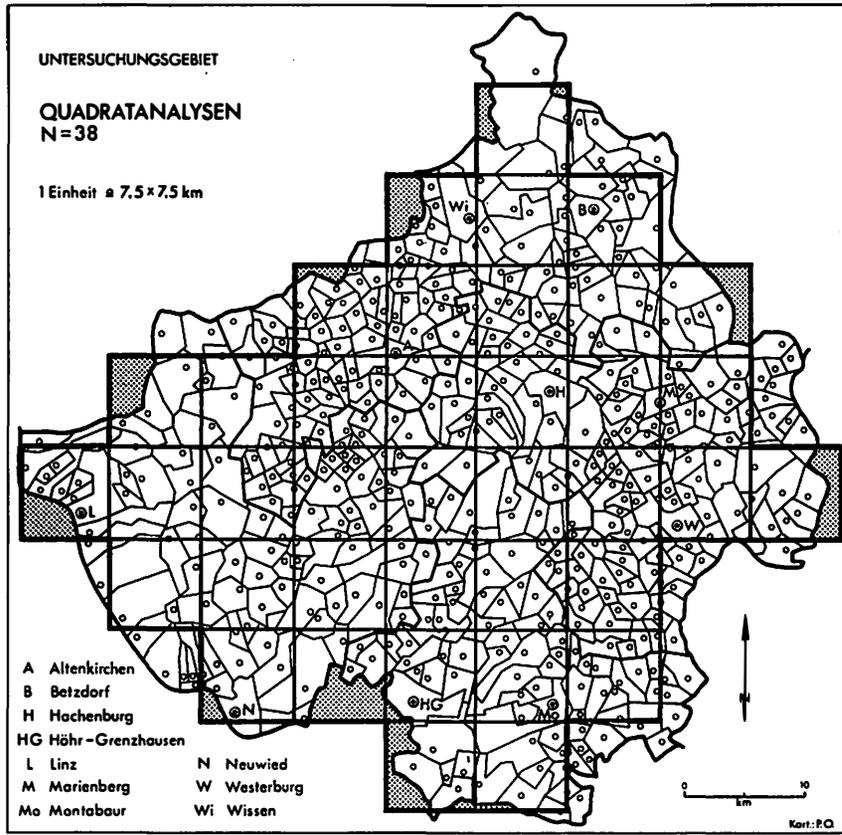


Abb. 7.3

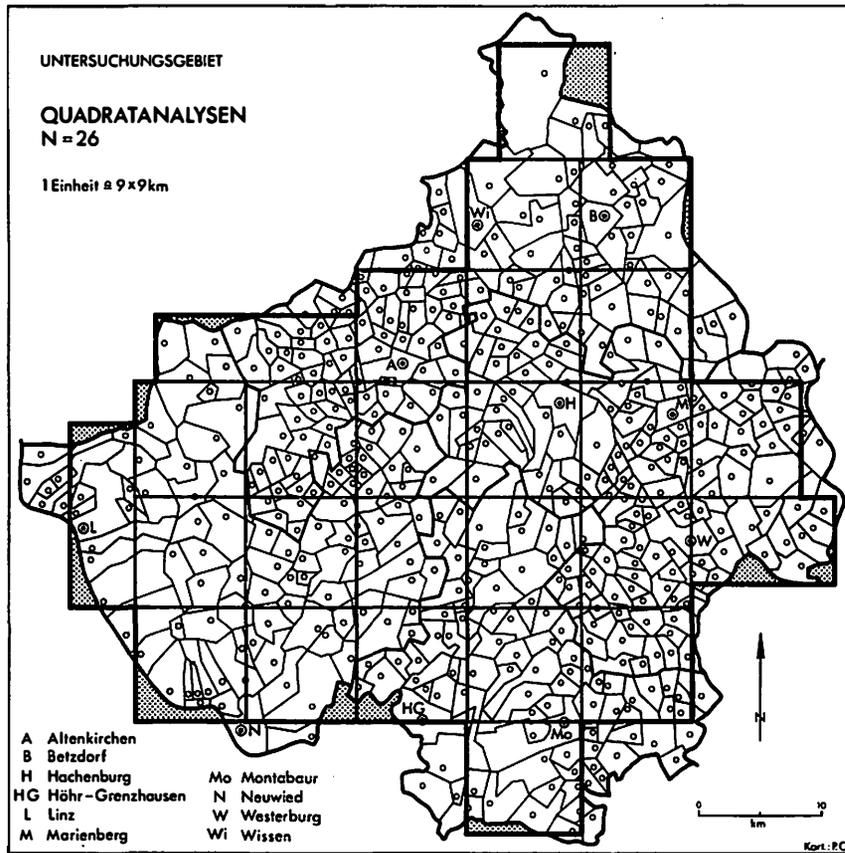


Abb. 7.4

Tab. 7. 1: Test auf räumliche Autokorrelation mit den "contiguity ratio" von R. C. GEARY*)

PRÜFGRÖSSE Z Die Hypothese H_0 , daß die jeweils analysierte räumliche Punktverteilung keine räumliche Autokorrelation aufweist, ist zurückzuweisen, wenn $|Z| \geq Z_{\alpha}$:

Signifikanzniveau	Kritische Werte Z_{α}	H_0 zurückweisen: Es besteht räumliche Autokorrelation!
90 % :	$Z_{0.10} = 1,28$	*
95 % :	$Z_{0.05} = 1,64$	**
97 % :	$Z_{0.025} = 1,88$	***
99 % :	$Z_{0.01} = 2,33$	****

Standorte nach Faktoren		Quadratanalyse mit			
Faktor	Faktorenwerte	N = 134	N = 58	N = 38	N = 26
2	$\geq 0,0$	0,15	0,12		
	$\geq 0,5$	-2,05 ***	-0,24		
	$\geq 1,0$		0,87	2,08 ***	2,25 ***
	$\geq 1,5$		-1,12	1,60 *	1,65 **
3	$\geq 0,0$		0,65	0,54	1,22
	$\geq 2,0$		1,22	1,28 *	0,96
1	$\geq 0,0$		-0,25	1,46 *	1,23
	$\geq 0,5$		1,37 *	1,11	0,54
	$\geq 2,0$		2,72 ****	2,28 ***	1,73 **
4	$\geq 0,0$		-0,14	-0,64	0,27
	$\geq 0,5$		-0,47	0,29	-0,61
	$\geq 2,0$		-0,92	-0,38	0,41
Zentrale Orte nach Rang		N = 134	N = 58	N = 38	N = 26
Rang	Gruppen				
1	2-7	0,15	0,12		
2	3-7		0,79	1,58 *	1,53 *
3	4-7		1,82 **	2,27 ***	1,52 *
4	6-7		-1,12	0,22	-1,41 *

*) R. C. GEARY: The contiguity ratio and statistical mapping, In: The Incorporated Statistician 5 (1954); wieder abgedr. in B. J. L. BERRY, D. F. MARBLE (Hrsg.) Spatial analysis. Englewood Cliffs, N. J. 1968, S. 461-478.

jedoch größer als 1 sein muß. Handelt es sich um höherrangige zentrale Funktionen oder Orte, die relativ selten sind, so daß ein Netz größerer Maschenweite und somit geringerer Anzahl der Raumeinheiten verwendet werden muß, und ist zusätzlich die räumliche Verteilung ziemlich regelmäßig, so daß eine Häufigkeitsklasse stark, die übrigen Klassen jedoch relativ schwach besetzt sind, ist die Testvoraussetzung bezüglich der Erwartungshäufigkeiten nur schwer zu erfüllen. Führt man dennoch den Chi-Quadrat-Test durch, schätzt man die Testgröße zu niedrig und somit die Überschreitungswahrscheinlichkeit P für die Nullhypothese (vgl. Abschnitt 3.4.2) zu hoch ab. In diesen Fällen 'korrigieren' wir den Chi-Quadrat-Wert unter der Annahme eines größeren Stichprobenumfangs, also durch proportionale Vergrößerung aller Erwartungshäufigkeiten, so daß diese die Testvoraussetzung gerade erfüllen. Erhalten wir z. B. bei $N=26$ einen Chi-Quadrat-Wert von 0,95, benötigen wir jedoch einen 3,5-fach größeren Stichprobenumfang, also $N=91$, so brauchen wir den Chi-Quadrat-Wert lediglich mit 3,5 zu multiplizieren und erhalten 3,33. Diesen Wert benutzen wir als Näherung für die Bestimmung der Überschreitungswahrscheinlichkeit P, die ein Maß für den Grad der Übereinstimmung zwischen empirischer und theoretischer Verteilung ist. Bei $FG=1$ entspricht $\chi^2=3,33$ ein P-Wert von 7 % (schwache Übereinstimmung), während das unkorrigierte $\chi^2=0,95$ den Grad der Übereinstimmung mit $P=34$ % überschätzt. Derart 'korrigierte' Chi-Quadrat-Werte sind in den folgenden Tabellen zur Quadratanalyse in Klammern aufgeführt, um anzudeuten, daß es sich lediglich um Näherungen handelt.

7.2 STANDORTMUSTER ZENTRALER FUNKTIONEN

Wir kommen nun zur eigentlichen Quadratanalyse, also zur Überprüfung der Lokalisationshypothesen, wie sie in den verschiedenen Wahrscheinlichkeitsfunktionen unseres stochastischen Modells zum Ausdruck kommen⁷, anhand der beobachteten Verteilungsmuster zentraler Funktionen und zentraler Orte. 'Schlüsselparameter' des Lokalisationsmodells sind die Konstanten p bzw. S und k bzw. λ , welche die Variabilität der Reichweiten zentraler Funktionen beschreiben. Dabei ist p bzw. S (Formeln 3.4 und 3.5) Ausdruck von Variationen oberer Reichweitengrenzen, die im wesentlichen aus dem Einkaufsverhalten der Konsumenten resultieren; den Grad der Variation der oberen Reichweite können wir durch die Maßzahl $V^0 = (m-p)/m = 1-(p/m)$ bzw. $1-(S/m)$ messen, wobei m die Punktdichte im Raum ist. Dieser Quotient schwankt zwischen 0 (konstante Reichweite) und 1 (zufällige Variation). Der Parameter k bzw. λ (Formeln 3.3 und 3.5) erfaßt die für die jeweiligen Standortmuster bedeutsame Komponente räumlicher Inhomogenität, der Variationen der unteren Reichweitengrenzen entsprechen; als Maß für den Grad der Variabilität kommt der Variationskoeffizient der Gammaverteilung (vgl. Abschnitt 3.3.3) in Betracht, der nach Umformung⁸ die Gestalt $V^u = k^{-1/2}$ bzw. $\lambda^{-1/2}$ hat. Er strebt gegen null, wenn k gegen unendlich strebt, wenn also die räumlichen Dichtevariationen (Variation des Parameters m) verschwinden. $V^u=0$ entspricht somit relativ konstanten unteren Reichweitengrenzen; nach oben ist dieses Variationsmaß theoretisch unbegrenzt, praktisch jedoch nicht, da Werte größer als eins selten auftreten, entsprechen sie doch einer Gammaverteilung, die eine stärkere Streuung als die Exponentialverteilung ($V^u=1$) aufweist.

7.2.1 Faktor 2: Zentrale Funktionen der unteren Versorgungsstufe

Die Anlage der Quadratanalyse zur Untersuchung der Standortmuster zentraler Funktionen nach den Zentralitätsfaktoren ALT79A war im Abschnitt 7.1.1 bereits erläutert worden. Abb. 7.5 zeigt die räumliche Verteilung der Gemeinden nach der Höhe der Faktorenwerte auf Faktor 2. Wir erstellen Häufigkeitsverteilungen für die Quadratanalyse zunächst für alle dargestellten Gemeinden, dann für die der oberen drei, der oberen zwei Größenklassen und schließlich für die der obersten Größenklasse nach den Faktorenwerten. Aus dem Autokorrelationstest ging schon hervor, welche Netze der Abb. 7.1 bis 7.4 zur Auszählung verwendet wurden.

Tab. 7.2 zeigt die Ergebnisse für die im Faktor 2 zusammengefaßten zentralen Funktionen der unteren Versorgungsstufe ('tägliches Bedürfnis'). Für diese Funktionengruppe erwarten wir eine relativ regelmäßige Standortverteilung auf Grund der naheliegenden Vermutung, daß für häufig sich wiederholende Einkäufe bei zumeist geringer Kaufsumme je Kaufakt gewohnheitsmäßige Verhaltensweisen bei den Konsumenten bestimmend sein dürften, die zur Verringerung der Reichweitevariabilität für die Funktionengruppe und zur Herausbildung fester Marktgebiete geringer Konkurrenzüberschneidung an den Grenzen führen. Es kommt hinzu, daß die Anbieter dieser Funktionengruppe mit überwiegend kleinen Betriebseinheiten auch noch Gebiete geringer Bevölkerungsdichte versorgen können, so daß räumliche Dichteunterschiede der Kaufkraft nicht entsprechende Dichteunterschiede bei den Standorten des Angebots bewirken, sondern durch die Anzahl der Anbieter je Standort sozusagen ausgeglichen werden. Das entspricht geringer Variabilität der unteren Reichweitengrenzen für die jeweils an einem Standort vereinigten Anbieter.

Diese Vermutungen über das Standortmuster werden bestätigt durch den hohen Grad der Übereinstimmung der beobachteten Verteilung der Standorte mit Faktorenwerten $\geq 0,0$ mit der modifizierten Poisson-Verteilung, die Ausdruck der oben beschriebenen Lokalisationstendenzen ist (die Überschreitungswahrscheinlichkeit P für die Nullhypothese beträgt beim Netz $N=134$ 83 %, beim Netz $N=58$ 85 %!). Die Maße für die Variation der Reichweiten entsprechen mit $V^u=0$ (die zusammengesetzte negative Binomialverteilung geht in die modifizierte Poisson-Verteilung über; vgl. Tab. 7.2 und $V^0=0,57$ ($N=134$) bzw. $0,45$ ($N=58$)⁹) unseren Erwartungen einer deutlich ausgeprägten regulären Komponente.

Der hohe Grad der Übereinstimmung mit der modifizierten Poisson-Verteilung ist auch für Standorte mit Faktorenwerten $\geq 0,5$ gegeben ($P=72$ % beim Netz $N=58$; im Netz $N=134$ sind die Besetzungszahlen hoch korreliert, vgl. Tab. 7.1). Überraschenderweise verschwindet die Regelmäßigkeit in der Standortverteilung zentraler Funktionen unterer Rangstufe auf dem nächsthöheren Niveau der Zentrenausstattung (Faktorenwerte $\geq 1,0$) – die Poisson-Verteilung ist hier mit $P=89$ % fast vollständig angepaßt – um auf dem höchsten Ausstattungsniveau (Faktorenwerte $\geq 1,5$) wieder nachweisbar zu sein ($P=73$ % für die modifizierte Poisson-Verteilung beim Netz $N=58$, das als einziges die Voraussetzung unabhängiger Besetzungszahlen erfüllt). Eine Erklärung für diese Erscheinung mag darin liegen, daß bei dieser schichtartigen Isolierung der Standortmuster ein Ausstattungsniveau zentraler Orte erfaßt wurde, auf dem gerade im stärkeren Maß dynamische Veränderungen gewohnheitsmäßige Zuordnungen der Konsumenten zu bestimmten Einkaufsorten abbauen. Insgesamt können wir für die zentralen Funktionen der unteren Versorgungsstufe eine beträchtliche Regelmäßigkeit ihrer Standortmuster feststellen.

Tab. 7.2: Beobachtete und theoretische Häufigkeitsverteilungen für die Standorte zentraler Funktionen nach Faktor 2 ALT79A

Anzahl der Standorte im Quadrat (x)	Beobacht. Häufigkeiten (f)	Modifiz. Poisson-Verteilg. (1)	Zusamm. Negative Binom.-V. (2)	Binomial-Verteilung (3)	Poisson-Verteilung (4)	NEYMAN Typ A - Verteilg. (5)	Negative Binomial-Verteilg. (6)
Standorte mit Faktorenwerten ≥ 0.0							
0	23	22.4	.	25.8	31.7		
1	55	54.9	.	48.9	45.7		
2	35	37.5	.	38.6	32.9		
3	16	14.4	.	16.3	15.8		
4	5	3.8	.	3.8	5.7		
5+	0	0.9	.	0.5	2.2		
N = 134		χ^2 : 0.380	.	1.512	5.483		
\bar{x} = 1.440		FG: 2	.	2	3		
s^2 = 1.060		P : 83 %	.	47 %	16 %		
Parameter:		p=0.62	S=0.60	$\alpha=0.24$	m=1.44		
		$m_1=0.82$	$\left\{ \begin{matrix} (1-v) \rightarrow 0 \\ l \rightarrow \infty \end{matrix} \right.$	n=6			
Variante Mod. Poiss. *)							
		(1a)	(1b)	(1c)			
0	2	2	13	12.9	0.6	2.0	
1	2	2	19	19.4	3.9	6.8	
2	9	54	17	14.6	10.3	11.4	
3	19		6	7.3	15.5	12.8	
4	17		1	2.7	14.6	10.7	
5	6		2	0.8	8.8	7.2	
6	1		0	0.2	3.4	4.0	
7	2				0.7	1.9	
8+	0				0.1	1.2	
N = 58		58	58	χ^2 : 0.768	2.636	13.173	
\bar{x} = 3.362			\bar{x} = 1.47	FG: 3	2	5	
s^2 = 1.919			s^2 = 1.28	P : 85 %	28 %	2 %	
Parameter:			m=1.5	$\alpha=0.43$	m=3.362		
				n=8			
*) Variante der modifizierten Poisson-Verteilung; vgl. hierzu Beschreibung im Text							
Standorte mit Faktorenwerten ≥ 0.5							
0	38	41.4	38.8	43.9	48.3		
1	67	59.1	64.3	54.9	49.3		
2	21	25.9	23.0	27.4	25.1		
3	5	6.4	6.1	6.9	8.5		
4	3	1.1	1.4	0.9	2.2		
5+	0	0.1	0.4	0.0	0.5		
N = 134		χ^2 : 5.268	1.301	4.960	10.695		
\bar{x} = 1.015		FG: 2	1	1	3		
s^2 = 0.797		P : 8 %	27 %	3 %	1 %		
Parameter:		p=0.47	S=0.56	$\alpha=0.20$	m=1.02		
		$m_1=0.54$	v=0.84	n=5			
			l=2.4				
0	3	2.3	.	3.4	5.6		
1	12	14.1	.	11.4	13.0		
2	20	18.5	.	16.8	15.2		
3	13	13.2	.	14.6	11.9		
4	6	6.5	.	8.1	7.0		
5	3	2.4	.	3.0	3.3		
6	1	0.7	.	0.8	1.3		
7+	0	0.2	.	0.1	0.8		
N = 58		χ^2 : 0.650	.	1.197	3.408		
\bar{x} = 2.345		FG: 2	.	2	4		
s^2 = 1.704		P : 72 %	.	56 %	49 %		
Parameter:		p=0.82	S=0.82	$\alpha=0.27$	m=2.35		
		$m_1=1.5$	$\left\{ \begin{matrix} (1-v) \rightarrow 0 \\ l \rightarrow \infty \end{matrix} \right.$	n=9			

Häufigkeitsverteilung für N=38 stark bimodal

noch: Tab. 7.2

Anzahl der Standorte im Quadrat (x)	Beobacht. Häufigkeiten (f)	Modifiz. Poisson-Verteilg. (1)	Zusamm. Negative Binom.-V. (2)	Binomial-Verteilung (3)	Poisson-Verteilung (4)	NEYMAN Typ A - Verteilg. (5)	Negative Binomial-Verteilg. (6)
Standorte mit Faktorenwerten ≥ 1.0							
0	14				15.1		
1	23				20.3		
2	12				13.6		
3	6				6.1		
4	2				2.1		
5	1				0.6		
6+	0				0.3		
N = 58					χ^2 :	0.629	
$\bar{x} = 1.345$					FG:	3	
$s^2 = 1.353$					P :	89 %	
Parameter:						m=1.345	

Häufigkeitsverteilungen (f) für N=38 und für N=26 stark bimodal

Standorte mit Faktorenwerten ≥ 1.5							
0	25	24.8		24.5	28.8		
1	26	26.2		24.5	20.2		
2	6	6.2		8.2	7.1		
3	1	0.8		0.9	1.6		
4+	0	0.1			0.3		
N = 58					χ^2 :	(0.12)	(3.38)
$\bar{x} = 0.707$					FG:	1	1
$s^2 = 0.526$					P :	73 %	7 %
Parameter:						p=0.44	$\alpha=0.25$
						m ₁ =0.27	n=3
							m=0.7
0	9	9.3		10.9	13.6		
1	21	20.1		16.9	14.0		
2	6	7.1		8.7	7.2		
3	2	1.3		1.5	2.5		
4+	0	0.2			0.8		
N = 38					χ^2 :	(1.32)	(7.99)
$\bar{x} = 1.026$					FG:	1	1
$s^2 = 0.621$					P :	27 %	<1 %
Parameter:						p=0.64	$\alpha=0.34$
						m ₁ =0.39	n=3
							m=1.026
0	5	4.4		4.9	5.4		
1	8	9.2		8.8	8.5		
2	8	7.4		7.2	6.7		
3	3	3.5		3.6	3.5		
4	2	1.2		1.2	1.4		
5+	0	0.4		0.3	0.6		
N = 26					χ^2 :	(0.35)	(0.18)
$\bar{x} = 1.577$					FG:	1	2
$s^2 = 1.372$					P :	57 %	68 %
Parameter:						p=0.51	$\alpha=0.13$
						m ₁ =1.07	n=12
							m=1.58

Faktorenanalyse ALT79A
Faktor 2

- Gemeinden mit
Faktorenwerten
- 1,5 - < 3,0
 - ⊙ 1,0 - < 1,5
 - ◐ 0,5 - < 1,0
 - 0,0 - < 0,5

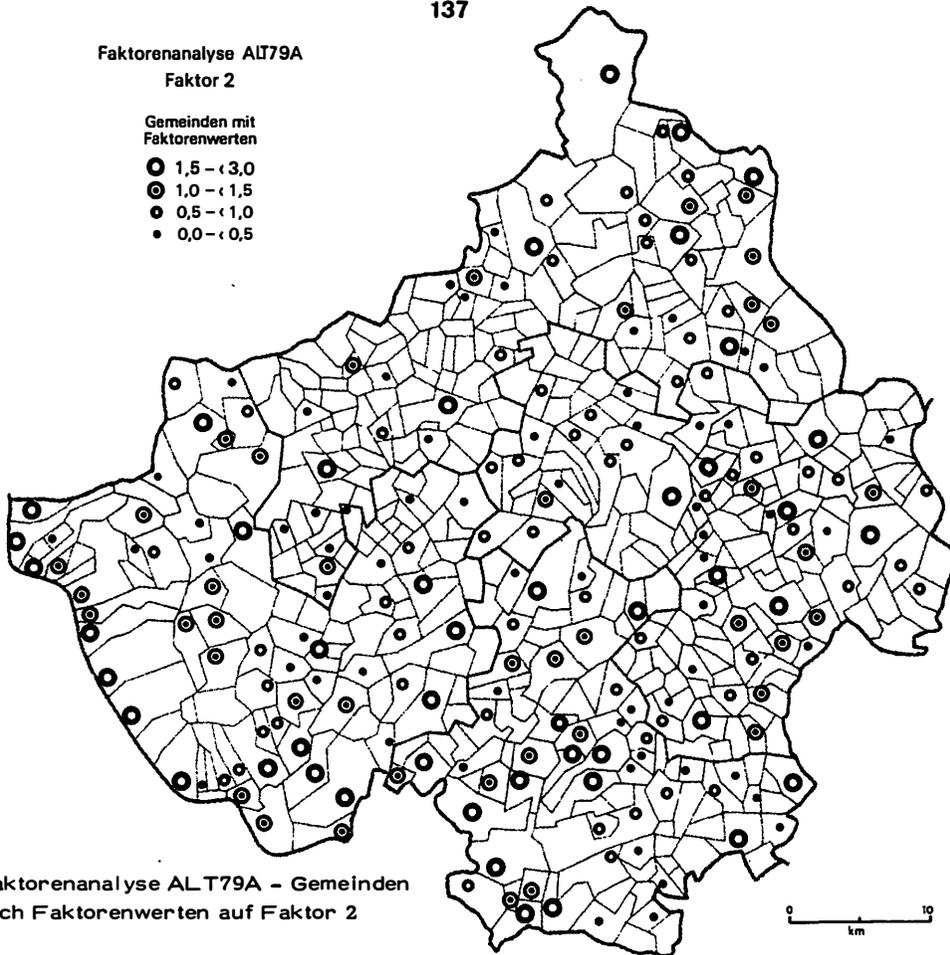


Abb. 7.5: Faktorenanalyse ALT79A - Gemeinden nach Faktorenwerten auf Faktor 2

7.2.2 Faktor 3: Zentrale Funktionen der mittleren Versorgungsstufe

Funktionen der nächsthöheren Zentralitätsstufe – das ist die Funktionsgruppe des Faktors 3 – zeichnen sich durch ähnliche Regelmäßigkeit ihrer räumlichen Verteilung aus. Das wird schon aus Abb. 7.6 deutlich. Da der Anstieg der Faktorenwerte von 0,0 bis 2,0 über relativ wenige Orte erfolgt, werden Zwischenstufen nicht berücksichtigt, sondern nur die zwei Gruppierungen analysiert, die in der Karte dargestellt sind. Tab. 7.3 faßt die Ergebnisse der Quadratanalyse zusammen.

Betrachten wir zunächst die Standorte der unteren Ausstattungskategorie (mit Faktorenwerten $\geq 0,0$). Im Unterschied zu Faktor 2 wird hier neben der regulären Komponente – die Variabilität der oberen Reichweite ist mit 0,49 beim Netz $N=58$ relativ gering – der Einfluß räumlicher Inhomogenität auf das Standortmuster der zentralen Funktionen wirksam: die beste Anpassung an die empirische Verteilung ergibt sich nämlich hier für die zusammengesetzte negative Binomialverteilung, die eine stochastische Komponente räumlicher Inhomogenität enthält, die Variationen unterer Reichweitengrenzen entspricht. Das Maß dieser Variation beträgt 0,53; es treten also lokale Verdichtungen im sonst ziemlich regelmäßigen Standortgefüge auf. Am Ergebnis der Analyse mit dem Netz $N=38$ ist jedoch abzulesen, daß solche lokalen Verdichtungen kleinräumig sind, da sie vom Gitternetz mit der Maschenweite 7,5 km nicht mehr erfaßt werden. Hier erscheint die modifizierte Poisson-Verteilung besser angepaßt. Es fällt jedoch auf, daß auch die reine Zufallsverteilung, die Poisson-Verteilung, mit $P=74\%$ gut angepaßt ist. Die Uneindeutigkeit der Testergebnisse ist darauf zurückzuführen, daß die beobachtete Häufigkeitsverteilung einen Ansatz zur Zweigipfligkeit aufweist, die beim größeren Netz $N=26$ so stark wird, daß die Anpassung einer eingipfligen Wahrscheinlichkeitsverteilung sinnlos wäre. Wir akzeptieren daher die Testresultate mit dem Netz $N=58$ als die methodisch eindeutigsten.

Die Ergebnisse für das Standortmuster auf Grund hoher Faktorenwerte ($\geq 2,0$) erscheinen zunächst widersprüchlich. Man könnte daran denken, die Poisson-Verteilung als gut angepaßt zu betrachten. Dem widerspricht aber das Testresultat mit dem Netz $N=26$; die Poisson-Verteilung muß unabhängig von der Netzgröße der Analyse nachzuweisen sein, um sie als Lokalisierungshypothese akzeptieren zu können. Die räumliche Verteilung im Netz $N=38$ weist räumliche Autokorrelation auf; die Übereinstimmung der empirischen Verteilung mit der NEYMAN Typ A-Verteilung oder der negativen Binomialverteilung beruht im wesentlichen

Tab. 7.3: Beobachtete und theoretische Häufigkeitsverteilungen für die Standorte zentraler Funktionen nach Faktor 3 ALT79A

Anzahl der Standorte im Quadrat (x)	Beobacht. Häufigkeiten (f)	Modifiz. Polsson-Verteillg. (1)	Zusamm. Negative Binom.-V. (2)	Binomial-Verteillg. (3)	Poisson-Verteillg. (4)	NEYMAN Typ A - Verteillg. (5)	Negative Binomial-Verteillg. (6)
Standorte mit Faktorenwerten ≥ 0.0							
0	9	10.4	9.1	12.1	14.3		
1	28	24.0	27.5	21.8	20.0		
2	13	15.9	14.3	16.2	14.0		
3	5	5.9	5.0	6.3	6.5		
4	3	1.5	1.5	1.4	2.3		
5+	0	0.3	0.5	0.2	1.0		
N = 58		χ^2 :	2.321	0.628	4.732	5.608	
$\bar{x} = 1.397$		FG:	2	1	2	3	
$s^2 = 1.051$		P:	32 %	41 %	10 %	15 %	
Parameter:		p=0.60	S=0.71	$\alpha=0.25$	m=1.4		
		$m_1=0.80$	v=0.84	n=5.5			
			l=3.5				
0	4	4.2	3.8	4.4	4.7		
1	10	10.0	10.1	9.7	9.9		
2	11	10.8	10.9	10.5	10.3		
3	9	7.4	7.4	7.4	7.1		
4	1	3.6	3.7	3.8	3.7		
5	2	1.4	1.4	1.5	1.5		
6	1	0.4	0.5	0.5	0.5		
7+	0	0.1	0.2	0.2	0.2		
N = 38		χ^2 :	0.769	0.918	1.082	1.273	
$\bar{x} = 2.079$		FG:	2	1	2	3	
$s^2 = 1.973$		P:	69 %	35 %	60 %	74 %	
Parameter:		p=0.40	S=0.53	$\alpha=0.05$	m=2.08		
		$m_1=1.68$	v=0.93	n=42			
			l=21				
Häufigkeitsverteilung (f) für N=26 stark bimodal							
Standorte mit Faktorenwerten ≥ 2.0							
0	29	29.6		29.8	30.6		
1	23	21.2		20.7	19.5		
2	4	6.0		6.3	6.2		
3	2	1.0		1.1	1.3		
4+	0	0.1		0.1	0.4		
N = 58		χ^2 :	(6.39)	(6.84)	1.169		
$\bar{x} = 0.638$		FG:	1	1	1		
$s^2 = 0.586$		P:	1 %	< 1 %	29 %		
Parameter:		p=0.245		$\alpha=0.08$	m=0.64		
		$m_1=0.393$		n=8			
0	16				14.4	15.7	15.9
1	12				14.0	12.6	12.7
2	6				6.8	6.3	6.1
3	3				2.2	2.4	2.3
4	1				0.5	0.8	0.7
5+	0				0.1	0.3	0.3
N = 38		χ^2 :			0.481	(0.18)	(0.31)
$\bar{x} = 0.974$		FG:			1	1	1
$s^2 = 1.162$		P:			49 %	68 %	60 %
Parameter:					m=0.97	w=0.193	u=0.84
						k=5.05	k=5

noch: Tab. 7.3

Anzahl der Standorte im Quadrat (x)	Beobacht. Häufigkeiten (f)	Modifiz. erwart. Poisson-Verteilg. (1)	Zusamm. Negative Binom.-V. (2)	Binomial-Verteilung (3)	Poisson-Verteilung (4)	NEYMAN Typ A - Verteilg. (5)	Negative Binomial-Verteilg. (6)
-------------------------------------	----------------------------	--	--------------------------------	-------------------------	------------------------	------------------------------	---------------------------------

noch: Standorte mit Faktorenwerten ≥ 2.0

0	2	4.5	2.1	5.4	7.0		
1	18	12.2	17.2	10.4	9.2		
2	3	6.8	4.6	7.5	6.0		
3	2	2.1	1.4	2.4	2.6		
4	1	0.4	0.5	0.3	0.9		
5+	0	0.1	0.3	0	0.3		
N = 26		χ^2 :	(12.68)	(3.33)	(19.81)	13.46	
$\bar{x} = 1.308$		FG:	1	1	1	1	
$s^2 = 0.884$		P :	<1 %	7 %	<1 %	<1 %	
Parameter:		p=0.677	S=0.89	$\alpha=0.324$	m=1.308		
		m=0.631	v=0.64	n=4			
			l=0.74				

auf diesem Effekt. Unter diesen Gesichtspunkten erscheint die allerdings nur schwache Übereinstimmung der im Netz N=26 beobachteten negativen Binomialverteilung (P=7 %) als das angemessenste Testresultat. Beide die Standortverteilung bestimmenden Komponenten sind hier stark ausgeprägt: die Variabilität der oberen Reichweite ist mit 0,32 sehr gering, die der unteren Reichweiten mit 1,16 sehr hoch (dieses Maß

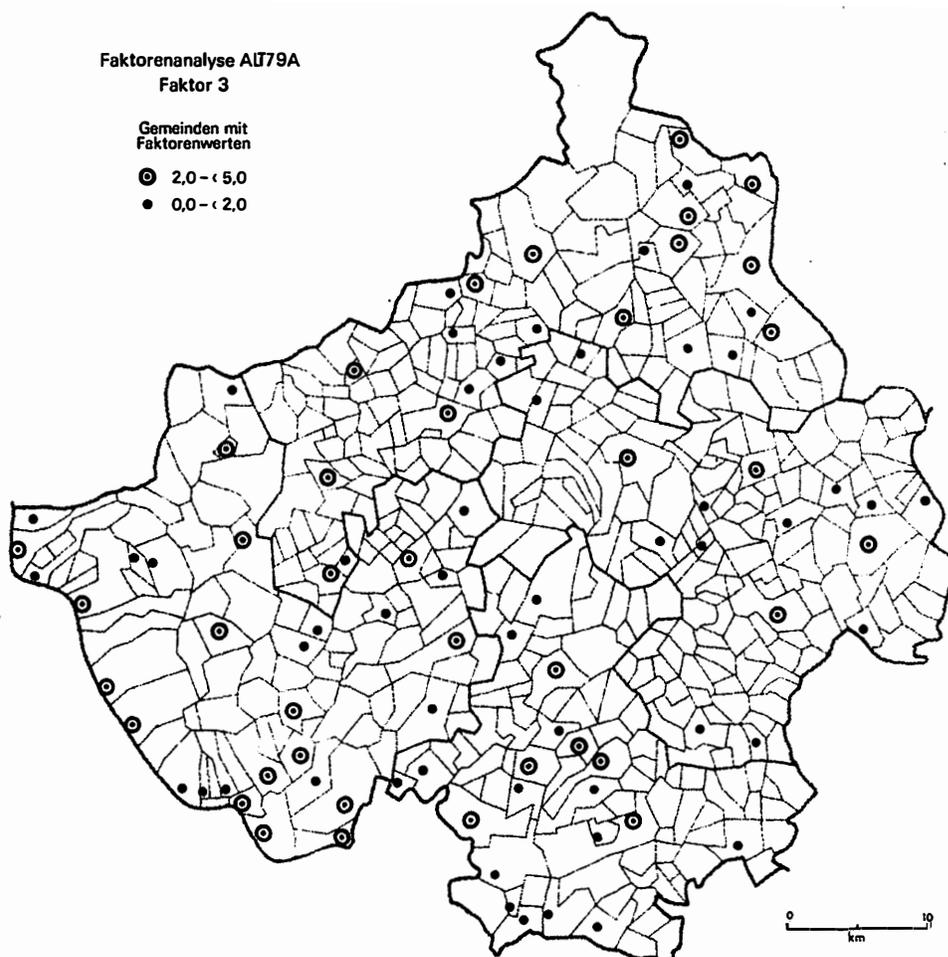


Abb. 7.6: Faktorenanalyse ALT79A - Gemeinden nach Faktorenwerten auf Faktor 3

bezieht sich jedoch nicht auf den gesamten Untersuchungsraum, sondern nur auf die Gebietsteile ausgeprägter räumlicher Inhomogenität). Es zeichnen sich somit in der Gesamtverteilung der zentralen Funktionen dieses mittleren Hierarchieniveaus zwei unterschiedliche räumliche Anordnungsprinzipien ab; einerseits ist das Untersuchungsgebiet überzogen von einem regulären Netz zentraler Orte dieses Güterangebots, zum anderen weist der Raum unabhängig von dieser Verteilung stärkere Verdichtungen solcher Angebotsorte auf, die offensichtlich auf räumlichen Unterschieden der Wirtschafts- und Bevölkerungsstruktur beruhen.

Tab. 7.4: Beobachtete und theoretische Häufigkeitsverteilungen für die Standorte zentraler Funktionen nach Faktor 1 ALT79A

Anzahl der Standorte im Quadrat (x)	Beobacht. Häufigkeiten (f)	Modifiz. erwart. Poisson-Verteilg. (1)	Zusamm. Negative Binom.-V. (2)	Binomial-Verteilung (3)	Poisson-Verteilung (4)	NEYMAN Typ A - Verteilg. (5)	Negative Binomial-Verteilg. (6)
Standorte mit Faktorenwerten ≥ 0.0							
0	14	13.5	.		13.9		
1	20	20.2	.		19.9		
2	13	14.5	.		14.2		
3	7	6.8	.		6.8		
4	4	2.3	.		2.4		
5+	0	0.7	.		0.8		
N = 58	χ^2 :	0.514	.		0.311		
$\bar{x} = 1.431$	FG:	2	.		3		
$s^2 = 1.403$	P :	78 %	.		96 %		
Parameter:		p=0.23 m ₁ =1.20	S~0 (1-v)→0 l→∞	} → Poisson	m=1.43		
0	5				4.5		4.9
1	10				9.6		9.8
2	10				10.2		10.0
3	4				7.3		7.0
4	6				3.9		3.8
5	3				1.6		1.6
6+	0				0.8		1.0
N = 38	χ^2 :				2.726		2.348
$\bar{x} = 2.132$	FG:				3		2
$s^2 = 2.280$	P :				45 %		33 %
Parameter:					m=2.13		u=0.94 k=33

Häufigkeitsverteilung (f) für N=26 stark bimodal

Standorte mit Faktorenwerten ≥ 0.5

0	29	29.7			30.1		
1	23	20.2			19.7		
2	3	6.5			6.5		
3	3	1.4			1.4		
4+	0	0.2			0.3		
N = 58	χ^2 :	(11.32)			1.150		
$\bar{x} = 0.655$	FG:	1			1		
$s^2 = 0.651$	P :	< 1 %			29 %		
Parameter:		p=0.12 m ₁ =0.54			m=0.655		

noch: Tab. 7.4

Anzahl der Standorte im Quadrat (x)	Beobacht. Häufigkeiten (f)	Modifiz. Poisson-Verteilg. (1)	Zusamm. Negative Binom.-V. (2)	Binomial-Verteilung (3)	Poisson-Verteilung (4)	NEYMAN Typ A - Verteilg. (5)	Negative Binomial-Verteilg. (6)
-------------------------------------	----------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-------------------------	------------------------	------------------------------	---------------------------------

noch: Standorte mit Faktorenwerten ≥ 0.5

0	16				14.4	16.5	16.5
1	13				14.0	11.8	12.1
2	5				6.8	6.0	5.9
3	2				2.2	2.5	2.3
4	2				0.5	0.9	0.8
5+	0				0.1	0.4	0.4
N = 38		χ^2 :			0.287	(0.45)	(0.38)
$\bar{x} = 0.974$		FG:			1	1	1
$s^2 = 1.270$		P :			61 %	50 %	55 %
Parameter:					m=0.974	w=0.303 k=3.2	u=0.77 k=3.2

0	6				6.3	6.9	6.9
1	10				8.9	8.5	8.6
2	6				6.3	5.9	5.9
3	2				3.0	2.9	2.9
4	1				1.1	1.2	1.2
5	1				0.3	0.4	0.4
6+	0				0.1	0.2	0.2
N = 26		χ^2 :			0.209	(0.52)	(0.49)
$\bar{x} = 1.423$		FG:			1	1	1
$s^2 = 1.614$		P :			67 %	48 %	49 %
Parameter:					m=1.42	w=0.134 k=10.6	u=0.88 k=10.4

Standorte mit Faktorenwerten ≥ 2.0

0	46				43.3	45.8	46.2
1	8				12.6	8.7	8.5
2	3				1.9	2.7	2.3
3	1				0.1	0.7	0.7
4+	0				0.0	0.1	0.3
N = 58		χ^2 :			(8.71)	(0.88)	1.09
$\bar{x} = 0.293$		FG:			1	1	1
$s^2 = 0.421$		P :			< 1 %	36 %	30 %
Parameter:					m=0.293	w=0.437 k=0.67	u=0.64 k=0.51

Häufigkeitsverteilung (f) für N=38 stark bimodal

0	16				15.2	16.1	15.8
1	7				8.2	6.9	7.1
2	2				2.2	2.3	2.2
3	1				0.4	0.6	0.6
4+	0				0.0	0.2	0.2
N = 26		χ^2 :			(0.51)	(0.61)	(0.45)
$\bar{x} = 0.538$		FG:			1	1	1
$s^2 = 0.658$		P :			48 %	45 %	50 %
Parameter:					m=0.54	w=0.223 k=2.41	u=0.82 k=3.5

Faktorenanalyse ALT79A
Faktor 1

Gemeinden mit
Faktorenwerten

- ⊙ 2,0 - < 8,0
- 0,5 - < 2,0
- 0,0 - < 0,5

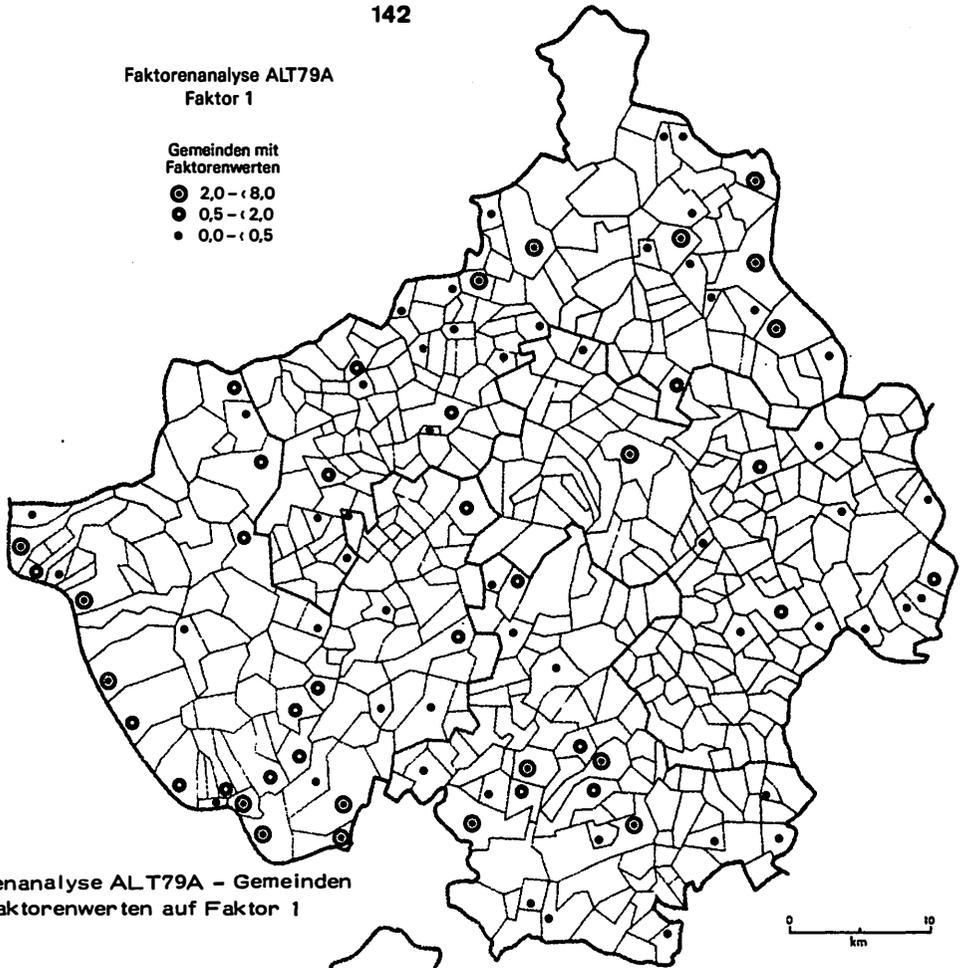


Abb. 7.7: Faktorenanalyse ALT79A - Gemeinden nach Faktorenwerten auf Faktor 1

Faktorenanalyse ALT79A
Faktor 4

Gemeinden mit
Faktorenwerten

- ⊙ 2,0 - < 8,0
- 0,5 - < 2,0
- 0,0 - < 0,5

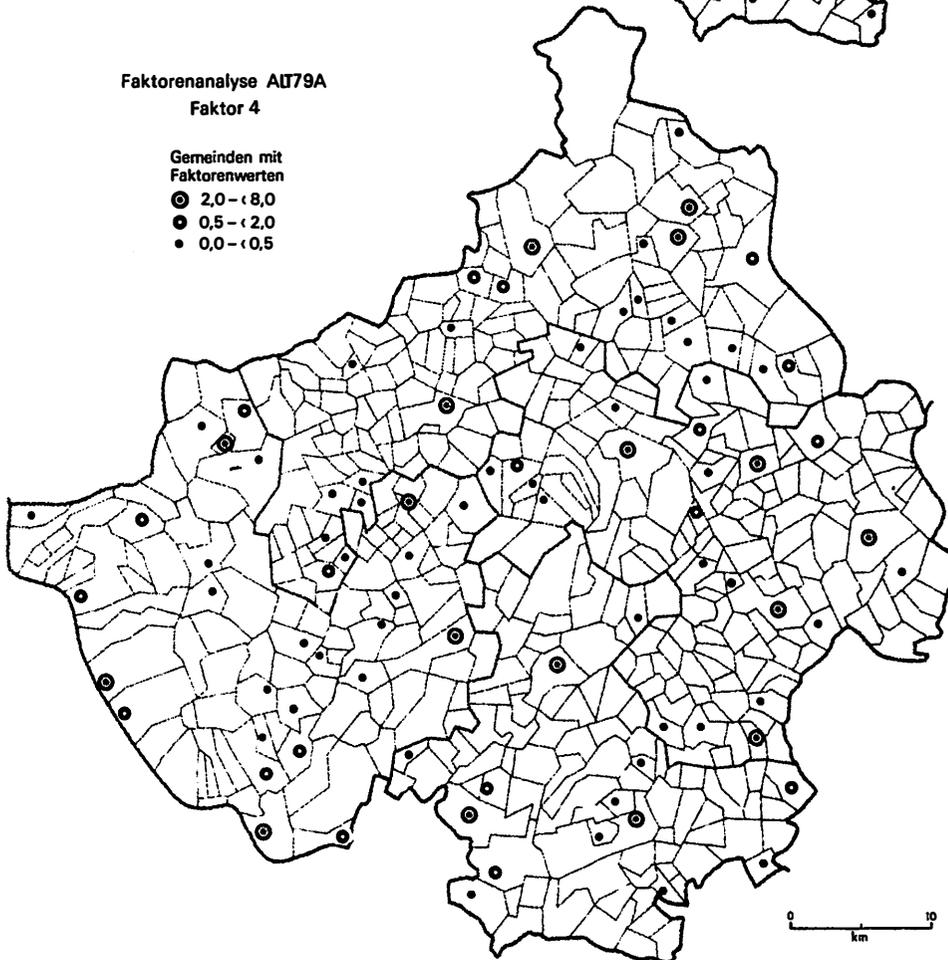


Abb. 7.8: Faktorenanalyse ALT79A - Gemeinden nach Faktorenwerten auf Faktor 4

7.2.3 Faktoren 1 und 4: Zentrale Funktionen der höheren Versorgungsstufe.

Die Standortmuster zentraler Funktionen der ranggleichen Faktoren 1 und 4 waren schon im Autokorrelationstest als prinzipiell unterschiedlich aufgefallen; während die Verteilungsmuster nach Faktor 1 zum Teil hohe positive räumliche Autokorrelationen, also Häufungen der Punktverteilungen, aufweisen, erfüllen die Verteilungen der Funktionen des Faktors 4 ausnahmslos die Bedingung der Unabhängigkeit benachbarter Besetzungszahlen, wobei Tendenzen zur Regularität zu beobachten sind. Abb. 7.7 und 7.8 veranschaulichen die unterschiedlichen Verteilungscharakteristika der beiden Faktoren. Drei Ausstattungsniveaus der Orte mit zentralen Funktionen dieser Rangstufe werden nach der Höhe der Faktorenwerte unterschieden. Die Ergebnisse der Quadratanalysen für beide Faktoren sind in Tab. 7.4 und 7.5 zusammengestellt.

Betrachten wir zunächst die räumliche Verteilung der Angebotsorte mit zentralen Funktionen nach Faktor 1 (vgl. Tab. 7.4). Schon im unteren Ausstattungsniveau (Faktorenwerte $\geq 0,0$) entspricht die Variabilität der Reichweite dieser Orte einer Zufallsfunktion; es kommt offensichtlich nicht zur Herausbildung gewohnheitsmäßiger Bindung der Konsumenten an bestimmte Einkaufsorte und somit zur Stabilisierung räumlicher Einkaufsmuster, was mit der speziellen Zusammensetzung der Funktionsgruppe dieses Faktors zusammenhängt – wir hatten bei der Faktoreninterpretation die funktionale Zusammensetzung als Ausdruck einer mehr städtischen Bedarfsorientierung angesprochen. Die beobachteten Häufigkeiten im Netz N=58 stimmen fast hundertprozentig mit den Erwartungshäufigkeiten aus der Poisson-Verteilung überein. Die ebenfalls gut angepasste modifizierte Poisson-Verteilung zeigt nach Ihren Parametern nur eine schwache Regularität ($V^0=0,84$, also nahe $V^0=1$ bei der Poisson-Verteilung). Standorte mit höheren Faktorenwerten ($\geq 0,5$) folgen in ihrer räumlichen Verteilung ebenfalls noch dem Poisson-Modell; der Einfluß räumlicher Inhomogenität auf das Standortmuster ist noch relativ gering ($V^4=0,56$ bzw. $0,31$ für die Netze N=38 bzw. N=26).

Räumliche Inhomogenität, also die Variabilität der unteren Reichweite, wird jedoch zum bestimmen Standortfaktor für die Orte des höchsten Ausstattungsniveaus auf diesem Faktor; der Variationskoeffizient der diese Inhomogenität beschreibenden Wahrscheinlichkeitsfunktion ist mit $1,22$ bzw. $1,40$ für die mäßig angepasste NEYMAN Typ A-Verteilung bzw. negative Binomialverteilung im Netz N=58 extrem hoch. Im wesentlich größeren Gitternetz N=26 erscheint die Variabilität unterer Reichweiten gemildert. Es fällt auf, daß in allen verwendeten Netzen die Verteilungen hoher Faktorenwerte hochsignifikante räumliche Autokorrelation aufweisen, so daß die Quadratanalyse nicht durchgeführt werden dürfte. Zugleich ergeben sich aber mäßig bis gute Übereinstimmungen mit der negativen Binomialverteilung, und wir können einem Vorschlag von ORD¹⁰ zufolge dieses Zusammentreffen als eine Bestätigung für unsere Modellannahme betrachten, wonach zur Ableitung und Interpretation der negativen Binomialverteilung nur ihre Version als zusammengesetzte Poisson-Verteilung (heterogener Poisson-Prozeß), nicht jedoch ihre verallgemeinerte Version in Betracht kommt¹¹.

Die Standortmuster nach Faktor 4 (vgl. Tab. 7.5) weisen ähnlich denen der Faktoren 2 und 3 infolge geringer Variabilität der oberen Reichweite (um $0,6$ für die Standorte mit Faktorenwerten $\geq 0,0$) Regelmäßigkeit auf; die modifizierte Poisson-Verteilung ist für beide Netze gut bis sehr gut angepasst, und Versuche, die Parameter für das allgemeinere Modell der zusammengesetzten negativen Binomialverteilung zu schätzen, führen ebenfalls zur modifizierten Poisson-Verteilung. Jedoch kann nicht übersehen werden, daß auch die Erwartungshäufigkeiten der Poisson-Verteilung gute Übereinstimmung mit den Beobachtungswerten aufweisen. Die Hypothese eines dahinter stehenden Prozesses unabhängiger Lokalisation kann also nicht zurückgewiesen werden. Orte des nächsthöheren Ausstattungsniveaus mit zentralen Funktionen (Faktorenwerte $\geq 0,5$) entsprechen eindeutig einem Poisson'schen Lokalisationsprozeß. Die Übereinstimmungen mit der Poisson-Verteilung sind zwar nur mäßig ($P=29\%$ bzw. 26%), aber durchgängig für alle drei analysierten Netze gegeben.

Auf dem höchsten Ausstattungsniveau der Orte (Standorte mit Faktorenwerten $\geq 2,0$) kann wegen der geringen Zahl der Häufigkeitsklassen praktisch nur noch das Ein-Parameter-Modell der Poisson-Verteilung getestet werden. Der Vergleich der beobachteten Häufigkeiten mit den nach der Binomialverteilung erwarteten zeigt jedoch eine starke Ähnlichkeit zwischen beiden. Der Parameter n der Binomialverteilung gibt die Anzahl der Klassen an, die in einem Zufallsexperiment überhaupt realisierbar sind; je kleiner n ist, desto stärker wird ein solches Experiment 'geregelt'. $n=2$ im Netz N=58 besagt, daß die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von drei oder mehr Standorten in einer Raumeinheit gleich null ist. Aus dieser Beschränkung der Lokalisation resultiert ein hohes Maß der Regelmäßigkeit räumlicher Punktverteilungen. Im Gegensatz zu Faktor 1 weisen die Standorte mit hohen Faktorenwerten auf dem Faktor 4 eine ausgeprägte Regelmäßigkeit ihrer räumlichen Verteilung auf.

Tab. 7.5: Beobachtete und theoretische Häufigkeitsverteilungen für die Standorte zentraler Funktionen nach Faktor 4 ALT79A

Anzahl der Standorte im Quadrat (x)	Beobacht. Häufigkeiten (f)	Modifiz. erwart. Poisson-Verteilg. (1)	Zusamm. Negative Binom.-V. (2)	Binomial-Verteilung (3)	Poisson-Verteilung (4)	NEYMAN Typ A - Verteilg. (5)	Negative Binomial-Verteilg. (6)
Standorte mit Faktorenwerten ≥ 0.0							
0	11	10.5	.	12.1	14.1		
1	23	23.6	.	21.7	20.0		
2	15	15.9	.	16.2	14.1		
3	7	6.0	.	6.5	6.7		
4	2	1.6	.	1.5	2.3		
5+	0	0.4	.	0.2	0.8		
N = 58		χ^2 :	0.257	.	0.358	1.592	
$\bar{x} = 1.414$		FG:	2	.	2	3	
$s^2 = 1.088$		P :	88 %	.	84 %	66 %	
Parameter:			p=0.59	S=0.51	$\alpha=0.23$	m=1.414	
			$m_1=0.82$	$\left\{ \begin{array}{l} (1-v) \rightarrow 0 \\ l \rightarrow \infty \end{array} \right.$	n=6		
0	3	2.5	.	3.4	4.5		
1	10	10.4	.	9.4	9.6		
2	12	12.1	.	11.6	10.2		
3	6	7.9	.	8.3	7.3		
4	6	3.5	.	3.8	3.9		
5	1	1.2	.	1.2	1.6		
6+	0	0.4	.	0.3	0.8		
N = 38		χ^2 :	1.281	.	1.281	1.145	
$\bar{x} = 2.132$		FG:	2	.	2	3	
$s^2 = 1.631$		P :	53 %	.	53 %	77 %	
Parameter:			p=0.738	S=0.68	$\alpha=0.235$	m=2.13	
			$m_1=1.39$	$\left\{ \begin{array}{l} (1-v) \rightarrow 0 \\ l \rightarrow \infty \end{array} \right.$	n=9		
Häufigkeitsverteilung (f) für N=26 bimodal							
Standorte mit Faktorenwerten ≥ 0.5							
0	31	31.2	.	31.0	32.8		
1	22	21.4	.	20.8	18.7		
2	4	4.8	.	5.5	5.3		
3	1	0.6	.	0.7	1.0		
4+	0	0.1	.	0.0	0.2		
N = 58		χ^2 :	(2.02)	.	(4.42)	1.027	
$\bar{x} = 0.569$		FG:	1	.	1	1	
$s^2 = 0.495$		P :	18 %	.	4 %	29 %	
Parameter:			p=0.288		$\alpha=0.13$	m=0.57	
			$m_1=0.281$		n=4.5		
0	14	14.5	.	15.0	15.5		
1	17	15.4	.	14.8	13.9		
2	4	6.3	.	6.4	6.2		
3	3	1.5	.	1.6	1.9		
4+	0	0.3	.	0.3	0.5		
N = 38		χ^2 :	(5.02)	.	(5.61)	1.134	
$\bar{x} = 0.895$		FG:	1	.	1	1	
$s^2 = 0.799$		P :	2 %	.	2 %	29 %	
Parameter:			p=0.34		$\alpha=0.11$	m=0.895	
			$m_1=0.55$		n=8		

noch: Tab. 7.5

Anzahl der Standorte im Quadrat (x)	Beobacht. Häufigkeiten (f)	Modifiz. erwart. Poisson-Verteilg. (1)	Zusamm. Negative Binom.-V. (2)	Binomial-Verteilung (3)	Poisson-Verteilung (4)	NEYMAN Typ A - Verteilg. (5)	Negative Binomial-Verteilg. (6)
-------------------------------------	----------------------------	--	--------------------------------	-------------------------	------------------------	------------------------------	---------------------------------

noch: Standorte mit Faktorenwerten ≥ 0.5

0	6	5.3		5.6	8.5		
1	12	13.9		11.2	9.5		
2	7	5.5		7.5	5.3		
3	1	1.1		1.7	2.0		
4+	0	0.2			0.7		
N = 26		χ^2 :	(3.24)	(1.17)	1.393		
$\bar{x} = 1.115$		FG:	1	1	1		
$s^2 = 0.666$		P :	8 %	29 %	26 %		
Parameter:		p=0.689		$\alpha=0.40$	m=1.12		
		$m_1=0.426$		n=3			

Standorte mit Faktorenwerten ≥ 2.0

0	42			41.9	43.3		
1	15			14.8	12.6		
2	1			1.3	1.9		
3+	0				0.2		
N = 58		χ^2 :		-	(2.50)		
$\bar{x} = 0.293$		FG:		-	1		
$s^2 = 0.246$		P :		-	13 %		
Parameter:				$\alpha=0.15$	m=0.293		
				n=2			

0	23			23.2	25.0		
1	14			13.5	10.5		
2	1			1.3	2.2		
3+	0				0.3		
N = 38		χ^2 :		-	(4.68)		
$\bar{x} = 0.421$		FG:		-	1		
$s^2 = 0.305$		P :		-	3 %		
Parameter:				$\alpha=0.28$	m=0.42		
				n=1.5			

0	11			12.7	14.0		
1	14			13.1	8.7		
2	1			0.2	2.7		
3+	0				0.6		
N = 26		χ^2 :		-	(8.76)		
$\bar{x} = 0.615$		FG:		-	1		
$s^2 = 0.326$		P :		-	< 1 %		
Parameter:				$\alpha=0.47$	m=0.62		
				n=1.3			

Aus dem Vergleich wird folgendes deutlich: Faktor 4 faßt diejenigen zentralen Funktionen zusammen, die für den hierarchischen Aufbau des Zentrale-Orte-Systems bestimmend sind; sie legen die beiden höchsten Rangordnungen zentraler Orte im Untersuchungsgebiet im wesentlichen fest und werden in ihrer räumlichen Verteilung durch Unterschiede der Bevölkerungsdichte praktisch nicht beeinflusst. - Die zentralen Funktionen nach Faktor 1 hingegen sind Ausdruck einer mehr städtischen Bedürfnisstruktur, jedenfalls soweit sie mit einer gewissen Vollständigkeit an einem Standort auftreten. Sie verfügen in verdichteten Gebieten im allgemeinen nicht über klar ausgebildete Einzugsbereiche. Vielmehr besitzen die Orte selbst zumeist schon eine ausreichende Nachfragemenge, und zwischen den Orten bestehen entsprechend ihrer Erreichbarkeit vielfältige Einkaufsbeziehungen, was die starke Variabilität der Reichweiten solcher Funktionen erklärt. Diese nimmt mit wachsender Vollständigkeit der Funktionsgruppe noch zu, was einem agglomerierenden Lokalisationsprozeß entspricht, der zur Herausbildung räumlicher Häufungen von ranggleichen zentralen Orten führt. In dieser Erscheinung spiegelt sich auch die dezentralisierende Wirkung regionalen Wirtschaftswachstums wider, die in Verlagerungen von Funktionen höherer Ordnung auf zentrale Orte nächstniederer Ordnung besteht.

Die Faktoren 1 und 4 trennen auf gleichen Zentralitätsniveaus zwei unterschiedliche Komponenten räumlicher Anordnung zentraler Orte im Untersuchungsgebiet, die sich übrigens in der räumlichen Verteilung der zentralen Funktionen nach Faktor 3 schon abzeichneten, nämlich eine reguläre, dem hierarchischen Prinzip entsprechende Verteilungskomponente und eine davon abweichende Komponente der Agglomeration. Faktorenanalyse und Quadratanalyse konnten somit einen wesentlichen 'Störeffekt' im Aufbau eines zentralörtlichen Systems isolieren.

7.3 STANDORTMUSTER ZENTRALER ORTE

Das Ergebnis der Tests auf gemeinsame Rangordnung von zentralen Funktionen und zentralen Orten (vgl. Tab. 6.9 und 6.10) kann auch direkt für die Quadratanalyse zugrunde gelegt werden, indem die räumliche Verteilung derjenigen Orte analysiert wird, die mindestens der Rangstufe 1 angehören - das sind alle Orte außer denen des kleinsten Größentyps (Gruppe 1) -, dann der Orte, die mindestens der Rangstufe 2 angehören - zusätzlich werden die Orte des nächsten Größentyps (Gruppe 2) ausgeschlossen -, usw. Abb. 7.9 zeigt die räumliche Verteilung der Untersuchungsorte nach ihrer Gruppenzugehörigkeit; in Abb. 7.10 sind die den vier Rangstufen jeweils zugehörigen Orte getrennt dargestellt.

Die Ergebnisse der Quadratanalyse sind in Tab. 7.6 zusammengestellt. Die räumliche Verteilung der Orte der Rangstufe 1 (unterste Ordnung, Gruppen 2 bis 7) ist identisch mit dem Standortmuster zentraler Funktionen nach Faktor 2, soweit die Faktorenwerte über dem Durchschnitt (0,0) liegen¹². Die unterste Zentralitätsstufe, die etwa dem Niveau der hilfszentralen Orte CHRISTALLERs entspricht¹³, ist also durch überdurchschnittliche Ausstattung mit Einrichtungen für den täglichen Bedarf gekennzeichnet. Die Ausführungen zur Verteilungsanalyse der Standorte mit Faktorenwerten $\geq 0,0$ auf Faktor 2 gelten hier entsprechend.

Im nächsthöheren Zentralitätsniveau analysieren wir das räumliche Muster der hinzugetretenen Funktionen, die diesen Zentrenrang bestimmen. Das sind die im Faktor 3 zusammengefaßten zentralen Funktionen, sofern sie mit einem bestimmten Grad der Vollständigkeit in den Orten vorhanden sind; diese Orte der Rangstufe 2 sind in den Gruppen 3 bis 7 zusammengefaßt. Der Test auf räumliche Autokorrelation (vgl. Tab. 7.1) erweist lediglich das Netz N=58 als angemessen zur Erstellung der Häufigkeitsverteilung. Bei diesem Netz erscheint die Polsson-Verteilung als bestangepaßt, wenn auch die Übereinstimmung mit der empirischen Verteilung ($P=18\%$) nur schwach bis mäßig ist. Das entspräche zufälliger Variation oberer Reichweiten der Orte dieser Rangstufe. Die Analysen mit den Netzen N=38 und N=26 zeigen aber eine ähnliche Erscheinung, wie wir sie bei der Untersuchung der Standortmuster nach Faktor 1 (Faktorenwerte $\geq 2,0$) beobachten konnten, nämlich positive räumliche Autokorrelation bei gleichzeitiger relativ bester Anpassung einer negativen Binomialverteilung, hier jedoch in ihrer zusammengesetzten Form. Kontinuierliche Dichteverteilungen im Raum (Inhomogenität) bewirken eine räumlich korrelierte Verteilung der zentralen Orte; zugleich kommt in dem Verteilungsmodell auch eine reguläre Komponente auf Grund relativ geringer Variabilität der oberen Reichweite ($V^0=0,48$ bzw. $0,49$) zum Ausdruck, also ähnlich wie bei der Verteilungsanalyse der Standorte mit Faktorenwerten $\geq 2,0$ auf Faktor 3 (siehe oben), jedoch viel schwächer, so daß diese zwei Standortkomponenten im Test nicht sicher nachweisbar sind. Die zentralen Orte dieser Rangstufe 2 entsprechen etwa dem Kleinzentrenniveau.

Zentralörtliche Gruppierung der Gemeinden
nach 4 Faktoren ALT79A

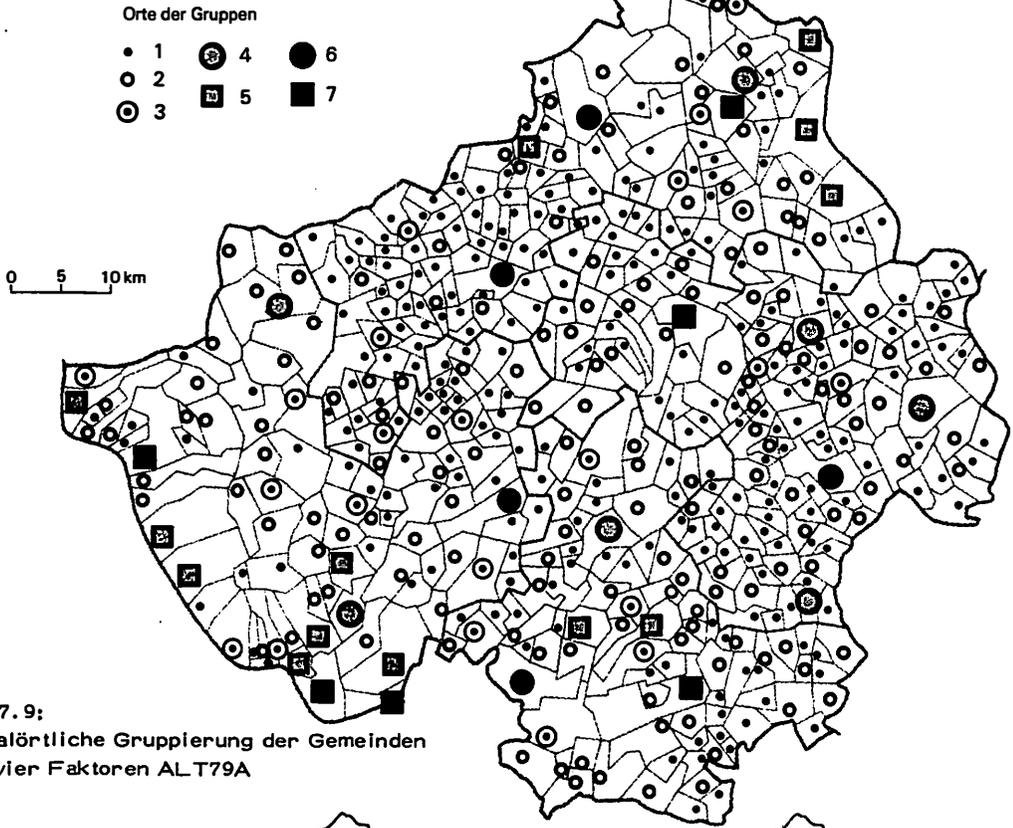


Abb. 7.9:
Zentralörtliche Gruppierung der Gemeinden
nach vier Faktoren ALT79A

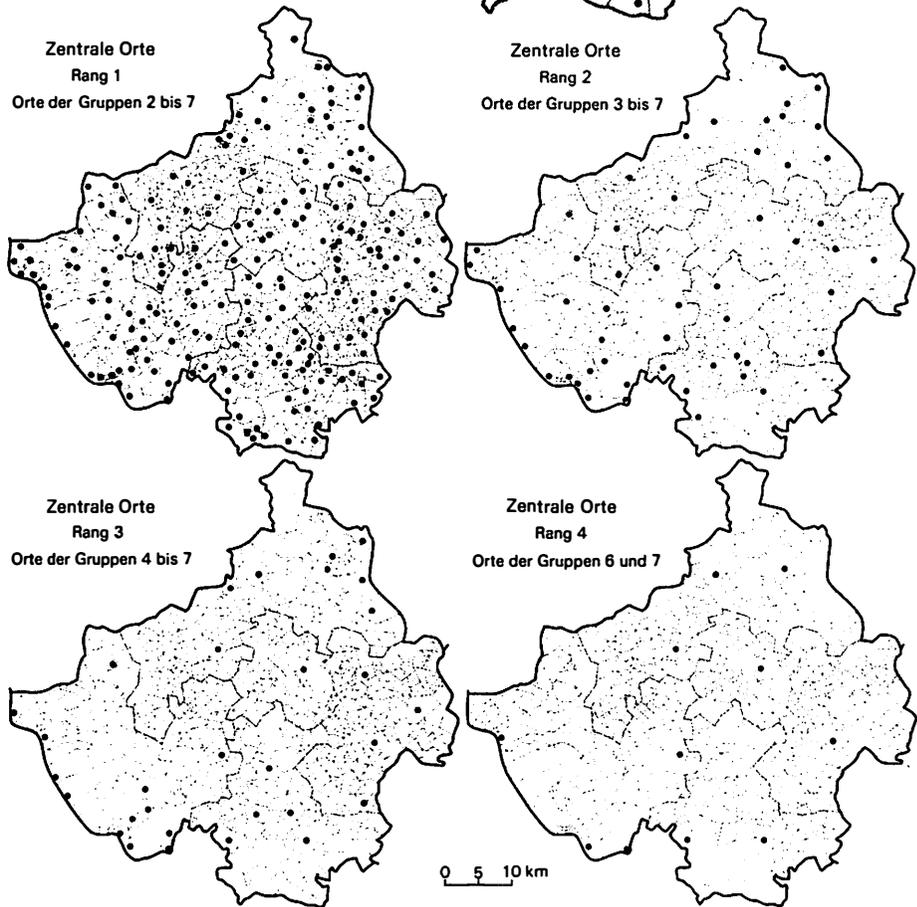


Abb. 7.10: Zentralörtliche Rangstufen der Gemeindegruppen aus ALT79A

Tab. 7.6: Beobachtete und theoretisch erwartete Häufigkeiten für die räumliche Verteilung zentraler Orte nach Rang (Zentrale Orte nach Zugehörigkeit zu Gruppen aus Distanzgruppierung ALT79A)

Anzahl der Standorte im Quadrat (x)	Beobacht. Häufigkeiten (f)	Modifiz. erwart. Poisson-Verteilg. (1)	Zusamm. Negative Binom.-V. (2)	Binomial-Verteilung (3)	Poisson-Verteilung (4)	NEYMAN Typ A - Verteilg. (5)	Negative Binomial-Verteilg. (6)
Zentrale Orte Rang 1 (Gruppen 2 - 7)							
0	23	22.4	.	25.8	31.7		
1	55	54.9	.	48.9	45.7		
2	35	37.5	.	38.6	32.9		
3	16	14.4	.	16.3	15.8		
4	5	3.8	.	3.8	5.7		
5+	0	0.9	.	0.5	2.2		
N = 134	χ^2 :	0.380	.	1.512	5.483		
$\bar{x} = 1.440$	FG:	2	.	2	3		
$s^2 = 1.060$	P :	83 %	.	47 %	16 %		
Parameter:		p=0.62 m ₁ =0.82	S=0.60 ←{(1-v)→0 l→∞	α=0.24 n=6	m=1.44		
Zentrale Orte Rang 2 (Gruppen 3 - 7)							
0	23	23.5	22.9	25.8	25.8		
1	26	24.2	25.5	22.7	20.9		
2	6	8.4	7.5	8.0	8.5		
3	3	1.7	1.7	1.4	2.3		
4+	0	0.2	0.4	0.1	0.6		
N = 58	χ^2 :	(3.66)	-	(9.32)	2.053		
$\bar{x} = 0.810$	FG:	1	-	1	1		
$s^2 = 0.684$	P :	6 %	-	< 1 %	18 %		
Parameter:		p=0.37 m ₁ =0.44	S=0.44 v=0.87 l=2.5	α=0.15 n=5	m=0.81		
0	8	9.4	8.0	10.3	11.0		
1	19	15.4	18.3	14.6	13.6		
2	7	9.1	7.8	9.0	8.4		
3	2	3.2	2.7	3.2	3.5		
4	2	0.8	0.9	0.7	1.1		
5+	0	0.2	0.4	0.1	0.4		
N = 38	χ^2 :	(2.04)	(1.44)	(2.98)	3.395		
$\bar{x} = 1.237$	FG:	1	1	1	2		
$s^2 = 1.050$	P :	18 %	25 %	8 %	21 %		
Parameter:		p=0.46 m ₁ =0.78	S=0.65 v=0.74 l=1.7	α=0.15 n=8	m=1.24		
0	1	2.5	1.0	3.5	4.2		
1	12	8.9	11.9	8.1	7.7		
2	8	8.3	7.5	8.1	7.0		
3	2	4.3	3.5	4.5	4.2		
4	2	1.5	1.4	1.5	1.9		
5	1	0.4	0.5	0.3	0.7		
6+	0	0.1	0.3	0.0	0.3		
N = 26	χ^2 :	(4.51)	(2.31)	(5.89)	0.866		
$\bar{x} = 1.808$	FG:	1	1	1	1		
$s^2 = 1.362$	P :	4 %	15 %	2 %	(37 %)		
Parameter:		p=0.71 m ₁ =1.10	S=0.92 v=0.72 l=2.3	α=0.25 n=7	m=1.81		

noch: Tab. 7.6

Anzahl der Standorte im Quadrat (x)	Beobacht. Häufigkeiten (f)	Modifiz. Poisson-Verteilg. (1)	Zusamm. Negative Binom.-V. (2)	Binomial-Verteilung (3)	Poisson-Verteilung (4)	NEYMAN Typ A - Verteilg. (5)	Negative Binomial-Verteilg. (6)
-------------------------------------	----------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-------------------------	------------------------	------------------------------	---------------------------------

Zentrale Orte Rang 3 (Gruppen 4 - 7)

0	36				35.2	35.8	36.2
1	16				17.6	16.7	16.5
2	5				4.4	4.5	4.3
3	1				0.7	0.9	0.8
4+	0				0.1	0.2	0.2
N = 58 χ^2 :					0.286	(0.45)	(0.65)
\bar{x} = 0.500 FG:					1	1	1
s ² = 0.535 P :					61 %	50 %	44 %
Parameter:					m=0.50	w=0.07 k=7.14	u=0.935 k=7
0	19				17.8	19.3	19.0
1	12				13.5	11.6	12.0
2	5				5.1	4.9	4.8
3	1				1.3	1.6	1.6
4	1				0.2	0.5	0.5
5+	0				0.0	0.2	0.2
N = 38 χ^2 :					0.272	(0.13)	(0.068)
\bar{x} = 0.763 FG:					1	1	1
s ² = 0.947 P :					62 %	72 %	82 %
Parameter:					m=0.76	w=0.24 k=3.2	u=0.82 k=3.5
0	8		8.4		9.2	.	8.6
1	13		11.3		9.6	.	9.3
2	2		4.2		5.0	.	5.2
3	2		1.4		1.7	.	2.0
4	1		0.5		0.4	.	0.6
5+	0		0.2		0.1	.	0.2
N = 26 χ^2 :					(6.53)		(6.29)
\bar{x} = 1.038 FG:					1	.	1
s ² = 1.078 P :					1 %	.	1 %
Parameter:					S=0.49 v=0.70 l=1.28	m=1.04 w=0.04 k=27	u=0.96 k=27

Zentrale Orte Rang 4 (Gruppen 6 - 7)

0	48			48	48.9		
1	10			10	8.3		
2+	0				0.7		
N = 58 χ^2 :					-	(7.42)	
\bar{x} = 0.172 FG:					-	1	
s ² = 0.145 P :					-	< 1 %	
Parameter:					$\alpha = \bar{x}$; n=1	m=0.17	
0	27			27	28.2		
1	11			11	8.4		
2+	0				1.4		
N = 38 χ^2 :					-	(7.99)	
\bar{x} = 0.289 FG:					-	1	
s ² = 0.211 P :					-	< 1 %	
Parameter:					$\alpha = \bar{x}$; n=1	m=0.29	
0	17			17	18.3		
1	9			9	6.4		
2+	0				1.3		
N = 26 χ^2 :					-	(9.63)	
\bar{x} = 0.346 FG:					-	1	
s ² = 0.235 P :					-	< 1 %	
Parameter:					$\alpha = \bar{x}$; n=1	m=0.35	

In der nächsthöheren Rangstufe 3 erfassen wir räumliche Strukturen, die uns aus der Analyse der Verteilungsmuster nach den Faktoren 1 und 4 bereits bekannt sind, deren zentrale Funktionen in speziellen Kombinationen die beiden obersten Rangstufen der Zentralität festlegen (vgl. Abschnitt 6.5). Es zeigt sich, daß auf diesem Zentralitätsniveau die irregulären Standortmuster der Funktionen des Faktors 1 die Gesamtverteilung der Orte wesentlich bestimmen. Sowohl die Ergebnisse der Autokorrelationstests (vgl. Tab. 7.1) als auch die der Quadratanalyse (Tab. 7.6) weisen starke Ähnlichkeit mit denjenigen auf, die sich aus der Analyse der Standortmuster nach Faktor 1 (Faktorenwerte $\geq 2,0$) ergeben hatten. Auch hier bestehen gute Übereinstimmungen der empirischen Verteilungen mit den Cluster-Verteilungen (NEY-MAN Typ A-Verteilung und negative Binomialverteilung); die Variabilität der unteren Reichweite als Maß für den Einfluß räumlicher Inhomogenität weist mit 0,38 (N=58) und 0,56 bzw. 0,53 (N=38) wesentlich geringere Werte auf als für die oben genannten Standortmuster nach Faktor 1. Die empirischen Verteilungen sind auch vereinbar mit der Hypothese Poisson'scher Lokalisationsprozesse, was daraus resultiert, daß sich die beiden durch die Faktoren 1 und 4 repräsentierten Lokalisationsprinzipien zentraler Orte, nämlich Agglomeration und Regularität, auf diesem Zentralitätsniveau vermischen, das in etwa dem Niveau von Unterzentren entspricht.

Das oberste Zentralitätsniveau der Rangstufe 4, dem Mittelzentrenniveau entsprechend, läßt sich in seiner räumlichen Verteilungscharakteristik nur noch beschreiben, jedoch nicht mehr testen, denn selbst mit dem größten Netz zur Quadratanalyse mit 26 Raumeinheiten resultiert eine Häufigkeitsverteilung mit nur zwei Häufigkeitsklassen, nämlich $x=0$ und $x=1$ (vgl. Tab. 7.6). Die räumliche Anordnung der Orte in diesem Netz weist zudem signifikante negative Autokorrelation auf, ist also regelhaft. Die beobachteten Häufigkeiten wären in allen drei Netzen durch einen Binomialprozeß mit nur zwei möglichen Realisierungen zu erzeugen: in einer Raumeinheit wird entweder ein zentraler Ort dieser Kategorie lokalisiert (bzw. ein Ort entwickelt sich bis zu dieser Rangstufe) oder nicht. Im Vergleich zur modifizierten Poisson-Verteilung entspricht dies $p=m$, so daß unser Maß zur Beschreibung der Variabilität der oberen Reichweite null wird. Die räumliche Verteilung zentraler Orte der Rangstufe 4 ist also durch einen hohen Grad der Regelmäßigkeit gekennzeichnet.

Die oben beschriebenen Tendenzen zur Verlagerung zentraler Funktionen von Orten höherer auf solche niedriger Ordnung bei regionalem Wirtschaftswachstum sowie räumlich unterschiedliche Funktionsspezialisierung auf Grund der jeweiligen Bedarfsstruktur im Gebiet sind somit unterhalb des Mittelzentrenniveaus wirksam und betreffen vor allem die Kategorie der Unterzentren, deren funktionale Zusammensetzung Merkmale dynamischer Übergänge von einem Hierarchieniveau zum anderen aufweist.

7.4 HIERARCHISCHE ZUORDNUNG ZENTRALER ORTE

Wir wollen zum Abschluß unserer Untersuchung noch prüfen, welche Konsequenzen sich aus regionalen Wachstums- und Strukturunterschieden für die Zuordnung zentraler Orte und ihrer Ergänzungsgebiete einer Hierarchiestufe zur nächsthöheren ergeben. Mit einem konstanten Zuordnungsfaktor k , wie er CHRISTALLERs System zentraler Orte auszeichnet, kann natürlich nicht gerechnet werden; ein symmetrischer Aufbau eines Zentrale-Orte-Systems kann ja nur erwartet werden, wenn die Beschaffenheit des Untersuchungsgebiets den Ausgangsbedingungen in CHRISTALLERs Modell relativ nahe kommt, was für unseren Untersuchungsraum nicht zutrifft.

Wir hatten bei der Behandlung von CHRISTALLERs Theorie die Ableitung des Systems der zentralen Orte dahingehend verallgemeinert, daß verschiedene k -Werte Ausdruck des gleichen ökonomischen Prinzips sind, wie es durch die Verhaltensannahmen der Theorie beschrieben wird, und hatten einen Zusammenhang zwischen den strukturellen Eigenschaften des Raumes und der hierarchischen Zuordnung zentraler Orte hergestellt, der in der Hypothese H. 3¹⁴ als empirisch prüfbar Voraussage der Theorie zum Ausdruck gebracht wurde: Unterschiede der Raumstruktur bewirken räumlich variable k -Werte, wobei diese umso kleiner sind, je höher die Bevölkerungsdichte, je besser die Ressourcenausstattung und je geringer die Verkehrswiderstände im Gebiet sind.

Die vorausgegangenen Analysen haben schon einige Anhaltspunkte für die Richtigkeit dieser Theorieaussage erbracht. Einige Aspekte dieses Zusammenhangs sollen nun explizit überprüft werden. Folgende Hypothesen sollen statistisch getestet werden.

- Hypothese 1 Zwischen der räumlichen Verteilung der Bevölkerung und der Verteilung aller zentralen Orte¹⁵ besteht kein Zusammenhang (Begründung: nicht die räumliche Verteilung, sondern die Zusammensetzung nach Rangstufen variiert mit der Bevölkerungsverteilung).
- Hypothese 2 Zwischen der wirtschaftlichen Raumstruktur und der Dichte aller zentralen Orte besteht kein Zusammenhang. Eine enge Beziehung besteht jedoch zwischen der wirtschaftlichen Raumstruktur und der Bevölkerungsdichte (Begründung wie oben).
- Hypothese 3 In überwiegend landwirtschaftlich strukturierten Gebieten zumeist geringer Bevölkerungsdichte entfallen mehr Zentren unteren Ranges auf Zentren höherer Ränge als in stärker industrialisierten (verstäderten) Gebieten – bei sonst gleicher Verteilung aller Zentren (Begründung: Transportkosten bzw. Verkehrswiderstände zwischen Zentrum und Marktgebiet sind in ländlichen Gebieten höher als in industriell-verdichteten Räumen¹⁶).
- Hypothese 4 Sofern zwei verschiedene Zentrentypen eine Ranggruppe bilden (Gruppen 4 und 5 bzw. 6 und 7), kann diese Typenaufspaltung durch die räumliche Wirtschaftsstruktur erklärt werden (Begründung: Unterschiede der räumlichen Wirtschaftsstruktur hängen eng mit regionalen Wachstumsunterschieden zusammen; diese bewirken Änderungen der funktionalen Zusammensetzung der Hierarchie zentraler Orte, die in einer Typendifferenzierung zum Ausdruck kommt).

Als Beobachtungseinheiten für die Datenermittlung zum Hypothesentest dienen die 58 Raumeinheiten des Zählgitters für die Quadratanalyse (vgl. Abb. 7.2). Die Bevölkerung wird in Einheiten von 1000 Einwohnern ausgezählt. Die wirtschaftliche Raumstruktur des Untersuchungsgebiets läßt sich nach dem bipolaren Faktor 3 der Faktorenanalyse SCOR22 (vgl. Abschnitt 6.6 sowie Anhang 19 ff.) erfassen, der den Gegensatz zwischen industriell-verdichteten und landwirtschaftlich geprägten Gebietsteilen aufzeigt, indem das Verteilungsbild der Faktorenwerte (Karte 3 im Anhang 21) auf die Darstellung der zwei Gebietskategorien in Abb. 7.11 reduziert wird.

Nun zu den Ergebnissen der Hypothesentests. Hypothese 1 kann als bestätigt betrachtet werden. Die Korrelation zwischen beiden Verteilungen $r=0,327$ ist zwar auf dem 5 %-Niveau signifikant verschieden von null, jedoch nicht mehr auf dem 1 %-Niveau. Zudem ist das Bestimmtheitsmaß mit $r^2=0,107$ so gering (d. h. nur rd. 11 % durch die Korrelation erklärte Varianz), daß man die beiden Verteilungen der Bevölkerung und aller zentraler Orte als unabhängig ansehen kann.¹⁷

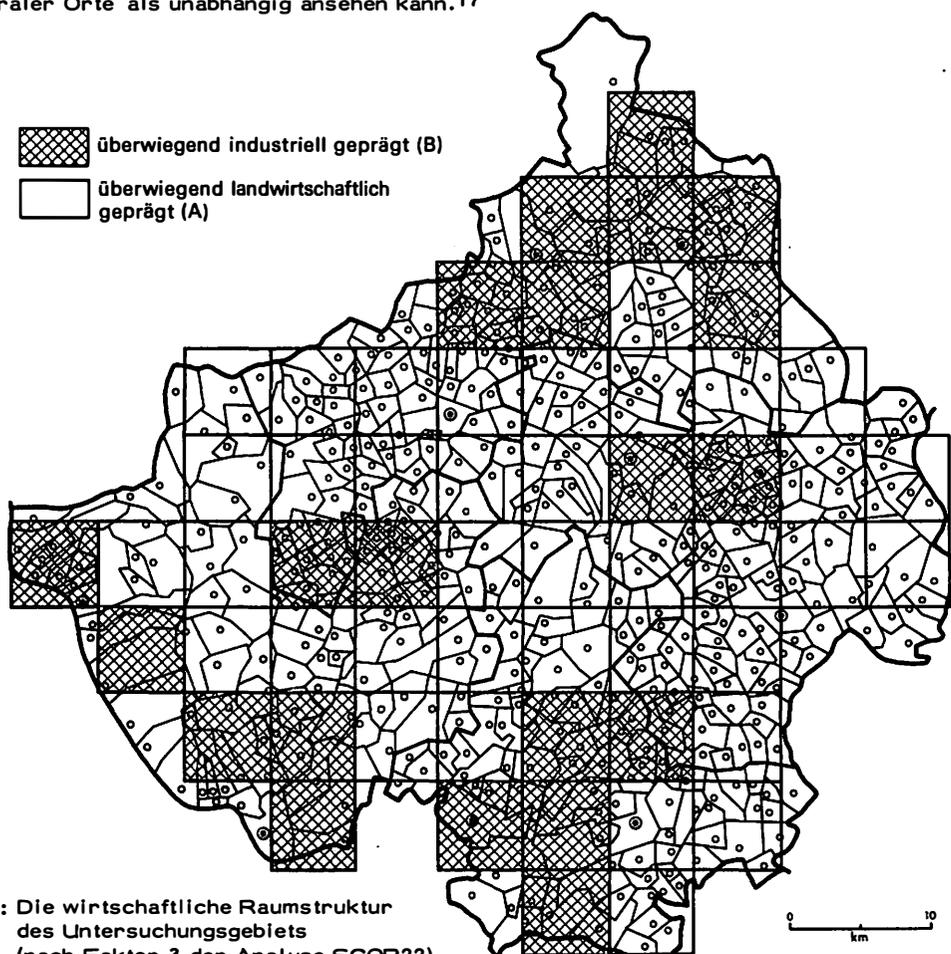


Abb. 7.11: Die wirtschaftliche Raumstruktur des Untersuchungsgebiets (nach Faktor 3 der Analyse SCOR22)

Hypothese 2 wird mit dem t-Test für Mittelwertvergleiche geprüft. Zentrale Orte sowie die Bevölkerung in den Gebietskategorien A und B (vgl. Abb. 7.11) werden jeweils als zwei unabhängige Stichproben betrachtet. Der Vergleich der Zentrendichte in beiden Gebietskategorien ($\bar{x}_A=3,14$, $\bar{x}_B=3,68$) ergibt keinen signifikanten Unterschied; beide Stichproben stammen aus der gleichen Grundgesamtheit, d.h. einem einheitlichen Raum. Anders dagegen bei der Bevölkerungsverteilung: die Einwohnerdichte in den industriellen Gebieten ($\bar{x}_B=7,53$) ist hochsignifikant ($\alpha \leq 0,001$) höher als in den ländlichen Teilräumen ($\bar{x}_A=4,00$).

Zur Prüfung der Hypothese 3 stellen wir die Häufigkeiten in Vierfeldertafeln zusammen, um diese mit dem Chi-Quadrat-Test auf Homogenität zu überprüfen. Die folgenden Vierfeldertafeln sind signifikant

		zentr. Orte Rang				zentr. Orte Rang	
		1	2-4			2	3-4
Gebiets- kate- gorie	A	97	19	A	11	8	
	B	51	28	B	7	21	

inhomogen ($\chi^2=8,14$ bzw. $3,86$), d.h. zwischen beiden Merkmalen 'Gebietskategorie' und 'hierarchische Zuordnung zentraler Orte' besteht ein Zusammenhang.

Hypothese 4 schließlich wird ebenfalls mit dem Vierfeldertest, jedoch wegen der geringen Besetzungszahlen mit dem FISHER-YATES-TEST¹⁸ geprüft. Die Analyse der Vierfeldertafeln erbrachte signifikante Zusammenhänge zwischen beiden Merkmalen auf dem 2 %-Niveau im ersten und 5 %-Niveau im zweiten Fall.

		zentr. Orte Gruppe				zentr. Orte Gruppe	
		4	5			6	7
Gebiets- kate- gorie	A	4	0	A	3	1	
	B	3	11	B	2	5	

Die vier Hypothesen konnten im Test nicht zurückgewiesen werden. Die Implikationen der zentralörtlichen Theorie bezüglich des Zusammenhanges von Raumstruktur und hierarchischer Zuordnung der zentralen Orte finden in der vorliegenden Untersuchung ihre empirische Bestätigung.

ANMERKUNGEN

- 1 Methodischer Ansatz sowie erste Ergebnisse der Lokalisationsanalyse zentraler Orte wurden bereits in zwei Tagungsreferaten vorgetragen; vgl. J. DEITERS: Räumliche Muster und stochastische Prozesse - Lokalisationsanalyse zentraler Orte, in: E. GIESE (Hrsg.) Symposium "Quantitative Geographie" Gießen 1974, Gießen 1975, S. 122-140 (Gießener Geogr. Schr. 32); ders.: Stochastische Analyse der räumlichen Verteilung zentraler Orte, in: *Gesellsch. f. Regionalforsch.*, Seminarberichte 10 (St. Jakob/Österreich, Febr. 1974), Heidelberg 1975, S. 65-101.
- 2 Ist diese Voraussetzung nicht gegeben, erfolgt also die Auswahl der zu analysierenden Orte unabhängig von den Standorthypthesen, wie z. B. bei GEISENBERGER und MÜLLER, die die im Landesentwicklungsplan ausgewiesenen zentralen Orte zugrunde legen, so reduziert sich die Interpretation der Ergebnisse im allgemeinen auf eine Beschreibung räumlicher Verteilungscharakteristika; vgl. S. GEISENBERGER, J. H. MÜLLER: Analyse der räumlichen Verteilung der zentralen Orte in Baden-Württemberg, in: *Zentralörtliche Funktionen in Verdichtungsräumen*, Hannover 1972, S. 71-116 (Veröff. d. Akad. f. Raumforsch. u. Landesplanung, Forsch.- u. Sitzungsber. Bd. 72).
- 3 vgl. Abschn. 2.3.2.
- 4 In beiden Ansätzen erfassen wir übrigens explizit die Größe der zentralen Orte, deren Berücksichtigung DACEY in weiter zu entwickelnden stochastischen Modellen zentraler Orte fordert; vgl. M. F. DACEY: A research programme on models of urban spatial process, in: M. CHISHOLM, A. E. FREY, P. HAGGETT (Hrsg.) *Regional forecasting*, London 1971, S. 261 (Colston Papers 26).
- 5 vgl. Abschn. 3.4.3, insbesondere die Formeln (3.7) und (3.8) sowie die Erläuterungen dazu.
- 6 Die Z-Werte für die räumliche Verteilung der zentralen Orte der Rangstufe 4 werden nicht aus GEARYs Koeffizienten c ermittelt, sondern aus einem Test für Nominaldaten ("nonfree sampling", Annahme des Ziehens schwarzer und weißer Kugeln aus einer Urne ohne Zurücklegen), da die Besetzungszahlen nur 0

- oder 1 sind; vgl. A.D.CLIFF, J.K.ORD: Spatial autocorrelation, London 1973, S.4-7.
- 7 vgl. hierzu und zu den folgenden Interpretationen der Ergebnisse der Quadratanalyse die Beschreibung des Lokalisationsmodells im Abschn. 3.3 sowie die theoretischen Vorüberlegungen dazu im Abschn. 2.3. - Einen raschen Überblick über die verwendeten Verteilungsmodelle gibt Tab. 3.1.
- 8 Der Variationskoeffizient ist die Standardabweichung einer Verteilung dividiert durch den Mittelwert. Mittelwert und Varianz der Gammaverteilung sind k/a und k/a^2 . Der Variationskoeffizient ist dann $(\sqrt{k/a})/(k/a)$, woraus sich $1/\sqrt{k} = k^{-1/2}$ ergibt.
- 9 Folgende Variante der modifizierten Poisson-Verteilung wurde hier wegen der hohen Punktdichte (3,362) angewandt: da nach der beobachteten Häufigkeitsverteilung je 2 Raumeinheiten keinen bzw. einen Ort enthalten, wird angenommen, daß zunächst 110 Orte auf die 58 Raumeinheiten derart verteilt werden, daß 54 Raumeinheiten 2 Orte und je 2 Raumeinheiten einen bzw. keinen Ort enthalten (Häufigkeiten Spalte 1a); an die verbleibenden 85 Orte (Spalte 1b) wird dann eine Poisson-Verteilung angepaßt (Spalte 1c). Die Differenz 3,36-1,47 entspricht dem Parameter p .
- 10 vgl. J.K.ORD: The negative binomial model and quadrat sampling, in: G.P.PATIL (Hrsg.) Random counts in scientific work: Vol.2, Random counts in biomedical and social sciences, University Park u. London 1970, S.151-163.
- 11 vgl. Abschn. 3.3.3, insbes. Anm. 25.
- 12 vgl. hierzu Abb. 6.9, aus der zu ersehen ist, daß die Orte der Gruppe 1 von allen übrigen Orten auf Grund ihrer unterdurchschnittlichen Faktorenwerte auf dem Faktor 2 abgetrennt werden.
- 13 vgl. W.CHRISTALLER: Die zentralen Orte in Süddeutschland. Jena 1933, reprog.Nachdr. Darmstadt 1968, S.67-68 u. S.26.
- 14 vgl. Abschn. 2.5.2.
- 15 d.h. der Orte der Rangstufen 1 bis 4, also der Gruppen 2 bis 7 nach den Faktoren ALT79A.
- 16 vgl. J.V.HENDERSON: Hierarchy models of city size: an economic evaluation, in: Journ. of Regional Science 12(1972), S.435-441.
- 17 Die Korrelationen werden jedoch höher, wenn man zentrale Orte höherer Rangordnung betrachtet. Für den Rang 3 (Orte der Gruppen 4 bis 7) beträgt $r=0,90$!
- 18 vgl. J.KRIZ: Statistik in den Sozialwissenschaften, Reinbek 1973, *rororo studium* 29, S.171-174.

Schlußfolgerungen

Fragen wir zum Schluß nach den Konsequenzen, die sich aus unserer empirischen Analyse für die Theorie zentraler Orte ergeben, so können wir folgende Ergebnisse festhalten:

- (1) Die von CHRISTALLER aus den Lokalisationsprinzipien der zentralen Funktionen abgeleitete hierarchische Größenstruktur zentraler Orte kann im wesentlichen als bestätigt betrachtet werden. Die Beobachtung, daß die meisten Orte Klassen zuzuordnen sind, die CHRISTALLERs Größentypen zentraler Orte entsprechen, während ein Teil der Orte Übergangsformen zwischen den klar ausgebildeten Zentralitätsniveaus repräsentiert, ist konsistent mit CHRISTALLERs Beschreibung dynamischer Vorgänge im System zentraler Orte, die zu Wandlungen der funktionalen Zusammensetzung innerhalb der Hierarchie führen¹.
- (2) Die räumliche Verteilung zentraler Orte weist über alle in der vorliegenden Untersuchung erfaßten Hierarchiestufen eine deutliche Komponente der Regularität auf. Diese kann jedoch auf einzelnen Zentralitätsstufen durch räumliche Häufungen ranggleicher Orte etwa als Folge regionaler Wachstumsunterschiede vollständig verdeckt werden, wie wir es auf dem Niveau der Unterzentren beobachten können. Hier überlagern sich zwei Standortprinzipien, ein hierarchisch-zentralistisches und ein dezentralisierendes, auf Funktionsteilung beruhendes Prinzip. Letzteres kann allerdings so stark wirksam werden, daß das von CHRISTALLER auch unter Berücksichtigung von Reichweitevariationen angenommene Grundmuster in der Anordnung zentraler Orte² beseitigt wird und Agglomerationen ranggleicher Zentren entstehen, deren funktionale Zusammensetzung variiert.
- (3) Die variablen Beziehungen zwischen hierarchischer Zuordnung zentraler Orte und strukturellen Eigenschaften des Raumes, wie sie aus einer Verallgemeinerung der Theorie CHRISTALLERs resultieren, finden in der vorliegenden Untersuchung ihre empirische Bestätigung. Die k-Werte variieren nicht nur von Hierarchiestufe zu Hierarchiestufe, sondern auch innerhalb des Untersuchungsraumes zwischen zwei Niveaus der zentralörtlichen Hierarchie. Solche Variabilität in der hierarchischen Zuordnung zentraler Orte ist im weitesten Sinne ökonomisch, nämlich aus Variationen der oberen und unteren Reichweite zentraler Funktionen, zu erklären.

Zur Beurteilung des Geltungsbereichs der empirischen Aussagen sei noch einmal auf die Anlage der Untersuchung sowie den methodischen Ansatz hingewiesen:

- (a) Die Ergebnisse wurden in einem Raum gewonnen, dessen höchstes Zentralitätsniveau das von Mittelzentren ist. Das Untersuchungsgebiet wurde jedoch so abgegrenzt, daß es in seiner Gesamtheit eine möglichst große strukturelle Vielfalt aufweist, so daß es wie eine Stichprobe aus einem größeren Strukturzusammenhang behandelt werden kann. Wir können davon ausgehen, daß die analysierten Eigenschaften

¹ vgl. W. CHRISTALLER: Die zentralen Orte in Süddeutschland, Jena 1933, reprogr. Nachdruck Darmstadt 1968, S. 86-133, insbes. S. 133; vgl. auch Abschn. 2.1.4.

² vgl. ebd., S. 73.

ten im Zentralitätsaufbau für den unteren Bereich der zentralörtlichen Hierarchie, den die Untersuchung erfaßt, repräsentativ sind.

Beobachtungen der gegenwärtigen Entwicklungstendenzen im zentralörtlichen System der Bundesrepublik³ legen den Schluß nahe, daß sich die im Westerwald Anfang der sechziger Jahre festzustellende Disproportionalisierung des zentralörtlichen Systems in der Ebene der Unterzentren in diesem Jahrzehnt in die Ebene der Mittelzentren verlagert hat, die infolge einer Aushöhlung der zentralen Orte unterer Stufe ebenso wie durch Dezentralisierung oberzentraler Funktionen eine starke Ausweitung erfuhr. Es ist zu vermuten, daß sich dieser Verlagerungsprozeß im Zuge einer weiteren "Maßstabsvergrößerung" im zentralörtlichen System zur Ebene der Oberzentren hin fortsetzen wird⁴.

- (b) Die Analyse ist in ihrem Ansatz statisch, da sie nur einen Zeitquerschnitt betrachtet. Aussagen über Prozesse, die bestimmte Raummuster wahrscheinlich hervorgebracht haben, sind nur auf indirekte Weise zu gewinnen, indem von der Raumstruktur auf dahinter stehende Prozesse, auf Individual- und Gruppenentscheidungen der Akteure, geschlossen wird. Schlüsse dieser Art werden umso zuverlässiger, je besser die Parameter der verwendeten stochastischen Modelle durch Interpretation in der zugrunde liegenden Standorttheorie verankert werden können.⁵

Es war das Anliegen dieser Arbeit, Grenzen und Möglichkeiten der Realitätserklärung mit der Theorie zentraler Orte aufzuzeigen. Die realistische Grundstruktur von CHRISTALLERs Theorie erlaubte ihre probabilistische Umformulierung und die Anwendung eines Modells zur empirischen Analyse, mit dem der restriktive Erklärungsrahmen der ursprünglichen Theorieformulierung überwunden werden kann und die räumlichen Konsequenzen variabler, nicht-normativer Verhaltensweisen aufgezeigt werden können. Die Theorie zentraler Orte erscheint durch stärkere Anbindung an die Theorie stochastischer Punktprozesse noch weiter ausbaufähig⁶; insbesondere bedarf es hier der expliziten Dynamisierung der zentralörtlichen Theorie. Sie ist ein adäquater Erklärungsrahmen für all jene Standortprobleme des tertiären Sektors, deren Reduktion auf die räumliche Verteilung dimensionaler Punkte keine unangemessene Abstraktion darstellt.

³ vgl. K. GANSER: Zentrale Orte und Entwicklungszentren. In: BEITRÄGE ZUR ZENTRALITÄTSFORSCHUNG, Münchener Geogr. Hefte 39, 1977, S. 105-124.

⁴ vgl. ebd., S. 110-115.

⁵ vgl. M.F. DACEY: Some questions about spatial distributions, in: R. J. CHORLEY (Hrsg.) Directions in geography, London 1973, S. 127-151.

⁶ vgl. M.F. DACEY: Potential contributions of the theory of stochastic point processes to the social study of map. In: P. A. W. LEWIS (Hrsg.) Stochastic point processes. Statistical analysis, theory, and applications, New York 1972, S. 868-886.

KURZFASSUNG

Regelhaftigkeiten der Größenverteilung und der räumlichen Anordnung städtischer Siedlungen erstmals auf die Gesetzmäßigkeiten ökonomischer Zusammenhänge zurückgeführt zu haben, ist das unbestreitbare Verdienst von Walter Christaller mit seiner 1933 erschienenen Untersuchung "Die zentralen Orte in Süddeutschland". Wenn auch die Geographie seiner Zeit einer solchen Theorie zunächst fremd gegenüberstand, so wird doch heute allgemein anerkannt, daß es zur Erklärung weltweit beobachteter Regelhaftigkeiten zentralörtlicher Raumstrukturen keine andere ähnlich geschlossene und "einfache" Theorie wie die Christallers gibt. Die von einem einzelnen heute kaum mehr zu überblickende Fülle der auf Christaller fußenden Literatur zur Zentralitätsforschung und die Bedeutsamkeit, welche die Zentrale-Orte-Konzeption für die Raumplanung gewinnen konnte, belegen die Fruchtbarkeit der Christallerschen Gedanken.

Die vorliegende Untersuchung geht von einem bemerkenswerten Widerspruch in der Rezeption der Theorie aus: einerseits konnte das von Christaller abgeleitete System der zentralen Orte fast den Charakter einer empirischen Selbstverständlichkeit gewinnen bei entsprechender Popularität der Begriffe 'Zentralität', 'zentraler Ort' oder 'Reichweite'; andererseits werden aber die dieser Theorie zugrunde liegenden Annahmen über das Verhalten der Wirtschaftssubjekte sowie über die Beschaffenheit des Raumes als unrealistisch und viel zu restriktiv zurückgewiesen.

Ersteres, nämlich Regelhaftigkeiten zentralörtlicher Systeme, ist jedoch eine logische Konsequenz aus letzterem, aus den Theorieannahmen also. Wie realitätsfern dürfen nun diese sein, ohne daß die Folgerungen aus ihnen unrealistisch werden? Welchen Erklärungsanspruch, welchen empirischen Gehalt besitzt die Theorie zentraler Orte? Hat sie sich in der Praxis "bewährt"?

Diese Fragen umreißen das Problem der empirischen Überprüfbarkeit einer Theorie, deren Erklärungskraft eng an die Lösung dieses Prüfproblems gebunden ist, gewinnen doch die Aussagen einer Theorie in dem Maße an empirischem Gehalt, wie sie wiederholten Falsifizierungsversuchen standgehalten haben.

Diese Untersuchung verfolgt das Ziel, die wesentlichen Voraussagen der Theorie zentraler Orte als Hypothesen in einer Fallstudie empirisch zu überprüfen. Demgemäß werden in einem ersten, dem theoretischen Teil (S. 3 ff.) die logische Struktur der Theorie sowie die Voraussetzungen und Ansatzmöglichkeiten zur empirischen Prüfung ihrer Aussagen geklärt. Im nachfolgenden methodischen Teil (S. 45 ff.) wird - in Anknüpfung an eine probabilistische Umformulierung der Theorie - ein stochastisches Lokalisationsmodell zentraler Orte zur Analyse ihrer räumlichen Verteilungsmuster entwickelt; die Faktorenanalyse wird auf ihre Eigenschaft als statistisches Testverfahren zur Überprüfung der Hierarchie-Hypothese hin untersucht. Im empirischen Teil (S. 87 ff.) wird das zuvor entwickelte Instrumentarium auf die Analyse zentralörtlicher Strukturen in einem Mittelgebirgsraum angewandt, der nach Reliefgestaltung, Verkehrserschließung, Siedlungsverteilung und Wirtschaftsstruktur alle Merkmale eines inhomogenen Raumes besitzt.

Theorie

Christallers Theorie der zentralen Orte ist weniger eine umfassende Theorie der räumlichen Siedlungsstruktur als vielmehr eine partielle Standorttheorie des tertiären Sektors. Sie stellt eine Erweiterung der neoklassischen nationalökonomischen Theorie von Angebot und Nachfrage um die räumliche Dimension dar.

Für das Verhalten der Konsumenten und der Anbieter zentraler Güter wird demzufolge ökonomische Rationalität des Handelns unter Bedingungen der Gewißheit und vollständigen Information unterstellt: Konsumenten fragen diejenige Mengenkombination von Gütern nach, die bei gegebenen Preisrelationen die geringsten Kosten und somit den größten Nutzen erbringt; Anbieter zentraler Güter suchen ihre Absatzmenge derart an den Marktpreis anzupassen, daß ihre Gewinne maximal sind (Verhaltenspostulate P. 1 und P. 2).

Da die Orte des Güterangebots im allgemeinen nicht mit den Orten des Bedarfs zusammenfallen, müssen die Konsumenten zum Erwerb der Güter Wege zurücklegen, deren Kosten ihr Nachfrageverhalten bestimmt (Postulat P. 3). Die räumliche Komponente im Verhalten der Anbieter kommt in ihren Standortentscheidungen zum Ausdruck, für die bestimmte Abhängigkeiten unterstellt werden (Postulat P. 4).

Die idealisierenden Annahmen zur Raumbeschaffenheit, die Ausgangsbedingungen der Theorie (A. 1 - 3) - nämlich Unbegrenztheit, Isotropie und Homogenität des Raumes - bewirken in der Verknüpfung mit den Verhaltenspostulaten die räumliche Konstanz des Bedarfs an zentralen Gütern, der Kostenstruktur bei den Anbietern sowie der Wegekosten je Distanzeinheit, so daß allein die Nachfrage als Funktion der Distanz zum jeweils nächsten Angebotsort räumlich variiert.

Christallers System der zentralen Orte (Abb. 1.9, Tab. 1.1) stellt die logische Ableitung aus den Verhaltenspostulaten und den Ausgangsbedingungen mit Hilfe des Begriffs der "Reichweite zentraler Güter" dar. Diesem System spricht Christaller unter dem Gesichtspunkt der Versorgung der Bevölkerung eines Gebietes mit zentralen Gütern die höchste Effizienz zu, weshalb er dieses Prinzip "Versorgungs- oder Marktprinzip" nennt. Hiervon abweichende Anordnungsmuster zentraler Orte führt Christaller auf den Einfluß überregional bedeutsamer Verkehrsverbindungen - "Verkehrsprinzip" - oder politisch-administrativer Raumgliederung - "Verwaltungsprinzip" - zurück. Diese zusätzlichen Einflußfaktoren stehen aber im Widerspruch zu den Ausgangsbedingungen der Theorie (Isotropie, Unbegrenztheit des Raumes). Durch konsequente Anwendung der ursprünglichen Theorieannahmen kann jedoch diese Inkonsistenz in Christallers Ableitung beseitigt werden, und die verschiedenen Systeme zentraler Orte (Zuordnungsfaktor $k = 3, 4, 7$ usw.) folgen bei Variation der Ausgangsbedingungen aus den gleichen ökonomischen Prinzipien (Abb. 1.11).

Hiervon ausgehend lassen sich die wesentlichen Eigenschaften zentralörtlicher Systeme als Voraussagen der Theorie und somit als Hypothesen für den empirischen Test ableiten. Sie betreffen die Existenz von Größentypen zentraler Orte (Hierarchie-Hypothese H. 1), Eigenschaften der räumlichen Verteilung zentraler Orte (H. 2) und die Zuordnung zentraler Orte über die Hierarchiestufen (H. 3).

Soll die Zentrale-Orte-Theorie über die Erklärung großräumiger Regelmäßigkeiten zentralörtlicher Erscheinungen hinaus auch auf der Ebene des Individualverhaltens zu plausiblen und empirisch prüfbareren Hypothesen kommen, so bedarf es einer realistischeren Verhaltensbasis und der grundsätzlichen Überwindung ihres normativen Charakters.

Hierzu werden zunächst einige Ansätze zur Verallgemeinerung von Christallers Theorie vorgestellt. Als solche wird im allgemeinen Löschs "Wirtschaftslandschaft" angesehen, da an die Stelle eines konstanten Zuordnungsfaktors für Marktgebiete und Orte verschiedener Stufen ein variabler k -Wert der Marktgebietsgrößen tritt, der eine im Vergleich zum symmetrischen Systemaufbau bei Christaller wesentlich kompliziertere Raumstruktur mit Funktionsdifferenzierung der Standorte und regionalen Dichteunterschieden der Standortverteilung impliziert. Ein systematischer Vergleich der zugrunde liegenden Annahmen beider Theorien ergibt aber, daß die Unterschiede zwischen den abgeleiteten Systemen allein darauf beruhen, daß Lösch weitgehende Unabhängigkeit der Standortwahl von Anbietern verschiedener Güter, Christaller jedoch - realistischer - deren Abhängigkeit annimmt. Daraus folgt für Christallers System ein wesentlich höherer Grad der räumlichen Konzentration zentraler Einrichtungen als in Löschs Wirtschaftslandschaft, deren Ableitung zudem nicht völlig konsistent ist.

Die an Christaller und Lösch anknüpfende Weiterentwicklung einer Theorie der räumlichen Nachfrage hat gezeigt, daß die Annahme einer räumlich konstanten Präferenzordnung für die Güternachfrage der Konsumenten nicht aufrecht erhalten werden kann. Mit der Entfernung zum Anbieterstandort ändert sich für einen Konsumenten nicht nur der Lieferpreis des betrachteten Gutes (und damit seine Nachfrage-

menge), sondern es ändern sich auch die Lieferpreise aller übrigen Güter, die im Begehrskreis des Konsumenten sind. Daraus folgt, daß statt partieller nunmehr allgemeine Nachfragefunktionen zugrunde zu legen sind und Christallers Annahme der räumlichen Konstanz des Bedarfs an zentralen Gütern hinfällig wird. Diese Verallgemeinerung der Verhaltensbasis für die zentralörtliche Theorie impliziert erhebliche Unregelmäßigkeiten im Netz zentraler Orte auch unter den Ausgangsbedingungen eines homogenen Raumes.

Eine explizite räumliche Nachfrage-Angebots-Analyse erlaubt auch die Betrachtung zeitlich variabler Einflußgrößen zur Ableitung von Veränderungen der Angebotsstruktur zentraler Orte im Sinne einer Dynamisierung der zentralörtlichen Theorie.

Derartige Erweiterungen und Verallgemeinerungen der Theorie tragen offensichtlich zur Erhöhung ihres empirischen Gehalts bei, doch ist die grundsätzliche Kritik an der Verhaltensbasis dieser in der neoklassischen Nationalökonomie wurzelnden Theorie ernst zu nehmen: So sei einerseits die mikroökonomische Nachfragetheorie wegen ihrer Konstanzannahmen (sog. ceteris-paribus-Klauseln) empirisch unüberprüfbar; andererseits seien Eigenschaften, welche aus der angenommenen Konkurrenzform zwischen den Anbietern (monopolistischer Wettbewerb) folgen, der Beobachtung praktisch nicht zugänglich und somit ebenfalls nicht überprüfbar.

Auf Grund dieser Kritik wird ein probabilistischer Erklärungsansatz zentraler Orte in den Grundzügen entwickelt. Die zu erklärende Raumstruktur wird als eine der vielen möglichen Realisierungen eines stochastischen Prozesses aufgefaßt, der die ökonomischen Relationen beschreibt. Die Zufallskomponente entspricht der gegebenen Unkenntnis der Verhaltensweisen im Individualbereich bzw. deren prinzipieller Unbestimmbarkeit angesichts von Ungewißheit.

Die Herausbildung eines Systems zentraler Orte als Ergebnis einer großen Zahl individueller Standortentscheidungen der Anbieter hängt maßgeblich vom Einkaufsverhalten der Konsumenten ab. Nach Christaller suchen Konsumenten stets den Ihnen am nächsten gelegenen Einkaufsort auf; tragen die Anbieter zentraler Güter dieser Verhaltensnorm in ihrer Standortwahl voll Rechnung, stellt sich die Gleichgewichtslösung des Zentrale-Orte-Systems ein. Demgegenüber wird hier in Anlehnung an R.G. Golledge die Grundhypothese vertreten, daß Gleichgewichtszustände im zentralörtlichen System Ergebnisse eines Lernprozesses sind, dessen logischer, praktisch jedoch unwahrscheinlicher Grenzfall Christallers Ableitung darstellt. Die Interpretationsmöglichkeiten eines solchen behavioristischen Erklärungsansatzes werden an einem einfachen Lernmodell zur Entwicklung der Kaufneigung aufgezeigt. Für die spätere Analyse ist der Zusammenhang zwischen Lernerfolg und Variabilität der Reichweiten für bestimmte Güter oder zentrale Orte bedeutsam.

Die Anbieter zentraler Güter können angesichts ungewisser Konkurrenzbedingungen den für sie günstigen Geschäftsstandort im allgemeinen nicht - wie der Konsument den Einkaufsort - durch "Versuch und Irrtum" finden, sondern müssen eine einmalige und langfristig "richtige" Entscheidung treffen. Je größer solche Ungewißheit ist, desto stärker neigen die Anbieter zur Standortwahl in den Zentren, in denen ihre Konkurrenten bereits etabliert sind. In diesem Sinne sind die zentralen Orte in Christallers Theorie die Standorte des geringsten Risikos für das Waren- und Dienstleistungsangebot.

Methode

Die empirische Überprüfbarkeit einer geographischen Theorie setzt voraus, daß die in der Realität zu beobachtenden und von der Theorie zu erklärenden Raumstrukturen auf die durch die Verhaltensannahmen implizierten und in der Theorie beschriebenen Prozesse zurückgeführt bzw. aus diesen abgeleitet werden können. Hierzu wird, entsprechend dem probabilistischen Charakter der Theorieformulierung, ein stochastisches Lokalisationsmodell (Kap. 3) entwickelt, mit dem räumliche Muster zentraler Orte als Realisierungen stochastischer, d.h. zufallsgesteuerter Prozesse zu identifizieren sind, deren Eigenschaften bekannt und im Rahmen der zentralörtlichen Theorie interpretierbar sind.

Grundlegend für die Modellkonstruktion ist die Anwendung bedingter Wahrscheinlichkeiten zur Berücksichtigung der im Theoriefall betonten Interdependenz der Standortentscheidungen von Anbietern zentraler Güter: Die Wahrscheinlichkeit, daß eine weitere zentrale Einrichtung in einer bestimmten Raumeinheit lokalisiert wird, hängt davon ab, wie viele Einrichtungen gleicher oder anderer Funktion in der betreffenden Raumeinheit bereits ihren Standort haben. Nimmt die Wahrscheinlichkeit mit der Anzahl der bereits vorhandenen zentralen Einrichtungen an einem Standort zu, handelt es sich um einen agglomerierenden Lokalisationsprozeß, der durch die negative Binomialverteilung beschrieben wird. Die gegenläufige Tendenz, also die mit zunehmender Anzahl der vorhandenen Einrichtungen sinkende Wahrscheinlichkeit der Lokalisation einer weiteren zentralen Einrichtung am gleichen Standort, entspricht einem dis-

perglierenden Lokalisationsprozeß, der räumliche Regelmäßigkeit der Verteilung bewirkt und durch die modifizierte Poisson-Verteilung nach M.F.Dacey zu beschreiben ist.

Die zunächst für individuelle Standortentscheidungen gegebene Interpretation der Wahrscheinlichkeitsmodelle läßt sich ausweiten auf die Betrachtung von Standortkomplexen zentraler Einrichtungen bestimmter Versorgungsstufen, also auf die Lokalisationsanalyse zentraler Orte.

Die Parameter der genannten Modellvarianten erfassen die Variabilität der Reichweite zentraler Güter; die unteren Grenzen der Reichweite variieren umso stärker, je ungleichförmiger die räumlichen Ausgangsbedingungen sind (räumliche Inhomogenität); die Variation oberer Grenzen der Reichweite nimmt in dem Maße ab, wie Konsumenten zur Habitualisierung ihres Einkaufsverhaltens nach einem Lernprozeß neigen. Die Teilmodelle, welche auch den unabhängigen Lokalisationsprozeß (Poisson-Verteilung) einschließen, lassen sich im Gesamtmodell der zusammengesetzten negativen Binomialverteilung nach M.F.Dacey zusammenfassen, das die Teilmodelle als Grenzfälle mit enthält (Modellübersicht Tab. 3.1). Somit ist die im Theorieteil beschriebene Variationsbreite möglicher Konsequenzen aus der Variabilität der Reichweiten für das räumliche Muster zentraler Orte mit dem Gesamtmodell und seinen Varianten kontinuierlich abgedeckt.

Die empirische Anwendung des Lokalisationsmodells zur Analyse der räumlichen Verteilung zentraler Orte erfolgt durch die Quadratanalyse (Gitteranalyse, Zellenauszählverfahren): Mit Hilfe eines über das Untersuchungsgebiet gelegten Zählgitters (im allgemeinen: Quadrate) wird eine räumliche Punktverteilung (Verteilung zentraler Orte) zu einer eindimensionalen Häufigkeitsverteilung der Besetzungszahlen reduziert. Auf Grund dieser Verteilung wird durch Parameterschätzung (Anhang 1) jenes Wahrscheinlichkeitsmodell bestimmt, das die beobachtete Punktverteilung mit der höchsten Mutmaßlichkeit "erzeugt" haben kann. Bestätigung oder Zurückweisung der jeweiligen Lokalisierungshypothese hängt vom Grad der Übereinstimmung zwischen beobachteter (empirischer) und erwarteter (theoretischer) Verteilung ab, der mit dem Chi-Quadrat-Anpassungstest bestimmt wird. Dabei muß die Voraussetzung erfüllt sein, daß die Besetzungszahlen der Quadrate, insbesondere benachbarter, unabhängig voneinander sind. Diese Bedingung muß vor Anwendung des Anpassungstests mit Hilfe des Tests auf räumliche Autokorrelation (mit dem "contiguity ratio" von R.C.Geary, Formel 3.7) geprüft werden. Kann die Hypothese räumlicher Autokorrelation nicht verworfen werden, so besteht die Möglichkeit, durch Wahl alternativer Quadratgrößen diese Korrelation zum Verschwinden zu bringen.

Die Untersuchung der räumlichen Verteilung zentraler Orte mit Hilfe der Quadratanalyse setzt voraus, daß die Objekte im Raum, auf die sich die Lokalisierungshypothesen beziehen, bekannt und wohldefiniert sind. Vorauszuzugehen hat also die Zentralitätsbestimmung von Siedlungseinheiten und die daraufhin vorzunehmende Auswahl der Untersuchungsorte, wobei die methodische Entscheidung über die zu verwendenden Merkmale und deren Verarbeitung zu Zentralitätsindices insofern das Kernproblem der empirischen Zentralitätsforschung darstellt, als mit dieser Entscheidung die Realitätsaspekte festgelegt werden, auf die sich der Erklärungsanspruch der Theorie zentraler Orte beziehen soll. Zentrale Bedeutung kommt hierbei der empirischen Überprüfung der Hypothese einer funktionalen Hierarchie zentraler Orte als der grundlegenden Voraussage von Christallers Theorie zu.

In Kapitel 4 werden zunächst aus der großen Fülle methodischer Einzelvorschläge zur Zentralitätsbestimmung diejenigen Ansätze einer vergleichenden und kritischen Betrachtung unterzogen, die überhaupt den Anspruch erheben, theorieadäquate Maßzahlen zur Bestimmung zentraler Orte zu liefern. Dabei können zwei Hauptrichtungen in der Methodik unterschieden werden: a) nachfrageorientierte Bestimmung der Zentralität als relative Bedeutung von Orten (Bedeutungsüberschuß) in Weiterführung von Christallers "Telefonanschluß-Methode"; b) angebotsorientierte Bestimmung der Zentralität als absolute Bedeutung von Orten (Ausstattung bzw. funktionale Komplexität von Orten) in Anknüpfung an Christallers Katalog zentraler Einrichtungen.

Die unter a) beschriebenen Ansätze, die Zentralität eines Ortes relativ zur Ortsbevölkerung, zum Umland oder zum gesamten Untersuchungsgebiet bestimmen, erweisen sich für die empirische Überprüfung der Theorie zentraler Orte wegen ihres mangelnden Theoriebezugs bzw. ihrer unzureichenden Validität als unbefriedigend. Daher werden nur methodische Ansätze der zweiten Gruppe weiterverfolgt, unter denen die berühmte gewordenen Snohomish-Studie von Berry und Garrison aus dem Jahre 1958 als Markstein der Zentralitätsforschung besonders herausgestellt wird. In dieser Untersuchung wurde erstmals ein den Hierarchieeigenschaften in Christallers Theorie genau angepaßter Prüfplan entwickelt und empirisch angewandt: stellt man eine Rangordnung zentraler Funktionen nach ihrer Reichweite und zentraler Orte nach der funktionalen Komplexität auf und kann man diskrete Gruppierungen entlang beider Skalen nachweisen, so gilt die Hypothese eines hierarchischen Klassensystems zentraler Orte als bestätigt, wenn die Gruppen zentraler Funktionen und die Klassen zentraler Orte eine gemeinsame Rangordnung (Skalogramm) aufweisen.

Dieser Grundgedanke zur empirischen Prüfung der zentralörtlichen Theorie wurde später von B.J.L.Berry und seinen Chikagoer Mitarbeitern mit der sogenannten direkten Faktorenanalyse weiterverfolgt, mit der

die verschiedenen Hierarchie-niveaus als selbständige Faktoren sowohl für die zentralen Funktionen als auch für die zentralen Orte "direkt" aus der Datenmatrix extrahiert werden können.

Die Variablen 'zentrale Funktionen' werden für die Untersuchungsorte als Alternativdaten formuliert. Eine solche Variablenform ist konsequent im Hinblick auf Christallers Theorie, denn das hierarchische Klassensystem der zentralen Orte beruht allein auf Reichweiteunterschieden der zentralen Funktionen, wonach deren Vorhandensein (Variablenwert = 1) oder Nichtvorhandensein (Variablenwert = 0) an den jeweiligen Standorten abzuleiten ist.

In der vorliegenden Untersuchung wird die Faktorenanalyse mit schiefwinkliger Faktorenrotation zur Einfachstruktur auf die binäre Datenmatrix der zentralen Funktionen angewandt, um Zentralitätsunterschiede in den untersuchten Orten zu erfassen und die Hypothese einer Hierarchie zentraler Orte zu überprüfen. Es wird gezeigt, daß die Faktorenanalyse in dieser Anwendungsform die Eigenschaft eines statistischen Testverfahrens besitzt: Die zur Einfachstruktur rotierten Faktoren als die erwarteten Cluster zentraler Funktionen jeweiliger Hierarchie-niveaus können mit dem Bargmann-Test auf Signifikanz geprüft werden; werden die gesetzten Signifikanzschwellen nicht erreicht, kann die Nullhypothese nicht verworfen werden, wonach das Zueinander von Variablen-Konfigurationen und Koordinatenachsen auch zufällig zustande gekommen sein kann. Der Bargmann-Test gilt als strenger Test, an dem die Arbeitshypothese leicht scheitern kann; er stellt somit strenge Anforderungen an eine etwaige Bestätigung der Hierarchie-Hypothese. Dieses Prinzip der Falsifizierbarkeit einer Hypothese ist in bisherigen Untersuchungen zur Hierarchie zentraler Orte zu wenig beachtet worden.

Anhand zweier Modellbeispiele, von denen eines den im Hinblick auf Christallers zentralörtliche Hierarchie konformen, das andere den konträren Fall (Nullhypothese) repräsentiert (Tab. 4.1), wird aufgezeigt, welche Wirksamkeit die Faktorenanalyse mit Alternativdaten auf der Basis des Phi-Koeffizienten als Korrelationsmaß zur Erfassung von Zentralitätsstrukturen besitzt (vgl. Anhang 2, 3). Da beide Datensätze nach den Kriterien einer Guttman-Skala eindeutig eindimensional sind, erfüllen sie eine notwendige, aber noch nicht hinreichende Bedingung für die zentralörtliche Hierarchie. Allein die Faktorenanalyse ist hier in der Lage, neben der Skalierbarkeit auch die Struktur des analysierten Datenkörpers, also signifikante Gruppierungen als Ausdruck von Hierarchiestufen, zu erfassen. Die Faktorenanalyse ist somit ein adäquates Verfahren zur empirischen Überprüfung der Hierarchie-Hypothese.

Fallstudie

Die empirische Fallstudie hat die Aufgabe, die Implikationen der Theorieannahmen mit den Beobachtungsfeststellungen im Untersuchungsgebiet zu vergleichen, um den Erklärungsansatz der Theorie auf seine Gültigkeit zu überprüfen.

Als Untersuchungsgebiet dient der Westerwald im Nordosten von Rheinland-Pfalz mit seinen Randgebieten an Rhein, Sieg und Lahn in den Grenzen der vier Landkreise Altenkirchen, Neuwied, Oberwesterwaldkreis und Unterwesterwaldkreis mit 483 Gemeinden nach dem Gebietsstand von 1961 (Abb. 5.1). Das Untersuchungsgebiet ist gekennzeichnet durch den Gegensatz zwischen den stark agrarisch geprägten Hochflächen des Westerwaldes und den industriell strukturierten Gebieten relativ hoher Bevölkerungsdichte im Neuwieder Becken um Koblenz und im Kannenbäckerland um Höhr-Grenzhausen - Montabaur im Süden sowie im Ausstrahlungsbereich des Siegerlandes um Betzdorf/Sieg im Norden. Damit weist das Untersuchungsgebiet die für den empirischen Test wünschenswerte Variationsweite struktureller Eigenschaften (räumliche Inhomogenität) auf.

Die Datenbasis stellt die Arbeitsstättenzählung 1961 dar; im Statistischen Landesamt Rheinland-Pfalz stand das Urmaterial dieser Zählung zur Auswertung zur Verfügung. Ausgehend von den kleinsten statistischen Erhebungseinheiten, den nichtlandwirtschaftlichen Arbeitsstätten in der Aufgliederung nach dem wirtschaftlichen Schwerpunkt auf Gemeindeebene, konnten durch Auswahl und Zusammenfassung 79 zentrale Funktionen - das sind Einrichtungen mit Waren- und/oder Dienstleistungsangebot einschließlich Handwerksleistungen überwiegend für die private Nachfrage - für alle Gemeinden des Untersuchungsgebiets gebildet werden (Anhang 8, 9).

In einer Strukturanalyse des Untersuchungsgebiets werden zunächst Merkmale der zentralörtlichen Versorgungsstruktur faktorenanalytisch auf allgemeine Interdependenzen mit ausgewählten Daten zur Bevölkerungs- und Haushaltsstruktur sowie zur Erwerbs-, Wirtschafts- und Siedlungsstruktur der Gemeinden anhand zweier Datensätze (Absolutvariablen, Relativvariablen - Pro-Kopf-Daten) untersucht. In beiden Ansätzen ergeben sich eindeutig als "Zentralität" zu interpretierende Faktoren als absolute bzw. relative Bedeutung der Gemeinden mit charakteristischen Beziehungen (Korrelationen) zu anderen Strukturvariablen (Anhang 10, 12); die räumlichen Muster ihrer Faktorenwerte sind in Karten dargestellt (Anhang 11, 13).

Größentypen zentraler Orte

Kernstück der Fallstudie ist die empirische Überprüfung der Hierarchie-Hypothese, die für das zentralörtliche System Christallers konstitutiv ist (Kap. 6).

Mit Hilfe der Skalogramm-Analyse werden anhand zweier Stichproben aus den Untersuchungsge-
meinden zunächst Anhaltspunkte über die zentralörtlichen Rangstufen und somit über die Anzahl der be-
deutsamen Faktoren für die nachfolgende Faktorenanalyse (Anhang 14) gewonnen. Die daraufhin
erwartete Drei-Faktoren-Lösung erbringt jedoch nicht die signifikante Einfachstruktur im schiefwinkli-
gen Faktorenraum. Erst die Rotation von vier Faktoren führt dazu, daß die zur Zurückweisung
der Nullhypothese notwendige überzufällige Bestimmtheit für alle Faktoren gegeben ist (Tab. 6.2). Die
Faktoren können aufgrund der Ladungen im Primärfaktorenmuster und ihrer Interkorrelationen (zwischen
0,3 und 0,7) als Ausdruck verschiedener Zentralitätsniveaus interpretiert werden, doch erweisen sich
zwei Faktoren als ranggleich auf dem relativ höchsten Zentralitätsniveau (Tab. 6.4), was mit Stadt-Land-
Unterschieden in Verbindung gebracht werden kann.

Die nachfolgende Ermittlung der Faktorenwerte für alle Gemeinden (Anhang 16) sowie ihre Klassi-
fikation nach den vier Zentralitätsfaktoren gibt Aufschluß über die räumliche Zentralitätsstruktur und
die hierarchische Gliederung der untersuchten Gemeinden. Dabei dient wiederum zunächst die Skalo-
gramm-Analyse zweier Stichproben der Konkretisierung der Hypothese über die erwartete Klassen-
struktur zentraler Orte. Die mehrdimensionale Klassifikation aller Gemeinden mit Hilfe des Verfahrens
der Distanzgruppierung nach dem Schwerpunkt mit anschließender diskriminanzanalytischer Über-
prüfung führt zur Bildung von sieben signifikant unterschiedlichen Gruppen von Gemeinden (Anhang 18,
Abb. 6.6).

Wenn die Anzahl der verschiedenen zentralen Funktionen in den Orten ein Gesamtmaß der Zentralität
(funktionale Komplexität) ist, müssen jeweils für bestimmte Gruppen von Gemeinden enge Zusammenhänge
dieser Maßzahl mit den Faktorenwerten der vier Faktoren bestehen. Solche hierarchiestufen-typischen
Beziehungen werden regressionsanalytisch nachgewiesen (Abb. 6.9 - 6.11).

Da die Faktorenwerte den Grad der Vollständigkeit eines Ortes mit zentralen Funktionen messen, die in
einem Faktor zusammengefaßt sind, muß sich im Vergleich zweier Gruppen von Orten, die sich bezüglich
dieser zentralen Funktionen unterscheiden, die höherrangige Gruppe durch einen signifikant höheren Mit-
telwert auf dem betreffenden Faktor auszeichnen. Da je Faktor mehrere Gruppenmittelwerte miteinander
zu vergleichen sind, ist ein Testverfahren für multiple Mittelwertvergleiche anzuwenden
(Scheffé-Test zur Beurteilung linearer Kontraste). Die Testergebnisse erlauben die Festlegung der sig-
nifikanten Niveauunterschiede zwischen den Gruppen (Tab. 6.9); es resultiert nach Erstellung eines Skalo-
gramms eine vierstufige hierarchische Ordnung zentraler Funktionen und zentraler Orte im Sinne der Aus-
gangshypothese (Tab. 6.10). Zwei "Fehler" im Skalogramm verweisen jedoch auf Abweichungen von einer
"reinen" Hierarchie, die in der Analyse der räumlichen Verteilung zentraler Orte aufzuklären sind.

Abschließend wird die Frage untersucht, unter welchen Voraussetzungen eine hierarchische Stufung zen-
traler Orte oder aber ihre kontinuierliche Größenvariation zu beobachten ist. Durch Ableitung von Zen-
tralitätsfaktoren höherer Ordnung wird gezeigt, daß Hierarchie und Kontinuum miteinander vereinbare, im
wesentlichen vom Beobachtungsmaßstab abhängige Eigenschaften des gleichen Zentrale-Orte-Systems sein
können.

Räumliche Verteilung zentraler Orte

Mit dem Nachweis von Größentypen zentraler Orte, also der prinzipiellen Bestätigung der Hierarchie-
Hypothese, ist eine entscheidende Voraussetzung für die Anwendung des zuvor entwickelten Lokalisations-
modells zur Analyse der räumlichen Verteilung zentraler Orte (Kap. 7) gegeben; denn der empirische Ein-
satz dieses auf stochastischen Punktprozessen basierenden Modells setzt eine theoretisch begründbare Aus-
wahl der zu analysierenden Orte (gleichwertige Punkte im Raum) voraus.

Die Standortmuster der in den vier Zentralitätsfaktoren jeweils zusammengefaßten zentralen
Funktionen können als übereinander gelagerte 'Schichten' aufgefaßt werden, die das räumliche System der
zentralen Orte aufbauen. Da die Faktorenwerte den Grad der Vollständigkeit solcher Funktionenbündel
messen, lassen sich im Kontinuum der Faktorenwerte Schwellenwerte festsetzen, die eine Aufspaltung der
Untersuchungsorte erlauben in solche, die über eine bestimmte zentralörtliche Mindestausstattung verfügen
(oberhalb des Schwellenwertes) und solche, die diese Eigenschaft nicht besitzen. Auf diese Weise entstehen
Mengen diskreter Objekte, nämlich zentrale Orte bestimmter Standorteigenschaften bzw. Ausstattungsmerk-
male, deren räumliche Verteilung analysiert werden kann.

In analoger Weise läßt sich die Quadratanalyse direkt auf die Größentypen zentraler Orte anwenden, indem die Gruppen von Orten jeweils zu Rangstufen zusammengefaßt werden.

Um die Bedingung der Unabhängigkeit in der räumlichen Anordnung der Besetzungszahlen der Zellen für die Quadratanalyse zu erfüllen, werden vier Netze unterschiedlicher Maschenweite verwendet (Abb. 7.1 - 7.4) und die zu analysierenden Punktverteilungen nach diesen Netzen auf das Vorhandensein räumlicher Autokorrelation geprüft (Tab. 7.1). Besteht signifikante Autokorrelation unabhängig von der Zellengröße, kann dies ein Hinweis auf einen bestimmten räumlichen Prozeßtyp sein und die Quadratanalyse dennoch angewandt werden.

Die 'Schlüsselparameter' des stochastischen Lokalisationsmodells (Übersicht Tab. 3.1) sind die Konstanten der Wahrscheinlichkeitsverteilungen zur Beschreibung der Variabilität der Reichweiten zentraler Funktionen: der Parameter p bzw. S der modifizierten Poisson-Verteilung bzw. des Gesamtmodells ist Ausdruck von Variationen oberer Reichweitengrenzen, die im wesentlichen aus dem Einkaufsverhalten der Konsumenten resultieren; der Parameter k bzw. λ der negativen Binomialverteilung bzw. des Gesamtmodells erfaßt die für die zentralörtlichen Standortmuster jeweils bedeutsame Komponente räumlicher Inhomogenität, der Variationen der unteren Reichweitengrenzen entsprechen.

Die wesentlichen Ergebnisse der Quadratanalyse für die räumlichen Muster nach den vier Zentralitätsfaktoren (Abb. 7.5 - 7.8) sind in Tabellen (Tab. 7.2 - 7.5) zusammengestellt und werden im obigen Sinne interpretiert. Hervorzuheben ist das Ergebnis für die beiden ranggleichen Faktoren der höchsten Zentralitätsniveaus: die Faktoren grenzen zwei unterschiedliche Standortprinzipien zentraler Orte gegeneinander ab, nämlich ein hierarchisch-zentralistisches Prinzip mit der Tendenz zur räumlichen Gleichverteilung von einem dezentralisierenden Prinzip, das auf Funktionsteilung der Zentren beruht, an höhere Bevölkerungsdichte sowie mehr städtische Bedürfnisstruktur gebunden ist und agglomerierende Wirkung besitzt.

Die auf die Größentypen zentraler Orte bezogene Quadratanalyse (Abb. 7.9 - 7.10, Tab. 7.6) bestätigt die an den Zentralitätsfaktoren gewonnenen Einzelergebnisse: Die räumliche Verteilung zentraler Orte weist über alle in vorliegender Untersuchung erfaßten Hierarchiestufen eine deutliche Komponente der Regularität auf. Diese kann jedoch auf einzelnen Zentralitätsstufen durch räumliche Häufungen ranggleicher Zentren als Folge regionaler Wachstumsunterschiede mit Verlagerungstendenzen von Funktionen zwischen den Hierarchiestufen so weitgehend verdeckt werden, daß die von Christaller auch unter Berücksichtigung von Reichweitevariationen angenommene Symmetrie im Anordnungsmuster zentraler Orte beseitigt wird.

Abschließend werden einige Hypothesen zum Zusammenhang zwischen den strukturellen Eigenschaften des Raumes (Bevölkerungsverteilung, Wirtschaftsstruktur) und der hierarchischen Zuordnung der zentralen Orte (Zuordnungsfaktor k) statistisch überprüft. Danach variieren die k -Werte nicht nur über die Hierarchiestufen, sondern auch über das Untersuchungsgebiet in enger Beziehung zur Raumstruktur. Die Hypothesentests bestätigen die Aussagen im Theorieteil, daß verschiedene Systeme zentraler Orte aus den gleichen Theorieannahmen (Christallers 'Versorgungsprinzip') folgen und der k -Wert allgemein mit zunehmender Bevölkerungsdichte bzw. sinkenden Transportraten im Gebiet abnimmt (und umgekehrt).

SUMMARY

A CONTRIBUTION TO EMPIRICAL VERIFIABILITY OF THE CENTRAL-PLACE-THEORY - CASE STUDY 'WESTERWALD' (RHEINLAND-PFALZ/W.GERMANY) *

It is unquestionably the merit of Walter Christaller to have attributed regularities of the size distribution and the spacing of towns and cities for the first time to the rules of economic relations in the investigation "Die zentralen Orte in Süddeutschland" which was published in 1933**. Even though such a theory seemed to be strange to geography at that time, it is widely accepted today that there is no other theory similarly self-containing and "simple" than Christaller's theory in order to explain central-place regularities which can be observed worldwide. The abundance in literature on central place analysis being based on Christaller which cannot be overlooked by a single person, as well as the significance the central-place concept has gained for regional planning prove the fruitfulness of Christaller's thoughts.

The present investigation starts out from a remarkable contradiction of the adoption of the theory: On one hand, the system of central places developed by Christaller, gained the characteristics of an empirical self-evident fact with the corresponding popularity of the terms of centrality, central place or range of a good. On the other hand, the postulates concerning economic behaviour and areal condition which underly this theory, are rejected for being unrealistic and too restrictive.

However, the former, namely regularities of central-place systems, is a logical consequence from the latter, thus from the postulates of the theory. How far away from reality may these now be without their consequences becoming unrealistic? What explanation, what empirical content does the central-place-theory have? Has it been "successful" in practice?

Such questions outline the problem of empirical verifiability of a theory, whose power of explanation is closely tied to the solution of this test problem. However, the more it has withstood repeated experiments of falsification, the more the statements of a theory gain in empirical content.

This investigation aims at an empirical examination of essential predictions of the central-place-theory as hypotheses in a case study. Accordingly, the logical structure of the theory, the predictions and possible starting points to test its statements empirically are dealt with in the first, the theoretical part (p. 3 ff). In the following, methodological part (p. 45 ff), a stochastic model of central-place locations for the analysis of its spatial pattern is developed with reference to a probabilistic reformulation of the theory. The factor analysis is examined with regard to its ability of being a statistical method to test the hypothesis of hierarchy. In the empirical part (p. 87 ff), the set of devices developed above, is applied to the analysis of central-place structure in a region of the central uplands which has all features of an inhomogeneous region with regard to relief, infrastructure, settlement distribution and economic structure.

* Translation by cand. phil. Herbert R. Masthoff, Bitburg.

** Translated 1957 by Carlisle W. Baskin "A Critique and Translation of Walter Christaller's 'Die zentralen Orte in Süddeutschland'" (Doctoral dissertation, University of Virginia) and published 1966 by Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., as "Central Places in Southern Germany" by W. Christaller.

Theory

Christaller's central-place-theory is not so much a comprehensive spatial theory of settlements, but rather a partial location theory of tertiary activities. It forms an extension of the neoclassical economic theory of supply and demand by the spatial dimension.

Accordingly, economic rationality of the activities under the conditions of certainty and complete information is supposed to be a preliminary of the behaviour of the consumers and suppliers of central goods: consumers demand those amounts of goods which produce at given price relations minimum costs, and therefore a maximum of utility; suppliers of central goods try to adjust their quantity supplied to the market price so that they have profit maximisation (behavioural postulates P. 1 and P. 2).

Since the places of the supply of goods in general are not identical, the consumers, in order to purchase goods, have to overcome distances whose costs determine their behaviour of demand (postulate P. 3). The spatial component in the suppliers' behaviour is reflected in their location decisions which are supposed to be subject to certain interdependencies (postulate P. 4).

The idealizing assumptions to the nature of space, being the initial conditions of the theory (A. 1 - 3) - that is an unlimited, isotropic and homogeneous plain - cause the spatial constancy of the demand for central goods, of the suppliers' cost structure and the costs of distance per unit in connection with the behavioural postulates so that the demand as a function of distance alone varies spatially with respect to the nearest place of supply at the time.

Christaller's system of central places (fig. 1.9, tab. 1.1) represents the logical deduction from the behavioural postulates and the preconditions with the help of the term of "range of central goods". Christaller attributes the maximum efficiency to this system from the point of view of supplying the population of a region with central goods. Therefore, he calls this principle "supplying or market principle". Christaller puts the system-patterns of central places, which differ from this, down to the influence of supraregionally important communications - i.e. "traffic principle" - or down to political-administrative regionalization - i.e. "separation or administrative principle". These additional influential factors are contradictory to the preconditions of the theory (isotropic and unlimited plain), though. However, by consequently applying the original hypothesis of the theory, this inconsistency of Christaller's deduction can be eliminated. Also, the various systems of central places (nesting factor $k = 3, 4, 7$ etc.) follow when the preconditions vary because of the same economic principles (fig. 1.11).

Therefrom, the essential characteristics of central-place systems as preconditions of the theory, and thus as hypotheses for the empirical test, can be deduced. They concern the existence of size types of central places (hierarchy-hypothesis H. 1), attributes of the spacing of central places (H. 2), and the nesting factor of the hierarchical levels (H. 3).

If the central-place-theory is to reach beyond the explanation of spatial regularities of central place phenomena on the individual behaviour level to plausible and empirically testable hypotheses, a more realistic behavioural assumption and a basical overcoming of its normative character are necessary.

For this, some approaches to generalize Christaller's theory are presented. In general, Lössch's "economic landscape" is looked upon as such, because a variable k -value of the market area size replaces a constant nesting factor for market areas and places of different levels. This value implies a considerably more complicated spatial structure with functional differentiation of the locations and regional differences in the density of the supply points when compared to Christaller's symmetrical system's set-up. However, a systematical comparison of the basic assumptions of both theories shows that the differences between the deduced systems are merely founded on Lössch's largely independent localization of the suppliers of different goods, while Christaller - more realistically - assumes their dependence. From this, it can be seen that Christaller's system has a considerably higher degree of spatial concentration in central-place establishments than Lössch's economic landscape whose deduction is not completely consistent, either.

The extension of a theory of spatial demand referring to Christaller and Lössch has shown that the assumption of a spatially constant order of preference for the consumers' demand of goods cannot be kept up. For the consumer, not only the delivery price (f.o.B.-price) of the required good changes with growing distance from the supply point (and therefore also the amount of demand), but also the delivery prices of the remaining goods which lie within the consumers' range of demand change. From this it can be seen that instead of partial demand functions, general demand functions are to be taken as a basis, and that Christaller's assumption of identical demand curves at every point in space can be disregarded. This generalization of the behavioural basis for the central-place-theory destroys the regularity of spatial struc-

ture of the Christaller or Lössch system, in spite of the initial condition of a homogeneous plain.

An explicit spatial analysis of supply and demand, also allows the consideration of temporally variable influence factors in order to deduce changes of the central places' supply structure to develop a dynamic central-place-theory.

Such extensions and generalizations of the theory obviously contribute to the rise of its empirical content, but the basic critique of the behavioural postulates of this theory, which comes out of neoclassic economics, should be seriously considered. On one hand, the micro-economic demand theory would be empirically untestable because of its assumptions of constancy (the so-called *ceteris-paribus*-clauses), on the other hand, characteristics which are concluded from the supposed competition model among suppliers (monopolistic competition) practically would not be accessible to observation, and therefore untestable, either.

On the basis of this critique, a probabilistic model of explanation of central places is developed in its fundamentals. The spatial structure which is to be explained, is looked upon as one of the numerous possible realizations of a stochastic process which describes the economic relations. The component of chance corresponds to unawareness of the individual behaviour and its principle indeterminability, facing uncertainty respectively.

The establishing of a central place system as a result of a great number of individual location decisions of suppliers mainly depends on the consumer's buying behaviour. According to Christaller, consumers always choose the nearest shopping place. If the suppliers of central goods take this behavioural pattern of their location decision into account, the equilibrium solution of the central place system appears. Here, in contrast to this, the basic hypothesis - with reference to R. G. Golledge - is supported which means that the equilibrium states in the central place system are the results of a learning process whose logical, but practically improbable, borderline-case represents Christaller's deduction. The possible interpretations of such a behaviouralistic approach are shown by choosing a simple learning model of the propensity to purchase. The relation between learning success and variability of the ranges for certain goods or central places are characteristic for the later analysis.

Facing the fact of uncertain competition conditions, the suppliers of central goods generally cannot find their most favourable shop location by "trial and error" - like the consumers with their shopping place - but they must take a "correct" decision which is unique and long-termed. The greater such an uncertainty is, the more suppliers tend to choose locations in central places where their competitors are already established. In this sense, the central places in Christaller's theory are the locations of minimum risk for the supply of goods and services.

Method

The empirical verifiability of a geographical theory requires that the spatial patterns to be observed in reality, and to be explained by the theory, can be reduced to the processes described by the theory and implied by the behavioural assumptions, or can be derived from those respectively. For this purpose, a stochastic location model (chapt. 3) is developed corresponding to the probabilistic character of the formulation of the theory. Central-place patterns - being realizations of stochastic, that is, of chance-controlled processes, whose characteristics are known and can be interpreted within the scope of the central-place-theory - have to be identified with this location model.

The application of conditional probabilities is fundamental for model construction, in order to consider the location decisions' interdependence of the suppliers of central goods, which has been emphasized in the theoretical part. The probability that another central establishment will be located in a certain spatial unit, depends upon how many establishments of equal or other function, are already located in that certain spatial unit. If the probability increases in proportions to the number of already existing establishments, this is called an agglomerating-location-process, being described by the negative binomial distribution. If the tendency shows an opposite direction, that is, if a decrease in the probability of another central establishment at the same place is a function of an increase in the number of already existing establishments, this is called a dispersing-location-process, effecting spatial regularity of the pattern. This has to be described by the modified Poisson-distribution by M. F. Dacey.

The interpretation of probability models which is applied to individual location decision for the present, can be extended to the examination of location complexes of central establishments on certain supply levels, that is, to the location analysis of central places.

The parameters of the model variants mentioned above, cover the variability of the range of central goods: the more heterogeneous the areal conditions are (areal inhomogeneity), the more the lower limits of the range variate. On the other hand, the more consumers habitualize their buying behaviour, after going through a learning process, the more the variation of the upper limits of the range diminishes. The partial models which also include the independent location process (Poisson-distribution), can be summarized in the overall-model of the compound negative binomial distribution by M. F. Dacey. This overall-model comprises the partial models as borderline-cases (list of models tab. 3.1). Thus, the variation width of possible consequences from the variability of ranges for the spatial pattern of central places, is continuously covered by the overall-model and its variants.

The location model is empirically applied by using the quadrat analysis (grid analysis, cell-count method), in order to analyze the spacing of central places. By overlaying the area to be investigated with a counting grid (squares, in general), a spatial point distribution (spacing of central places) is reduced to a one-dimensional frequency distribution. On account of such a distribution, that probability model is determined by parameter estimation (appendix 1), which may have "generated" the point distribution having been observed with the maximum likelihood. Acceptance or rejection of the respective location hypothesis depends upon the degree of correspondence between the observed (empirical) and expected (theoretical) distribution. The degree of correspondence is determined by the Chi-square goodness-of-fit-test. However, the requirements must be met that the frequencies in the cells, particularly in adjacent cells, are independent from each other. This condition must be examined by the test on spatial autocorrelation (with the 'contiguity ratio' by R. C. Geary, formula 3.7). If the hypothesis of spatial autocorrelation cannot be rejected, it is possible to eliminate this correlation by choosing alternative sizes of cells.

The investigation of the spacing of central places, by applying the quadrat analysis, implies that the objects in space, to which the location hypothesis refers, are known and well-defined. Thus, the determination of centrality of settlements and the subsequent selection of places to be investigated will precede. Here, the methodological decision on the attributes to be used, and their application as indices of centrality, are in so far the central problem of the empirical central-place analysis, as those aspects of reality are fixed by this decision, to which the central-place-theory's demand to explain refers. In this connection, the empirical examination of the hypothesis, that central places form a functional hierarchy - being the basic prediction of Christaller's theory - is of great significance.

Out of all the methodical individual suggestions to determine centrality, those approaches are looked at comparatively and critically, which claim to provide measurements - adequate to the theory - in order to determine central places. Two methodical main tendencies can be distinguished here: a) the determination of centrality being oriented according to demand as the relative importance of places (surplus of importance), carrying on Christaller's "telephone-index" method, b) the determination of centrality being oriented according to supply as the absolute importance of places (provision and functional complexity of places respectively), with reference to Christaller's list of establishments for the exchange of central goods and services.

The approaches mentioned in a) which determine centrality of a place in relation to the place population, to the complementary region or to the entire area to be investigated, turn out to be insufficient for the empirical examination of the central-place-theory because of its lacking reference to the theory and its inadequate validity. Therefore, only the methodical approaches of the second group are dealt with. Among those, the famous study of the Snohomish county by Berry and Garrison dating back to 1958 is laid particular emphasis on as being a milestone of the research on central-place analysis. In that study a test plan was developed and empirically applied for the first time, which was adapted to the hierarchical properties in Christaller's theory: If an order of rank of central functions is established according to their range, and an order of rank of central places is established according to the functional complexity, and if discrete groups can be proved along both scales, the hypothesis of a hierarchical class system can be looked upon as being confirmed, provided that the groups of central functions and the classes of central places have a common order of rank (scalogram).

Later, this basic thought was carried on by B. J. L. Berry and his Chicago cooperators with the so-called direct factor analysis in order to test the central-place-theory. By the direct factor analysis, the different hierarchical levels can "directly" be extracted from the data matrix for the central functions as well as for the central places.

For the places to be investigated the variables of central functions are referred to as binary data. Such a form of variables is consequent with regard to Christaller's theory because the hierarchical class system is founded only on range differences of central functions according to which their presence (variable value = 1) or non-presence (variable value = 0) can be derived from the respective locations.

In the present study, the factor analysis with the oblique factor rotation towards the simple structure is applied to the binary data matrix of the central functions in order to register differences in centrality of the places to be investigated, and examine the hypothesis that there is a hierarchy of central places. It is shown that the factor analysis has the property of a method for testing statistical hypotheses when applied in this way. The significance of the factors which are rotated towards the simple structure - being the expected clusters of central functions of the respective hierarchical levels - can be inquired by the Bargmann - test ; if the fixed levels of significance are not reached, the null-hypothesis cannot be rejected. Thus, the variable configurations and coordinate axes directed by one another might have been achieved by chance. The Bargmann-test is looked upon as a strong test because of which the working hypothesis can easily fall. Therefore, it demands strong requirements of a possible acceptance of the hierarchy hypothesis. This principle of falsification of a hypothesis has been neglected in previous studies on the hierarchy of central places.

Two examples of which one respects the conforming, the other the opposite case (null-hypothesis) with reference to Christaller's central-place hierarchy, show (tab. 4.1) how effective the factor analysis is with binary data on the basis of the Phi-coefficient as a measurement of correlation, in order to grasp central-place structures (v. appendices 2 and 3). Since both data sets are clearly one-dimensional according to the criteria of the Guttman-scale, they fulfill a necessary, but still not sufficient condition for the central-place hierarchy. Here, the factor analysis alone is also capable of grasping the scaling and the structure of the data set analyzed, that is, significant grouping as a manifestation of hierarchical levels. Thus, the factor analysis is an adequate procedure to empirically test the hierarchy hypothesis.

Case study

The empirical case study has to compare the implications of the postulates of the theory with the empirical findings in the area to be investigated, in order to test the validity of the theory's explanation approach.

The study area is the Westerwald in northeast of Rheinland-Pfalz with its peripheral areas on the Rhine, the Sieg and the Lahn, within the borders of the four counties of Altkirchen, Neuwied, Oberwesterwaldkreis and Unterwesterwaldkreis, with 483 communities according to the territorial situation in 1961 (fig. 5.1). The area is typified by the contrast between agrarian high-plains of the Westerwald and the industrially structured regions with a relatively high population density in the Neuwied-basin around Koblenz and in the Kannenbäckerland around Höhr-Grenzhausen/Montabaur in the south as well as in the radiation area of the Siegerland around Betzdorf (Sieg) in the north. Thus, the study area has the variation width of structural properties (areal inhomogeneity) which is desirable for the empirical test.

The workplace-census of 1961 is the data basis. For the evaluation, the originals of this census were at disposal at the Statistical Bureau of Rheinland-Pfalz. 79 central functions could be built by selecting and combining the smallest statistical units, non agricultural workplaces, being classified according to the economical concentration on community level. These central functions are establishments for the exchange of central goods and services including craftsman's services, predominantly for the demand of private households - for all the communities of the study area (appendices 8 and 9).

First, the attributes of the central-place supply structure are investigated in a structural analysis of the area by factor analysis in order to test general interdependencies with selected data on population and household structure of the communities, using two data sets (absolute variables, relative variables = per capita data). The factors which result from both analyses must be clearly interpreted as "centrality", having characteristic relations (correlations) to other factors (appendices 10 and 12). The spatial patterns of their factor scores are shown in maps (appendices 11 and 13).

Types of sizes of central places

The main item of the case study is the empirical testing of the hierarchy hypothesis which is constitutive for Christaller's central-place system (chapt. 6).

With the help of scalogram analysis, reference points about central place ranks and, thereby, about the number of important factors for the following factor analysis (appendix 14) are established by means of two samples of the communities to be investigated. However, the three-factor solution, expected thereupon, does not result in the significant simple structure in the oblique factor space. Only the rotation of four factors leads to the fact that the over-determination, necessary for the rejection of the null-hypothesis, is given for all factors (tab. 6.2). The factors can be interpreted as a manifestation of different

centrality levels because of the loadings in the primary factor pattern and their intercorrelations (between 0.3 and 0.7). However, two factors prove to be equal in rank on the relatively highest centrality level (tab. 6.4). This can be seen in connection with the urban-rural differences.

The following achievement of the factor scores for all communities (appendix 16) as well as their classification according to the four centrality factors, explains the spatial structure of centrality and the hierarchical arrangement of the communities which were investigated. Here again, the scalogram analysis of two samples is a means by which the hypothesis of the expected class structure of central places is concretized. The multi-dimensional classification of all communities, by grouping on distances according to the center of gravity with a following test by multiple discriminant analysis, forms seven different significant groups of communities (appendix 18, fig. 6.6).

If the number of the different central functions in the places is an overall-measure of the centrality (functional complexity), close relations between this dimension figure and factor values of the four factors must exist for certain respective groups of communities. Such relations being hierarchy-typical can be proved by regression analysis (fig. 6.9 - 6.11).

The factor values measure the degree of completeness of a place with central functions combined in one factor. In a comparison of two groups of places which differ concerning these central functions the higher-ranking group must distinguish itself by a significantly higher mean value on the corresponding factor. Since for each factor several mean values must be compared, a testing method for multiple mean comparisons must be applied (Scheffé-test in order to detect linear contrasts). The testing results allow the determination of the significant levels to discriminate between the groups (tab. 6.9). After the establishing of a scalogram, a four-step hierarchical order of central functions and central places, referring to the initial hypothesis, results herefrom (tab. 6.10). However, two "errors" in the scalogram indicate deviations of a "pure" hierarchy which have to be cleared up by a spatial analysis of central places.

Finally, the question on which conditions a hierarchical grading of central places or of their continuous size distribution can be observed, is dealt with. By derivation from centrality factors of higher order, it is shown that hierarchy and continuum can be properties of the same central-place system, which are compatible and basically dependent on the scale of study.

The spacing of central places

By proving size types of central places, that is, the principle confirmation of the hierarchy hypothesis, a vital precondition is given for applying the location model developed above to the analysis of the spatial distribution of central places (chapt. 7), since the empirical application of this model - being based on stochastic point processes - requires a selection of the places to be analyzed (equivalent points on the plain) which can theoretically be justified.

The location patterns of the respective central functions combined in the four centrality factors can be looked upon as superimposed "strata" which build up the spatial system of central places. Since the factor scores measure the degree of completeness of such functional bundles, threshold values can be fixed within the continuum of the factor scores, allowing to split up the places in those, which have a certain minimum of central-place equipment (above the threshold value) and others which do not have such properties. By doing so, sets of discrete objects are produced, namely central places with certain location attributes or equipment properties whose spatial distribution can be analyzed.

Similar to this, the quadrat analysis can be applied to the size types of central places by ranking the respective groups of places.

Four grids with different mesh width are used (fig. 7.1 - 7.4), by which the point distributions are checked whether spatial autocorrelation exists in order to meet the quadrat analysis' condition that the spatial arrangement of frequencies in the cells is independent (tab. 7.1). If there is a significant autocorrelation which is independent of the size of the cells, this can indicate a certain type of spatial process and the quadrat analysis can still be applied.

The "key-parameters" of the stochastic location model (list tab. 3.1) are the constant values of the probability distributions which describe the variability of the range of central functions. The p-parameter of the modified Poisson-distribution and the S-parameter of the overall-model is the manifestation of the variations of the range's upper limits which mainly result from the consumers' buying behaviour; the k- resp. l-parameter of the overall-model cover the component of areal inhomogeneity - being important for the central-place location patterns - to which the variations of the lower limits of the range correspond.

The main results of the quadrat analysis concerning the spatial patterns, according to the four centrality factors (fig. 7.5 - 7.8), are listed in tables (tab. 7.2 - 7.5) and are interpreted in the above sense. The result concerning the two equally ranking factors of the highest centrality level should be emphasized: the factors differentiate two location principles, that is, they separate a hierarchical and centralistic principle which tends to a spatial uniform distribution from a decentralizing principle, which is based on the functional division of the centers, and which is bound to a higher population density and more urban requirement structure, and which has an agglomerating effect.

The quadrat analysis which refers to the size types of central places (fig. 7.9 - 7.10, tab. 7.6) confirms the results concerning the centrality factors. The spatial distribution of central places shows a clear component of regularity on all hierarchy levels covered by the present study. However, on certain centrality levels, this component can be concealed by a spatial clustering of centers of equal rank as a consequence of regional growth differences with shifting tendencies of functions between the hierarchy levels to such an extent, that the symmetry of the spatial arrangement of central places, supposed by Christaller, are eliminated even if variations of the range are taken into consideration.

Finally, some hypotheses concerning the connection between the structural attributes of the area (population distribution, economic structure) and the hierarchical nesting of central places (k-nesting factor) are statistically tested. According to this, the k-values do not only vary on the hierarchy levels, but also in the study area with strong relations to the spatial structure. The hypothesis tests confirm the statements made in the theoretical part that different systems of central places result from the same postulates of the theory (Christaller's "market principle") and that the k-values generally diminish the more the population density increases and the more the transport rates in the area drop (vice versa).

Literaturverzeichnis

- ABIODUN, J. O.: Urban hierarchy in a developing country. In: *Econ. Geogr.* 43(1967), S. 347-367.
- ALAO, N.; DACEY, M. F.; DAVIES, O.; DENIKE, K. G.; HUFF, J.; PARR, J. B.; WEBBER, M. J.: Crystalline central place structures, an introductory statement. Evanston, Ill. 1977 (Northwestern Univ., Dept. of Geogr., Studies in Geogr. 22).
- ALBERT, H.: Theorie und Prognose in den Sozialwissenschaften. In: *Schweiz. Ztschr. f. Volkswirtsch. u. Statistik* 93 (1957), S. 60-76; wieder abgedr. in: TOPITSCH, E. (Hrsg.): *Logik der Sozialwissenschaften*. Köln u. Berlin, 6. Aufl. 1970, S. 126-143.
- : Modell-Platonismus. Der neoklassische Stil des ökonomischen Denkens in kritischer Beleuchtung. In: KARRENBERG, F.; ALBERT, H. (Hrsg.): *Sozialwissenschaft und Gesellschaftsgestaltung*. Berlin 1963, S. 45-76; wieder abgedr. in: TOPITSCH, E. (Hrsg.): *Logik der Sozialwissenschaften*. Köln u. Berlin 1970, S. 406-434.
- : Zur Theorie der Konsum-Nachfrage. Die neoklassische Lösung marktsoziologischer Probleme im Lichte des ökonomischen Erkenntnisprogramms. In: *Jahrb. f. Sozialwiss.* Bd. 16 (1965), S. 139-198.
- : Probleme der Wissenschaftslehre in der Sozialforschung. In: KÖNIG, R. (Hrsg.): *Handbuch der empirischen Sozialforschung*, Bd. 1, Stuttgart, 3. Aufl. 1972, S. 57-102.
- : Theorien in den Sozialwissenschaften. In: ALBERT, H. (Hrsg.): *Theorie und Realität*, Tübingen, 2. Aufl. 1972, S. 3-25.
- ALLERBECK, K.: Datenverarbeitung in der empirischen Sozialforschung. Stuttgart 1972 (Studienskripten zur Soziologie 26).
- ANDREWS, H. F.: Working notes and bibliography on central place studies 1965 - 1969. Univ. of Toronto, Toronto 1970 (Univ. of Toronto, Dept. of Geogr., Discussion Paper Ser. 8).
- ARNHOLD, H.: Das System der zentralen Orte in Mitteldeutschland. In: *Ber. z. dt. Landesk.* 9 (1951), S. 353-362.
- BACON, R. W.: An approach to the theory of consumer behaviour. In: *Urban Studies* 8 (1971), S. 55-64.
- BÄHR, J.: Regionalisierung mit Hilfe von Distanzmessungen. In: *Raumforsch. u. Raumordnung* 29 (1971), S. 11-19.
- BAHRENBERG, G.; GIESE, E.: *Statistische Methoden und ihre Anwendung in der Geographie*. Stuttgart 1975 (Teubner Studienbücher Geographie).
- BARGMANN, R.: Signifikanzuntersuchungen der Einfachen Struktur in der Faktorenanalyse. In: *Mitteilungsbl. f. mathem. Statistik* 7 (1955), S. 1-24.
- BARNUM, G. H.: Market centers and hinterlands in Baden-Württemberg, Chicago, Ill. 1966 (Univ. of Chicago Dept. of Geogr. Research Paper 103).
- BARTEL, H.: *Statistik I*. Stuttgart 1971 (Uni-Taschenb. 3).
- BARTELS, D. (Hrsg.): *Wirtschafts- und Sozialgeographie*. Köln, Berlin 1970.
- BEAVON, K. S. O.: *Central place theory: a reinterpretation*. London, New York 1977.
- ; MABIN, A. S.: The Lösch system of market areas: derivation and extension. In: *Geogr. Analysis* 7 (1975), S. 131-151.
- BECKMANN, M. J.; McPHERSON, J. C.: City size distribution in a central place hierarchy: an alternative approach. In: *Journ. of Reg. Science* 10 (1970), S. 25-33.
- BEITRÄGE ZUR ZENTRALITÄTSFORSCHUNG. Münchener Geogr. Hefte 39, 1977. Mit Beiträgen von K. GANSER, G. HEINRITZ, D. KLINGBEIL, K. MITTERMAIER, K. NIEDZWETZKI, H. POPP, H. SCHRETTENBRUNNER.
- BELL, T. L.; LIEBER, S. R.; RUSHTON, G.: Clustering of services in central places. In: *Annals, Assoc. of Amer. Geogr.* 64 (1974), S. 214-225.
- BERRY, B. J. L.: The impact of expanding metropolitan communities upon the central place hierarchy. In: *Annals, Assoc. of Amer. Geogr.* 50 (1960), S. 112-116.
- : A method for deriving multi-factor uniform regions. In: *Przeglad Geograficzny* 23 (1963), S. 263-282; dt. Übers.: Eine Methode zur Bildung homogener Regionen mehrdimensionaler Definition. In: BARTELS, D. (Hrsg.): *Wirtschafts- und Sozialgeographie*. Köln u. Berlin 1970, S. 212-227.
- : Geography of market centers and retail distribution. Englewood Cliffs, N. J. 1967.
- ; BARNUM, H. G.: Aggregate relations and elemental components of central place systems. In: *Journ. of Reg. Science* 4 (1962), S. 35-68.
- ; --- ; TENNANT, R. J.: Retail location and consumer behavior. In: *Papers a. Proceed., Reg. Science Assoc.* 9 (1962), S. 65-102; wieder abgedr. in: SCHÖLLER, P. (Hrsg.): *Zentralitätsforschung*. Darmstadt 1972, S. 331-381.
- ; GARRISON, W. L.: The functional bases of central place hierarchy. In: *Econ. Geogr.* 34 (1958), S. 135-154.
- ; --- : A note on central place theory and the range of a good. In: *Econ. Geogr.* 34 (1958), S. 304-311.
- ; --- : Recent developments of central place theory. In: *Papers a. Proceed., Reg. Science Assoc.* 4 (1958), S. 107-120; wieder abgedr. in: SCHÖLLER, P. (Hrsg.): *Zentralitätsforschung*. Darmstadt 1972, S. 69-83.

- ; MAYER, H. M.: Comparative studies of central place systems. U. S. Office of Naval Research, NONR 2121-18, NR 389-126, Washington D. C. 1962.
- ; PRED, A.: Central place studies. A bibliography of theory and applications. Philadelphia 1961, 2. Aufl. (mit Suppl. bis 1964 durch H. G. BARNUM, R. KASPERSON, S. KIUCHI) Philadelphia 1965 (Reg. Science Res. Inst., Bibliogr. Ser. 1).
- BLOTEVOGEL, H. H.; HOMMEL, M.; SCHÖLLER, P.: Bibliographie zur Zentralitätsforschung. In: SCHÖLLER, P. (Hrsg.): Zentralitätsforschung. Darmstadt 1972, S. 473-494.
- BOBEK, H.: Über einige funktionelle Stadttypen und ihre Beziehungen zum Lande. In: Comptes rendus du congrès international de géographie Amsterdam 1938, T. II Sec. IIIa, Leiden 1938, S. 88-102; wieder abgedr. in: SCHÖLLER, P. (Hrsg.): Allgemeine Stadtgeographie. Darmstadt 1969, S. 269-288.
- : Die Theorie der zentralen Orte im Industriezeitalter. In: Deutscher Geographentag Bad Godesberg 1967, Tagungsber. u. wiss. Abhdl., Wiesbaden 1969, S. 199-207; wieder abgedr. in: SCHÖLLER, P. (Hrsg.): Zentralitätsforschung. Darmstadt 1972, S. 165-177.
- BÖKEMANN, D.: Das innerstädtische Zentralitätsgefüge, dargestellt am Beisp. der Stadt Karlsruhe. Karlsruhe 1967 (Karlsruher Studien z. Regionalwiss. 1).
- BÖVENTER, E. von: Die Struktur der Landschaft. Versuch einer Synthese und Weiterentwicklung der Modelle J. H. von Thünens, W. Christallers und A. Löschs. In: HENN, R.; BOMBACH, G.; BÖVENTER, E. v. (Hrsg.): Optimales Wachstum und optimale Standortverteilung. Berlin 1962, S. 77-133 (Schr. d. Vereins f. Sozialpolitik, N. F., Bd. 27).
- : Towards a united theory of spatial economic structure. In: Papers, Reg. Science Assoc. 10 (1962), S. 163-191.
- : Walter Christallers Zentrale Orte und Periphere Gebiete. In: Geogr. Ztschr. 56 (1968), S. 102-111.
- : August Löschs Theorie der räumlichen Wirtschaft. In: RIEGGER, R. (Hrsg.): August Lösch in memoriam. Heidenheim 1971, S. 33-52.
- BORCHERT, C. gemeinsam mit R. GROTZ, K. KULINAT, H.-P. MAHNKE, H. PACHNER, E. RAU: Versorgungsorte und Versorgungsbereiche. Zentralitätsforschungen in Nordwürttemberg. Stuttgart 1977 (Stuttgarter Geogr. Stud. 92).
- BRATZEL, P.: Praxisorientierte Verfahren zur Zentralitätsbestimmung, dargestellt am Beisp. des Regionalverbandes Ostwürttemberg. In: PULS, W. W. (Hrsg.): Quantitative Methoden in Forschung und Didaktik der Geographie. Beiheft Geogr. Rundsch. 7 (1977) 3, S. 113-120.
- BRUSH, J. E.: The hierarchy of central places in Southwestern Wisconsin. In: Geogr. Review 43 (1953), S. 380-402.
- BUNGE, W.: Theoretical geography. Lund 1966 (Lund Studies in Geogr., Ser. C, No. 1).
- CHRISTALLER, W.: Die zentralen Orte in Süddeutschland. Eine ökonomisch-geographische Untersuchung über die Gesetzmäßigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit städtischen Funktionen. Jena 1933, reprogr. Nachdr. Darmstadt 1968.
- : Das Grundgerüst der räumlichen Ordnung in Europa. Die Systeme der europäischen zentralen Orte. Frankfurt 1950 (Frankfurter Geogr. Hefte, 24. Jg. 1950 H. 1).
- : Die Hierarchie der Städte. In: NORBORG, K. (Hrsg.): Proceed. of the IGU-Symposium in Urban Geogr., Lund 1960. Lund 1962, S. 3-11 (Lund Studies in Geogr., Ser. B, Human Geogr., No. 24).
- CLARK, P. J.: Groupings in spatial distributions. In: Science 123 (1956), S. 373-374.
- ; EVANS, F. C.: Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. In: Ecology 35 (1954), S. 445-453.
- ; --- : On some aspects of spatial pattern in biological populations. In: Science 121 (1954), S. 397-398.
- CLARK, W. A. V.; RUSHTON, G.: Models of intra-urban consumer behavior and their implications for central place theory. In: Econ. Geogr. 46 (1970), S. 486-497.
- CLARKSON, G. P. E.: The theory of consumer demand: a critical appraisal. Englewood Cliffs, N. J. 1963.
- CLAUSS, G.; EBNER, H.: Grundlagen der Statistik für Psychologen, Pädagogen und Soziologen. Frankfurt u. Zürich 1971.
- CLIFF, A. D.; ORD, J. K.: Spatial autocorrelation. London 1973 (Monographs in spatial and environmental systems analysis 5).
- CURRY, L.: The geography of service centres within towns: the elements of an operational approach. In: NORBORG, K. (Hrsg.): Proceed. of the IGU-Symposium in Urban Geogr., Lund 1960, Lund 1962, S. 31-53 (Lund Studies in Geogr., Ser. B, Human Geogr., No. 24).
- : The random spatial economy: an exploration in settlement theory. In: Annals, Assoc. of Amer. Geogr. 54 (1964), S. 138-146.
- : Central places in the random spatial economy. In: Journ. of Reg. Science 7 (1967) Suppl., S. 217-238.

- DACEY, M. F.: Analysis of central place and point patterns by a nearest neighbor method. In: NORBORG, K. (Hrsg.): *Proceed. of the IGU-Symposium In Urban Geogr.*, Lund 1960. Lund 1962, S. 55-75 (Lund Studies in Geogr., Ser. B, Human Geogr., No. 24).
- : Order neighbor statistics for a class of random patterns in multidimensional space. In: *Annals, Assoc. of Amer. Geogr.* 53 (1963), S. 505-515.
- : Two-dimensional point patterns: a review and interpretation. In: *Papers a. Proceed., Reg. Science Assoc.* 13 (1964), S. 41-54.
- : Modified probability law for point pattern more regular than random. In: *Annals, Assoc. of Amer. Geogr.* 54 (1964), S. 559-565; wieder abgedr. In: BERRY, B. J. L.; MARBLE, D. (Hrsg.): *Spatial analysis*. Englewood Cliffs, N. J. 1968, S. 172-179.
- : The geometry of central place theory. In: *Geografiska Annaler* 47 B (1965), S. 111-124.
- : Order distance in an inhomogeneous point pattern. In: *The Canadian Geogr.* 9 (1965), S. 144-153.
- : A probability model for central place locations. In: *Annals, Assoc. of Amer. Geogr.* 56 (1966), S. 550-568.
- : A county-seat model for the areal pattern of an urban system. In: *Geogr. Review* 56 (1966), S. 527-542.
- : A compound probability law for a pattern more dispersed than random and with areal inhomogeneity. In: *Econ. Geogr.* 42 (1966), S. 172-179.
- : Population of places in a central place hierarchy. In: *Journ. of Reg. Science* 6 (1966), S. 27-33.
- : Some properties of order distance for random point distributions. In: *Geografiska Annaler* 49 B (1967), S. 25-32.
- : Functions of geographic analysis: I. Inhomogeneous random point pattern with continuous variation in point density. Evanston, Ill. 1968 (Dept. of Geogr. Northwestern Univ., Research Report No. 47).
- : A hypergeometric family of discrete probability distributions: properties and applications to location models. In: *Geogr. Analysis* 1 (1969), S. 283-317.
- : Alternative formulations of central place population. In: *Tijdschr. v. Econ. en Soc. Geogr.* 61 (1970), S. 10-15.
- : Regularity in spatial distributions: a problem of geographic analysis. In: PATIL, G. P. (Hrsg.): *Random counts in scientific work: Vol. 3, Random counts in physical sciences, geoscience and business*. University Park u. London 1970, S. 57-71.
- : A research programme on models of urban spatial process. In: CHISHOLM, M.; FREY, A. E.; HAGGETT, P. (Hrsg.): *Regional forecasting*. London 1971, S. 255-265 (Colston Papers 26).
- : Potential contributions of the theory of stochastic point processes to the social science study of map distributions. In: LEWIS, P. A. W. (Hrsg.): *Stochastic point processes. Statistical analysis, theory, and applications*. New York 1972, S. 868-886.
- : Some questions about spatial distributions. In: CHORLEY, R. J. (Hrsg.): *Directions in geography*. London 1973, S. 127-151.
- ; SEN, A.: Complete characterization of central place hexagonal lattice. In: *Journ. of Reg. Science* 8 (1968), S. 209-213.
- DAVIES, W. K. D.: Some considerations of scale in central place analysis. In: *Tijdschr. v. Econ. en Soc. Geogr.* 56 (1965), S. 221-227.
- : The ranking of service centres: a critical review. In: *Transact., Inst. of Brit. Geogr.* 40 (1966), S. 51-56.
- : Centrality and central place hierarchy. In: *Urban Studies* 4 (1967), S. 61-79.
- : The need for replication in human geography, some central place examples. In: *Tijdschr. v. Econ. en Soc. Geogr.* 59 (1968), S. 145-155.
- DEITERS, J.: Räumliche Muster und stochastische Prozesse - Lokalisationsanalyse zentraler Orte. In: GIESE, E. (Hrsg.): *Symposium "Quantitative Geographie"* Gießen 1974. Gießen 1975, S. 122-140 (Gießener Geogr. Schr. 32).
- : Stochastische Analyse der räumlichen Verteilung zentraler Orte. In: *Seminarberichte* 10, Ges. f. Regionalforschg., Heidelberg 1975, S. 65-101; wieder abgedr. In: *Karlsruher Manuskri. z. Math. u. Theor. Wirtsch.- u. Sozialgeogr.*, H. 8, 1975.
- : Christallers Theorie der zentralen Orte. In: ENGEL, J. (Hrsg.): *Von der Erdkunde zur raumwissenschaftlichen Bildung, Theorie und Praxis des Erdkundeunterrichts*. Bad Heilbrunn/Obb. 1976, S. 104-115.
- : Stochastische Elemente in der Theorie zentraler Orte. In: *Deutscher Geographentag Innsbruck 1975, Tagungsber. u. wiss. Abhdl., Wiesbaden 1976, S. 425-431, (Verhdl. d. Dt. Geogr. tages Bd. 40).*
- DENIKE, K. G.; PARR, J. B.: Production in space, spatial competition, and restricted entry. In: *Journ. of Reg. Science* 10 (1970), S. 49-63.
- DIETRICH, B.: Die Theorie der zentralen Orte. Aussage und Anwendung heute. In: *Raumforsch. u. Raumordnung* 24 (1966), S. 259-267.
- ELIOT HURST, M. E.: *A geography of economic behavior*. London 1974.

- o'FARRELL, P.: Continuous regularities and discontinuities in the central place system. In: *Geografiska Annaler* 52 B (1969), S. 104-114.
- FISZ, M.: *Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik*. Berlin 1971.
- FRIEDRICH, J.: *Methoden empirischer Sozialforschung*. Reinbek 1973 (rororo studium 28).
- : *Stadtanalyse. Soziale und räumliche Organisation der Gesellschaft*. Reinbek 1977 (rororo studium 104).
- GÄFGEN, G.: *Theorie der wirtschaftlichen Entscheidung. Untersuchungen zur Logik und ökonomischen Bedeutung des rationalen Handelns*. Tübingen, 2. Aufl. 1968.
- GAENSSLEN, H.; SCHUBÖ, W.: *Einfache und komplexe statistische Analyse*. München u. Basel 1973 (Uni-Taschenb. 274).
- GEARY, R. C.: The contiguity ratio and statistical mapping. In: *The Incorporated Statistician* 5 (1954), S. 115-141; wieder abgedr. in: BERRY, B. J. L.; MARBLE, D. (Hrsg.): *Spatial analysis*. Englewood Cliffs, N. J. 1968, S. 461-478.
- GEISENBERGER, S.; MÜLLER, J. H.: Analyse der räumlichen Verteilung der zentralen Orte in Baden-Württemberg. In: *Zentralörtliche Funktionen in Verdichtungsräumen*. Hannover 1972, S. 71-116 (Veröff. d. Akad. f. Raumforsch. u. Landesplanung, Forsch.- u. Sitzungsber. Bd. 72).
- GOLLEDGE, R. G.: Conceptualizing the market decision process. In: *Journ. of Reg. Science* 7 (1967) Suppl., S. 239-258.
- ; BROWN, L. A.: Search, learning, and the market decision process. In: *Geografiska Annaler* 49 B (1967), S. 117-124.
- GREENHUT, M. L.: *A theory of the firm in economic space*. New York 1970.
- GUSTAFSSON, K.: Zentralitätsanalyse mit Hilfe der Diskriminanzanalyse. In: *Zentralörtliche Funktionen in Verdichtungsräumen*. Hannover 1972, S. 49-70 (Veröff. d. Akad. f. Raumforsch. u. Landesplanung, Forsch.- u. Sitzungsber. Bd. 72).
- : Grundlagen zur Zentralitätsbestimmung. Hannover 1973 (Veröff. d. Akad. f. Raumforsch. u. Landesplanung, Abhandl. Bd. 66).
- ; SÖKER, E.: Bibliographie zum Untersuchungsobjekt "Zentralörtliche Erscheinungen in Verdichtungsräumen". In: *Zentralörtliche Funktionen in Verdichtungsräumen*. Hannover 1972, S. 185-201 (Veröff. d. Akad. f. Raumforsch. u. Landesplanung, Forsch.- u. Sitzungsber. Bd. 72).
- HAGGETT, P.: Einführung in die kultur- und sozialgeographische Regionalanalyse (dt. Übers. von "Locational analysis in human geography", London 1965). Berlin u. New York 1973.
- : *Geography: a modern synthesis*. New York, Evanston, San Francisco, London 1972.
- ; GUNAWARDENA, K. A.: Determination of population thresholds for settlement functions by the Reed-Muench-method. In: *Professional Geogr.* 16 (1964), S. 6-9.
- HARVEY, D.: Geographical processes and point patterns: testing models of diffusion by quadrat sampling. In: *Transact., Inst. of Brit. Geogr.* 40 (1966), S. 81-95.
- : Some methodological problems in the use of the Neyman Type A and the negative binomial probability distribution for the analysis of spatial point patterns. In: *Transact., Inst. of Brit. Geogr.* 42 (1967), S. 85-95.
- : Models of the evolution of spatial patterns in human geography. In: CHORLEY, R. J.; HAGGETT, P. (Hrsg.): *Models in geography*. London 1967, S. 549-608.
- : Pattern, process, and the scale problem in geographical research. In: *Transact., Inst. of Brit. Geogr.* 45 (1968), S. 71-78.
- : *Explanation in geography*. London 1969.
- : Behavioural postulates and the construction of theory in human geography. In: *Geographia Polonica* 18 (1970), S. 27-45.
- HEMPEL, C. G.: Typologische Methoden in den Sozialwissenschaften (dt. Übers. von: Problems of concept and theory formation in the social sciences, aus: Science, language, and human rights. Philadelphia 1952, S. 65-86), In: TOPITSCH, E. (Hrsg.): *Logik der Sozialwissenschaften*. Köln u. Berlin, 6. Aufl. 1970, S. 85-103.
- : Aspects of scientific explanation. New York 1965.
- : Wissenschaftliche und historische Erklärungen (dt. Übers. von: Explanation in science and in history. In: Dray, W. H. (Hrsg.) *Philosophical analysis and history*. New York u. London 1966). In: ALBERT, H. (Hrsg.): *Theorie und Realität*. Tübingen, 2. Aufl. 1972, S. 237-261.
- ; OPPENHEIM, P.: Studies in the logic of explanation. In: *Philosophy of Science* 15 (1948), S. 135-175.
- HENDERSON, J. V.: Hierarchy models of city size: an economic evaluation. In: *Journ. of Reg. Science* 12 (1972), S. 435-441.

- HEPPLE, L. W.: The impact of stochastic process theory upon spatial analysis in human geography. In: Progress in Geography. International Reviews of Current Research (Hrsg. von C. BOARD, R. J. CHORLEY, P. HAGGETT, D. R. STODDART) Bd. 6, London 1974, S. 89-142.
- HÖGY, U.: Das rechtsrheinische Rhein-Neckar-Gebiet in seiner zentralörtlichen Bereichsgliederung auf der Grundlage der Stadt-Land-Beziehungen. Heidelberg 1966 (Heidelberger Geogr. Arb. 16).
- HÖRNING, K. H.: Ansätze zu einer Konsumsoziologie. Freiburg 1970 (Absatzwirtsch. u. Konsumforsch. Bd. 4).
- HOMMEL, M.: Zentrenausrichtung in mehrkernigen Verdichtungsräumen, an Belsp. aus dem rheinisch-westfälischen Industriegebiet. Paderborn 1974 (Bochumer Geogr. Arb. 17).
- HOOVER, E. M.: Transport costs and the spacing of central places. In: Papers, Reg. Science Assoc. 25 (1970), S. 255-274.
- HUDSON, J. C.: An algebraic relation between the Lösch and Christaller central place networks. In: Professional Geogr. 19 (1967), S. 133-135.
- HUFF, D.: A probabilistic analysis of shopping center trade areas. In: Land Economics 39 (1963), S. 81-90.
- ISARD, W.: Location and space-economy. New York 1956.
- JOHNSON, L. J.: The spatial uniformity of a central place distribution in New England. In: Econ. Geogr. 47 (1971), S. 156-170.
- JOHNSTON, R. J.: The measurement of a hierarchy of central places. In: Australian Geogr. 9 (1964-65), S. 315-317.
- KANNENBERG, E.-G.: Zur Methodik der Ermittlung von zentralen Orten und von Beurteilungsgrundlagen für Förderungsmaßnahmen (unters. am Belsp. von Baden-Württemberg). In: Informationen, Inst. f. Raumordnung 15 (1965), S. 393-404.
- KATONA, G.: Das Verhalten der Verbraucher und Unternehmer (dt. Übers. von: Psychological analysis of economic behavior. New York 1951). Tübingen 1960.
- KEMPER, F.-J.: Die Anwendung faktorenanalytischer Rotationsverfahren in der Geographie des Menschen. In: GIESE, E. (Hrsg.): Symposium "Quantitative Geographie" Gießen 1974. Gießen 1975, S. 34-47 (Gießener Geogr. Schr. 32).
- KENYON, J. B.: On the relationship between central function and size of place. In: Annals, Assoc. of Amer. Geogr. 57 (1967), S. 736-750.
- KILCHENMANN, A.: Untersuchungen mit quantitativen Methoden über die fremdenverkehrs- und wirtschaftsgeographische Struktur der Gemeinden im Kanton Graubünden (Schweiz). Diss. Univ. Zürich, Zürich 1968.
- KIND, G.: Modellvorstellungen der Entwicklung von Zentralortssystemen. In: BARTHEL, H. (Hrsg.): Landschaftsforschung. Beitr. zu Theorie und Anwendung (Festschr.: E. Neef zum 60. Geb.) Gotha u. Leipzig 1968, S. 207-223 (Peterm. Geogr. Mitt., Erg. H. Nr. 271).
- KING, L. J.: The analysis of spatial form and its relation to geographic theory. In: Annals, Assoc. of Amer. Geogr. 59 (1969), S. 573-595.
- : Statistical analysis in geography. Englewood cliffs, N. J. 1969.
- KLEMMER, P.: Die Faktorenanalyse im Rahmen der Regionalforschung. In: Raumforsch. u. Raumordnung 29 (1971), S. 6-11.
- KLÖPPER, R.: Methoden zur Bestimmung der Zentralität. In: Geogr. Taschenb. 1953, S. 512-519.
- KLUCZKA, G.: Zentrale Orte und zentralörtliche Bereiche mittlerer und höherer Stufe in der Bundesrepublik Deutschland. Bonn-Bad Godesberg 1970 (Forsch. z. dt. Landesk. 194).
- KÖCK, H.: Das zentralörtliche System von Rheinland-Pfalz. Ein Vergleich analytischer Methoden zur Zentralitätsbestimmung. Bonn-Bad Godesberg 1975 (Forsch. z. Raumentwickl. 2).
- KRIZ, J.: Statistik in den Sozialwissenschaften. Reinbek 1970 (rororo studium 29).
- LANGE, S.: Die Verteilung von Geschäftszentren im Verdichtungsraum - Ein Beitrag zur Dynamisierung der Theorie der zentralen Orte. In: Zentralörtliche Funktionen in Verdichtungsräumen. Hannover 1972, S. 7-48 (Veröff. d. Adad. f. Raumforsch. u. Landesplanung, Forsch.- u. Sitzungsber. Bd. 72).
- : Wachstumstheorie zentralörtlicher Systeme. Eine Analyse der räumlichen Verteilung von Geschäftszentren. Münster 1973 (Beitr. z. Siedl.- u. Wohnungswesen u. z. Raumplanung 5).

- LEWIS, P. A. W. (Hrsg.): Stochastic point processes. Statistical analysis, theory and applications. New York 1972.
- LICHTENBERGER, E.: Die Geschäftsstraßen Wiens. Eine statistisch-physiognomische Analyse. In: Mitt. d. Österr. Geogr. Ges., Bd. 105 (1963), S. 406-446, 2 Ktn., 12 Tafeln, 12 Abb.
- LIPSEY, R. G.: An introduction to positive economics. London, 2. Aufl. 1966.
- LLOYD, P. E.; DICKEN, P.: Location in space: a theoretical approach to economic geography. New York, Evanston, San Francisco, London 1972.
- LÖSCH, A.: Die räumliche Ordnung der Wirtschaft. Jena 1940, 2. Aufl. 1944; Stuttgart, 3. Aufl. 1962.
- LONG, W. H.: Demand in space: some neglected aspects. In: Papers, Reg. Science Assoc. 27 (1971), S. 45-60.
- MÄLICH, W.: Die Untersuchung räumlicher Verteilungen mittels Gitteranalyse. In: Methoden der empirischen Regionalforschung (2. Teil), Hannover 1975, S. 13-21 (Veröff. d. Akad. f. Raumforsch. u. Landesplanung, Forsch.- u. Sitzungsber. Bd. 105).
- MARSHALL, J. U.: The location of service towns. An approach to the analysis of central place systems. Toronto 1969 (Univ. of Toronto, Dept. of Geogr., Research Publ. 3).
- MASSY, W. F.; MONTGOMERY, D. B.; MORRISON, D. G.: Stochastic models of buying behavior. Cambridge, Mass. u. London 1970.
- MAYFIELD, R. C.: A central place hierarchy in Northern India. In: GARRISON, W. L.; MARBLE, D. F. (Hrsg.): Quantitative Geography, I, Economic and Cultural Topics. Evanston, Ill. 1967, S. 120-166 (Northwestern Univ., Dept. of Geogr., Studies in Geogr. 13).
- MAYNTZ, R.; HOLM, K.; HÜBNER, P.: Einführung in die Methoden der empirischen Soziologie. Köln u. Opladen 1969.
- MEYNEN, E.; KLÖPPER, R.; KÖRBER, J.: Rheinland-Pfalz in seiner Gliederung nach zentralörtlichen Bereichen (Gutachten im Auftr. d. Staatskanzlei - Landesplanung - vorgel. v. Zentrallaussch. f. Dt. Landesk. in Gemeinsch. m. d. Bundesanstalt f. Landesk.). Bad Godesberg 1957 (Forsch. z. dt. Landesk. 100).
- MITTEL-RHEINLANDE, DIE. Festschr. zum 36. Dt. Geographentag 1967 in Bad Godesberg. Wiesbaden 1967.
- MORRILL, R. L.: On the arrangement and concentration of points in the plane. In: McCONNELL, H.; YASEEN, D. W. (Hrsg.): Models of spatial variation. Dekalb, Ill. 1971, S. 30-43 (Perspectives in Geogr. 1, Northern Illinois Univ.).
- MORSE, P. M.: Queues, inventories and maintenance. The analysis of operational systems with variable demand and supply. New York 1958 (Publ. in Operations Research 1).
- MÜLLER, J. H.: Methoden zur regionalen Analyse und Prognose. Hannover 1973 (Veröff. d. Akad. f. Raumforsch. u. Landesplanung, Taschenb. z. Raumplanung 1).
- ; KLEMMER, P.: Das theoretische Konzept Walter Christallers als Basis einer Politik der zentralen Orte. In: Zentrale Orte und Entwicklungsachsen im Landesentwicklungsplan. Hannover 1969 (Veröff. d. Akad. f. Raumforsch. u. Landesplanung, Forsch.- u. Sitzungsber. Bd. 56, LAG Baden-Württemberg 1).
- NEEF, E.: Das Problem der zentralen Orte. In: Peterm. Geogr. Mitt. 94 (1950), S. 6-17; wieder abgedr. in: SCHÖLLER, P. (Hrsg.): Zentralitätsforschung. Darmstadt 1972, S. 193-230.
- NEUE WEGE IN DER ZENTRALÖRTLICHEN FORSCHUNG. 5. Arbeitstagung des Verbands deutscher Berufsgeographen. Münchener Geogr. Hefte 34, 1969. Mit Beiträgen von G. MÜLLER, G. BRACK, P. TREUNER, K. HEIL, K. GANSER.
- NEUMANN, G.; HAMBLOCH, H.: Modelle zentraler Orte und ihre geometrischen Grundlagen. In: Geogr. Ztschr. 57 (1969), S. 191-197.
- NYSTRÖM, H.: Retail pricing. An integrated economic and psychological approach. Stockholm 1970.
- OLSSON, G.: Zentralörtliche Systeme, räumliche Interaktion und stochastische Prozesse (dt. Übers. von: Central place systems, spatial interaction, and stochastic processes; In: Papers, Reg. Science Assoc. 18 (1967), S. 13-45). In: BARTELS, D. (Hrsg.): Wirtschafts- und Sozialgeographie. Köln u. Berlin 1970, S. 141-178.
- : Inference problems in locational analysis. In: COX, K. R.; GOLLEDGE, R. G. (Hrsg.): Behavioral problems in geography: a symposium. Evanston, Ill. 1969, S. 14-34 (Northwestern Univ., Dept. of Geogr., Studies in Geogr. 17).

- OLSSON, G.: Explanation, prediction, and meaning variance: an assessment of distance interaction models. In: *Econ. Geogr.* 46 (1970), S. 223-233.
- ; GALE, S.: Spatial theory and human behavior. In: *Papers, Reg. Science Assoc.* 21 (1968), S. 229-242.
- ORD, J.K.: The negative binomial model and quadrat sampling. In: PATIL, G.P. (Hrsg.): *Random counts in scientific work: Vol. 2, Random counts in biomedical and social sciences.* University Park u. London 1970, S. 151-163.
- OTT, A.E.: Preistheorie. In: EHRLICHER, W. et al. (Hrsg.): *Kompendium der Volkswirtschaftslehre, Bd. 1.* Göttingen 1967, S. 120-188.
- PALOMÄKI, M.: The functional centers and areas of South Bothnia, Finland. In: *Fennia* 88 (1964), S. 1-235.
- PARR, J.B.: City hierarchies and the distribution of city size: a reconsideration of Beckmann's contribution. In: *Journ. of Reg. Science* 9 (1969), S. 239-253.
- : Models of city size in an urban system. In: *Papers, Reg. Science Assoc.* 25 (1970), S. 221-253.
- : Structure and size in the urban system of Lösch. In: *Econ. Geogr.* 49 (1973), S. 185-212.
- ; DENIKE, K.G.: Theoretical problems in central place analysis. In: *Econ. Geogr.* 46 (1970), S. 568-586.
- POPPER, K.R.: *Logik der Forschung.* 1935, Tübingen, 3. Aufl. 1969.
- : Naturgesetze und theoretische Systeme. In: MOSER, S. (Hrsg.): *Gesetz und Wirklichkeit.* Innsbruck u. Wien 1949; wieder abgedr. in: ALBERT, H. (Hrsg.): *Theorie und Realität.* Tübingen, 2. Aufl. 1972, S. 43-58.
- PRESTON, R.E.: Toward verification of a "classical" centrality model. In: *Tijdschr. v. Econ. en Soc. Geogr.* 62 (1971), S. 301-307.
- REGIONALER RAUMORDNUNGSPLAN WESTERWALD. 3. Abschnitt, Planungsziele. Hrsg. v. d. Planungsgemeinschaft Westerwald, Altenkirchen o. J. (1974).
- ROGERS, A.: A stochastic analysis of the spatial clustering of retail establishments. In: *Journ. of the Amer. Statist. Assoc.* 60 (1965), S. 1094-1103.
- : Quadrat analysis of urban dispersion: 1. Theoretical techniques. In: *Environment a. Planning* 1 (1969), S. 47-80.
- : Quadrat analysis of urban dispersion: 2. Case studies of urban retail systems. In: *Environment a. Planning* 1 (1969), S. 155-171.
- : Statistical analysis of spatial dispersion - the quadrat method. London 1974 (Monographs in spatial and environmental systems analysis 6).
- ; GOMAR, N.: Statistical inference in quadrat analysis. In: *Geogr. Analysis* 1 (1969), S. 370-384.
- ROWLEY, G.: Central places in rural Wales; a case study. In: *Tijdschr. v. Econ. en Soc. Geogr.* 61 (1970), S. 32-40.
- : Spatial variations in the prices of central goods. A preliminary investigation. In: *Tijdschr. v. Econ. en Soc. Geogr.* 63 (1972), S. 360-368.
- RUMMEL, R.J.: *Applied factor analysis.* Evanston, Ill. 1970.
- RUSHTON, G.: Analysis of spatial behavior by revealed space preference. In: *Annals, Assoc. of Amer. Geogr.* 59 (1969), S. 391-400.
- : The scaling of locational preferences. In: COX, K.R.; GOLLEDGE, R.G. (Hrsg.): *Behavioral problems in geography: a symposium.* Evanston, Ill. 1969, S. 197-227 (Northwestern Univ., Dept. of Geogr., Studies in Geogr. 17).
- : Temporal changes in space preference structures. In: *Proceed., Assoc. of Amer. Geogr.* 1 (1969), S. 129-132.
- : Postulates of central-place theory and the properties of central-place systems. In: *Geogr. Analysis* 3 (1971), S. 140-156.
- ; GOLLEDGE, R.G.; CLARK, W.A.V.: Formulation and test of a normative model for the spatial allocation of grocery expenditures by a dispersed population. In: *Annals, Assoc. of Amer. Geogr.* 57 (1967), S. 389-400.
- ; GOODCHILD, M.F.; OSTRESH, L.M. (Hrsg.): *Computer programs for location-allocation problems.* Iowa City 1973 (Univ. of Iowa, Dept. of Geogr., Monograph 6).

- SACHS, L.: Statistische Auswertungsmethoden. Berlin, Heidelberg, New York 1968.
- SAEY, P.: Three fallacies in the literature on central place theory. In: Tijdschr. v. Econ. en Soc. Geogr. 64 (1973), S. 181-194.
- SCHAEFER, H.: Die Probleme einer theoretischen Grundlegung der ökonomischen Analyse der Konsumnachfrage. Diss. Wirtsch.- u. Sozialwiss. Fak. Univ. Köln, Köln 1967.
- SCHEUCH, E.K.; ZEHNPFFENNIG, H.: Skalierungsverfahren in der Sozialforschung. In: KÖNIG, R. (Hrsg.): Handbuch der empirischen Sozialforschung, Bd. I. Stuttgart, 3. Aufl. (dtv-Taschenbuchausg.) 1974, Bd. 3a, S. 97-203.
- SCHLIER, O.: Die zentralen Orte des Deutschen Reiches. Ein statistischer Beitrag zum Städteproblem. In: Ztschr. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin 1937, S. 161-170.
- SCHÖLLER, P. (Hrsg.): Zentralitätsforschung. Darmstadt 1972 (Wege d. Forschg. Bd. CCC1).
- : Einleitung: Entwicklung und Akzente der Zentralitätsforschung (1970). In: SCHÖLLER, P. (Hrsg.): Zentralitätsforschung. Darmstadt 1972, S. IX-XXI.
- SCOTT, P.: The hierarchy of central places in Tasmania. In: Australian Geogr. 9 (1964-65), S. 134-147.
- SMAILES, A.E.: The urban hierarchy in England and Wales. In: Geography 29 (1944), S. 41-51.
- SMOUT, M.A.H.: The hierarchy of central places in Natal. In: Tijdschr. v. Econ. en Soc. Geogr. 61 (1970), S. 25-31.
- STAHL, F.: Die Zentralitätsziffer. Eine Methode zur "Messung" des Ausstattungsgrades eines zentralen Ortes mit zentralen Einrichtungen im Sinne der Raumordnung und Dorferneuerung. In: Informationen, Inst. f. Raumordnung 15 (1965), S. 309-317.
- STANGE, K.; HENNING, H.-J.: Formeln und Tabellen der mathematischen Statistik. Berlin, Heidelberg, New York 1966.
- STATISTIK VON RHEINLAND-PFALZ.
 Bd. 109, Gemeindestatistik von Rheinland-Pfalz 1960/61, Teil I: Bevölkerung und Erwerbstätigkeit.
 Bd. 110, Gemeindestatistik von Rheinland-Pfalz 1960/61, Teil II: Gebäude und Wohnungen; Teil III: Arbeitsstätten (ohne Landwirtschaft).
 Bd. 111, Gemeindestatistik von Rheinland-Pfalz 1960/61, Teil IV: Betriebsstruktur der Landwirtschaft; Teil V: Gemeindefinanzen.
 Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Bad Ems 1963.
 Bd. 112, Die Wohnplätze in Rheinland-Pfalz am 31. Dezember 1963. Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Bad Ems 1964.
- STREISSLER, E.; STREISSLER, M.: Einleitung. In: dies. (Hrsg.): Konsum und Nachfrage. Köln u. Berlin 1966, S. 13-147.
- SYSTEMATIK DER WIRTSCHAFTSZWEIGE für die Arbeitsstättenzählung 1961. (Hrsg.) Statistisches Bundesamt Wiesbaden, o.J. (1961).
- SZUMELUK (ROBINSON), K.: Central place theory, I: A review. London 1968 (Centre for Environmental Studies, Working Papers 2).
- TARRANT, J.R.: A note concerning the definition of groups of settlements for a central place hierarchy. In: Econ. Geogr. 44 (1968), S. 144-151.
- : Comments on the Lösch central place system. In: Geogr. Analysis 5 (1973), S. 113-121.
- THOMPSON, R.H.: Spatial point processes, with applications to ecology. In: Biometrika 42 (1955), S. 102-115.
- TOEPFER, H.: Die Bonner Geschäftsstraßen. Räumliche Anordnung, Entwicklung und Typisierung der Geschäftskonzentrationen. Bonn 1968 (Arb. z. Rhein. Landesk. 26).
- ÜBERLA, K.: Faktorenanalyse. Berlin, Heidelberg, New York 1968.
- UHEREK, E.W.: Morphologische Grundlagen einer raumwirtschaftlichen Strukturanalyse des Einzelhandels. Ein Beitrag zur Grundlegung der regionalen Handelsforschung. Diss. Wirtsch.- u. Sozialwiss. Fak. FU Berlin, Berlin 1962.
- ULLMAN, E.L.; DACEY, M.F.: The minimum requirements approach to the urban economic base. In: Lund Studies in Geogr., Ser. B, No. 24 (1962), S. 121-143, und in: Papers a. Proceed., Reg. Science Assoc. 6 (1960), S. 175-194.
- VINING, R.: A description of certain spatial aspects of an economic system. In: Econ. Developm. a. Cult. Change 3 (1955), S. 147-195.
- VOS, S.de: The use of nearest neighbor methods. In: Tijdschr. v. Econ. en Soc. Geogr. 64 (1973), S. 307-319.

- WEBBER, M. J. : Sub-optimal behaviour and the concept of maximum profits in location theory. In: Australian Geogr. Studies 7 (1969), S. 1-8.
- : Empirical verifiability of classical central place theory. In: Geogr. Analysis 3 (1971), S. 15-28.
- : Impact of uncertainty on location. Canberra 1972; Cambridge, Mass. 1972 (Reg. Science Studies Ser. 11).
- WEBER, E. : Grundriß der biologischen Statistik. Stuttgart, 7. Aufl. 1972.
- WHITE, R. W. : Sketches of a dynamic central place theory. In: Econ. Geogr. 50 (1974), S. 219-227.

ANHANG

Verzeichnis der Materialien im Anhang

S. VII

ANHANG 1

QUADRATANALYSE: SCHÄTZUNG DER PARAMETER VON WAHRSCHEINLICHKEITSFUNKTIONEN MIT DER MOMENTENMETHODE¹
(vgl. Abschnitt 3.4.1)

Stichprobe (empirische Verteilung)

Momente:

$$\begin{aligned} M_1^i &= E(X) &= \sum_i x_i p_i \\ M_2^i &= E(X^2) &= \sum_i x_i^2 p_i \\ M_3^i &= E(X^3) &= \sum_i x_i^3 p_i \end{aligned} \quad \begin{array}{l} (x=0, 1, \dots, l, \dots \text{ Anzahl Punkte je Quadrat;} \\ p_i = \text{relative Häufigkeiten der Quadrate mit} \\ x_i \text{ Punkten)} \end{array}$$

Zentrale Momente:

$$\begin{aligned} M_1 &= M_1^i && \text{Mittelwert (Erwartungswert)} \\ M_2 &= M_2^i - M_1^i{}^2 && \text{Varianz} \end{aligned}$$

Parameter:

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{1}{N} \sum_i x_i f(x_i) \\ s^2 &= \frac{1}{N-1} \left[\sum_i x_i^2 f(x_i) - \frac{1}{N} \left(\sum_i x_i f(x_i) \right)^2 \right] \\ M_1 &= \bar{x} \\ M_2 &= s^2(N-1)/N \end{aligned} \quad \begin{array}{l} (N = \text{Anzahl der Raumeinheiten (Quadrate);} \\ f(x_i) = \text{absolute Häufigkeiten} = Np_i) \end{array}$$

Faktorielle Momente:

(sie entsprechen der erzeugenden Funktion G einer Zufallsvariablen X im Punkt 1 mit Ihren Ableitungen)

$$\begin{aligned} m_1^i &= G_X^i(1) = \sum_{i=1}^{\infty} i p_i = M_1 \\ m_2^i &= G_X^{ii}(1) = \sum_{i=2}^{\infty} i(i-1)p_i = M_2^i - M_1^i{}^2 \\ m_3^i &= G_X^{iii}(1) = \sum_{i=3}^{\infty} i(i-1)(i-2)p_i = M_3^i - 3M_1^i M_2^i + 2M_1^i{}^3 \end{aligned}$$

Wahrscheinlichkeitsfunktion (theoretische Verteilung)
(vgl. Tab. 3.1)

Schätzwerte werden im folgenden mit $\hat{}$ ("Dach") gekennzeichnet.

Der Quotient s^2/\bar{x} gibt einen Hinweis auf die möglicherweise anzupassende Wahrscheinlichkeitsfunktion. Da bei der Poisson-Verteilung $M(x)=V(x)$, ist der Quotient = 1. Ist $s^2/\bar{x} < 1$, dann liegt eine Verteilung regelmäßiger als rein zufällig vor (\rightarrow modifizierte Poisson-Verteilung, Binomialverteilung); ist $s^2/\bar{x} > 1$, ist die Verteilung stärker geklumpt als rein zufällig (\rightarrow negative Binomialverteilung, NEYMAN-Typ A-Verteilung); bei der zusammengesetzten negativen Binomialverteilung hängt die Größe des Quotienten von S und v ab.

¹ vgl. A. ROGERS: Statistical analysis of spatial dispersion - the quadrat method. London 1974, S. 31-53.

noch: Anhang 1

Poisson-Verteilung

$$M(x) = m$$

$$\text{Parameter: } \hat{m} = \bar{x}$$

Binomialverteilung

(die in Tab. 3.1 angegebene Wahrscheinlichkeitsfunktion entspricht nicht Formel (3.1) in Abschn. 3.3.2)

$$M(x) = n\alpha, \quad V(x) = n\alpha(1-\alpha)$$

$$\hat{M}(x) = \bar{x}$$

$$\hat{V}(x) = \frac{\bar{x}(1-\hat{\alpha})}{1-\hat{\alpha}} = \frac{s^2}{1-\hat{\alpha}}$$

$$\text{Parameter: } \hat{\alpha} = 1 - (s^2/\bar{x})$$

$$\hat{M}(x) = \hat{n}\hat{\alpha} = \bar{x}$$

$$\text{Parameter: } \hat{n} \sim \bar{x}/\hat{\alpha}$$

(n auf ganze Zahl runden, ggf. dann α unter Verwendung von n neu schätzen)

Negative Binomialverteilung

$$M(x) = k(1-u)/u, \quad V(x) = k(1-u)/u^2 = M(x)/u$$

$$\hat{M}(x) = \bar{x}$$

$$\hat{V}(x) = \bar{x}/\hat{u} = s^2$$

$$\text{Parameter: } \hat{u} = \bar{x}/s^2$$

$$\hat{M}(x) = \bar{x} = \hat{k}(1-\hat{u})/\hat{u}, \quad \hat{u}\bar{x} = \hat{k}-\hat{k}\hat{u}, \dots, \hat{u} = \hat{k}/(\bar{x}+\hat{k}) \text{ einsetzen}$$

$$\ln \hat{V}(x) = s^2 = \hat{k}(1-\hat{u})/\hat{u}^2,$$

$$\text{ergibt } s^2 = \bar{x} + (\bar{x}^2/\hat{k})$$

$$\text{Parameter: } \hat{k} = \bar{x}^2/(s^2-\bar{x})$$

Bei kleinem Mittelwert und kleinem k-Wert ist die folgende iterativ zu lösende Schätzgleichung wirksamer (Einsetzen verschiedener k-Werte, bis die Gleichung erfüllt ist):

$$\hat{k} \log\left(1 + \frac{\bar{x}}{\hat{k}}\right) = \log \frac{N}{n_0},$$

wobei n_0 = Anzahl der Quadrate mit $x=0$ (Nullklasse)

Neyman-Typ A-Verteilung

$$M(x) = wk, \quad V(x) = wk(w+1)$$

$$\hat{M}(x) = \bar{x}$$

$$\hat{V}(x) = s^2 = \bar{x}(\hat{w}+1)$$

$$\text{Parameter: } \hat{w} = (s^2-\bar{x})/\bar{x}$$

$$\hat{M}(x) = \bar{x} = \hat{k}(s^2-\bar{x})/\bar{x}$$

$$\text{Parameter: } \hat{k} = \bar{x}^2/(s^2-\bar{x})$$

Modifizierte Poisson-Verteilung²

$$M(x) = m_1 + p, \quad V(x) = M(x) - p^2 = m_1 + p(1-p)$$

$$\hat{M}(x) = \bar{x} = M_1$$

$$\hat{V}(x) = s^2(N-1)/N = M_2 = M_1 - \hat{p}^2$$

$$\text{Parameter: } \hat{p} = (M_1 - M_2)^{1/2}$$

$$\hat{m}_1 = M_1 - \hat{p}$$

² vgl. M.F. DACEY: Modified probability law for point pattern more regular than random, in: Annals, Assoc. Amer. Geogr. 54 (1964), S. 559-565.

noch: Anhang 1

Zusammengesetzte negative Binomialverteilung³

$$M(x) = S + \lambda(1-v)/v, \quad V(x) = S(1-S) + \lambda(1-v)/v^2$$

$$\text{Parameter: } \hat{S} \left[m_3^1 + m_2^1 m_1^1 + 2m_1^1(m_1^1 - \hat{S})(m_1^1 - 2m_2^1/m_1^1 - \hat{S}) \right] = m_3^1 m_1^1 + m_2^1(m_1^1{}^2 - 2m_2^1)$$

\hat{S} wird iterativ ermittelt. Bessere Schätzungen von S als obige Momentenmethode liefert die folgende Schätzfunktion, nach der \hat{S} auf der Basis des Anteils der Quadrate mit $x=0$ an der Gesamtheit der Quadrate, also $f_0 = n_0/N$, und den ersten beiden faktoriellen Momenten ebenfalls iterativ ermittelt wird,

$$\log f_0 = \log(1-\hat{S}) + \frac{(m_1^1 - \hat{S})^2}{m_2^1 - (m_1^1 + \hat{S})(m_1^1 - \hat{S})} \log \frac{m_1^1 - \hat{S}}{m_1^1 + m_2^1 - (m_1^1 + \hat{S})(m_1^1 - \hat{S}) - \hat{S}}$$

$$\hat{v} = (m_1^1 - \hat{S}) / \left[m_2^1 + (m_1^1 - \hat{S})(1 - m_1^1 - \hat{S}) \right]$$

$$\hat{\lambda} = \hat{v}(m_1^1 - \hat{S}) / (1 - \hat{v})$$

³ vgl. M.F. DACEY: A compound probability law for a pattern more dispersed than random and with areal inhomogeneity, in: Econ. Geogr. 42(1966), S. 172-179.

ANHANG 2

FAKTORENANALYSE ZUR ZENTRALITÄTSBESTIMMUNG - MODELLBEISPIEL 1

Korrelationsmatrix (Phi-Koeffizienten) und schrittweise Extraktion der ersten vier Zentroidfaktoren (vgl. K. ÜBERLA: Faktorenanalyse. Berlin usw. 1968, S. 113-123)

1. Korrelationsmatrix R und Extraktion des ersten Zentroidfaktors

k \ i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.00									
2	0.80	1.00								
3	0.67	0.84	1.00							
4	0.38	0.48	0.57	1.00						
5	0.35	0.44	0.52	0.91	1.00					
6	0.24	0.30	0.36	0.63	0.69	1.00				
7	0.22	0.27	0.32	0.57	0.62	0.90	1.00			
8	0.13	0.16	0.19	0.33	0.36	0.53	0.58	1.00		
9	0.10	0.13	0.15	0.26	0.29	0.42	0.46	0.80	1.00	
10	0.07	0.09	0.10	0.18	0.20	0.29	0.32	0.55	0.69	1.00
$\sum_k r_{ik}$	3.96	4.51	4.72	5.31	5.38	5.36	5.26	4.63	4.30	3.49
a_{i1}	0.58	0.66	0.69	0.78	0.79	0.78	0.77	0.68	0.63	0.51

$T = \sum_{i,k} r_{ik} = 46.92$
 $t = 1/\sqrt{T} = 0.146$

2. Matrix R⁺: Matrix der reproduzierten Korrelationen

k \ i	a ₁	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.58	0.34									
2	0.66	0.38	0.44								
3	0.69	0.40	0.46	0.48							
4	0.78	0.45	0.51	0.54	0.61						
5	0.79	0.46	0.52	0.55	0.62	0.62					
6	0.78	0.45	0.51	0.54	0.61	0.62	0.61				
7	0.77	0.45	0.51	0.53	0.60	0.61	0.60	0.59			
8	0.68	0.39	0.45	0.47	0.53	0.54	0.53	0.52	0.46		
9	0.63	0.37	0.42	0.43	0.49	0.50	0.49	0.49	0.43	0.40	
10	0.51	0.30	0.34	0.35	0.40	0.40	0.40	0.39	0.35	0.32	0.26

3. Matrix R₁: Residualmatrix nach Extraktion des ersten Faktors und Extraktion des zweiten Zentroidfaktors

k \ i	1*	2*	3*	4*	5*	6	7	8	9	10
1	0.66									
2	0.42	0.56								
3	0.27	0.38	0.52							
4	-0.07	-0.03	0.03	0.39						
5	-0.11	-0.08	-0.03	0.29	0.38					
6	-0.21	-0.21	-0.18	0.02	0.07	0.39				
7	-0.23	-0.24	-0.21	-0.03	0.01	0.30	0.41			
8	-0.26	-0.29	-0.28	-0.20	-0.18	0.00	0.06	0.54		
9	-0.27	-0.29	-0.28	-0.23	-0.21	-0.07	-0.03	0.37	0.60	
10	-0.23	-0.25	-0.25	-0.22	-0.20	-0.11	-0.07	0.20	0.37	0.74
$\sum_k r_{ik}$	-2.37	-2.53	-2.37	-1.27	-0.96	1.02	1.37	2.38	2.52	2.28
a_{i2}	-0.54	-0.58	-0.54	-0.29	-0.22	0.23	0.31	0.54	0.58	0.52

* Vorzeichenumkehr infolge Reflexion

4. Matrix R⁺⁺: Matrix der durch den zweiten Faktor reproduzierten Korrelationen

k \ i	a ₂	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-0.54	0.29									
2	-0.58	0.31	0.34								
3	-0.54	0.29	0.31	0.29							
4	-0.29	0.16	0.17	0.16	0.08						
5	-0.22	0.12	0.13	0.12	0.06	0.05					
6	0.23	-0.12	-0.13	-0.12	-0.07	-0.05	0.05				
7	0.31	-0.17	-0.18	-0.17	-0.09	-0.07	0.07	0.10			
8	0.54	-0.29	-0.31	-0.29	-0.16	-0.12	0.12	0.17	0.29		
9	0.58	-0.31	-0.34	-0.31	-0.17	-0.13	0.13	0.18	0.31	0.34	
10	0.52	-0.28	-0.30	-0.28	-0.15	-0.11	0.12	0.16	0.28	0.30	0.27

noch: Anhang 2

5. Matrix R_2 : Residualmatrix nach Extraktion des zweiten Faktors und Extraktion des dritten Zentroidfaktors

k \ i	1	2	3	4*	5*	6*	7*	8	9	10
1	0.37									
2	0.11	0.22								
3	-0.02	0.07	0.23							T = 11.99
4	-0.23	-0.20	-0.13	0.31						t = 0.289
5	-0.23	-0.21	-0.15	0.23	0.33					
6	-0.09	-0.08	-0.06	0.09	0.12	0.34				
7	-0.06	-0.06	-0.04	0.06	0.08	0.23	0.31			
8	0.03	0.02	0.01	-0.04	-0.06	-0.12	-0.11	0.25		
9	0.04	0.05	0.03	-0.06	-0.08	-0.20	-0.21	0.06	0.26	
10	0.05	0.05	0.03	-0.07	-0.09	-0.23	-0.23	-0.08	0.07	0.47
$\sum_k r_{ik}$	1.19	1.07	0.73	-1.42	-1.58	-1.56	-1.39	0.62	1.06	1.37
a_{i3}	0.34	0.31	0.21	-0.41	-0.46	-0.45	-0.40	0.18	0.31	0.40

* Vorzeichenumkehr infolge Reflexion

6. Matrix R^{+++} : Matrix der durch den dritten Faktor reproduzierten Korrelationen

k \ i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.34									
2	0.31	0.10								
3	0.21	0.07	0.04							
4	-0.41	-0.14	-0.13	0.17						
5	-0.46	-0.16	-0.14	-0.10	0.19	0.21				
6	-0.45	-0.15	-0.14	-0.09	0.18	0.21	0.20			
7	-0.40	-0.14	-0.12	-0.08	0.16	0.18	0.18	0.16		
8	0.18	0.06	0.06	0.04	-0.07	-0.08	-0.08	-0.07	0.03	
9	0.31	0.11	0.10	0.07	-0.13	-0.14	-0.14	-0.12	0.06	0.10
10	0.40	0.14	0.12	0.08	-0.16	-0.18	-0.18	-0.16	0.07	0.12

7. Matrix R_3 : Residualmatrix nach Extraktion des dritten Faktors und Extraktion des vierten Zentroidfaktors

k \ i	1*	2*	3*	4	5	6*	7*	8	9	10
1	0.25									
2	0.00	0.12								
3	-0.09	0.00	0.19							T = 5.96
4	-0.09	-0.07	-0.04	0.14						t = 0.410
5	-0.07	-0.07	-0.05	0.04	0.12					
6	0.06	0.06	0.03	-0.09	-0.09	0.14				
7	0.08	0.06	0.04	-0.10	-0.10	0.05	0.15			
8	-0.03	-0.04	-0.03	0.03	0.02	-0.04	-0.04	0.22		
9	-0.07	-0.05	-0.04	0.07	0.06	-0.06	-0.09	0.00	0.16	
10	-0.09	-0.07	-0.05	0.09	0.09	-0.05	-0.07	-0.15	-0.05	0.31
$\sum_k r_{ik}$	-0.65	-0.54	-0.38	0.76	0.71	-0.67	-0.78	0.30	0.55	0.62
a_{i4}	-0.27	-0.22	-0.16	0.31	0.29	-0.27	-0.32	0.12	0.23	0.25

* Vorzeichenumkehr infolge Reflexion

8. Matrix R^{++++} : Matrix der durch den vierten Faktor reproduzierten Korrelationen

k \ i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-0.27									
2	-0.22	0.05								
3	-0.16	0.04	0.03							
4	0.31	-0.08	-0.07	-0.05	0.10					
5	0.29	-0.08	-0.06	-0.05	0.09	0.08				
6	-0.27	0.07	0.06	0.04	-0.08	-0.08	0.07			
7	-0.32	0.09	0.07	0.05	-0.10	-0.09	0.09	0.10		
8	0.12	-0.03	-0.03	-0.02	0.04	0.03	-0.03	-0.04	0.01	
9	0.23	-0.06	-0.05	-0.04	0.07	0.07	-0.06	-0.07	0.03	0.05
10	0.25	-0.07	-0.06	-0.04	0.08	0.07	-0.07	-0.08	0.03	0.06

noch: Anhang 2

9. Matrix R_4 : Residualmatrix nach Extraktion des vierten Faktors

k \ i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.18									
2	-0.06	0.07								
3	-0.13	-0.04	0.16							
4	-0.01	0.00	0.01	0.04						
5	0.01	-0.01	0.00	-0.05	0.04					
6	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	0.07				
7	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.04	0.05			
8	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.21		
9	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.02	-0.03	0.11	
10	-0.02	-0.01	-0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	-0.18	-0.11	0.25

10. Faktorenmuster der Zentroidlösung

k \ Faktor	1	2	3	4	h_i^2
1	0.58	-0.54	0.34	-0.27	0.82
2	0.66	-0.58	0.31	-0.22	0.92
3	0.69	-0.54	0.21	-0.16	0.84
4	0.78	-0.29	-0.41	0.31	0.96
5	0.79	-0.22	-0.46	0.29	0.97
6	0.78	0.23	-0.45	-0.27	0.94
7	0.77	0.31	-0.40	-0.32	0.95
8	0.68	0.54	0.18	0.12	0.80
9	0.63	0.58	0.31	0.23	0.88
10	0.51	0.52	0.40	0.25	0.75
Summe der Quadrate	4.76	2.10	1.29	0.63	8.78
kumuliert	4.76	6.86	8.15	8.78	
Prozent der $\sum h_i^2$	54.2 %	23.9 %	14.7 %	7.2 %	100 %
kumuliert	54.2 %	78.1 %	92.8 %	100 %	

ANHANG 3

FAKTORENANALYSE ZUR ZENTRALITÄTSBESTIMMUNG - MODELLBEISPIEL 2

Korrelationsmatrix (Phi-Koeffizienten) und schrittweise Extraktion der ersten sechs Zentroidfaktoren (hier: fünfter und sechster Faktor)

1. Matrix R_4 : Residualmatrix nach Extraktion des vierten Faktors und Extraktion des fünften Zentroidfaktors

k \ i	1*	2	3	4	5*	6*	7	8	9	10*
1	0.22									
2	-0.10	0.16								
3	-0.11	0.00	0.15							
4	-0.02	-0.03	-0.03	0.09						
5	0.05	0.01	-0.04	-0.07	0.04					
6	-0.01	0.00	-0.09	-0.03	-0.01	0.04				
7	-0.02	0.01	0.06	0.00	-0.03	-0.07	0.09			
8	-0.08	-0.04	0.03	0.06	-0.09	-0.04	-0.03	0.15		
9	0.02	-0.02	-0.04	0.01	0.00	0.01	-0.03	0.00	0.16	
10	0.06	0.02	-0.08	-0.02	-0.01	0.05	-0.02	-0.11	-0.10	0.22
$\sum_k r_{ik}$	-0.63	0.15	0.49	0.24	-0.29	-0.29	0.24	0.49	0.15	-0.63
a_{i5}	-0.33	0.08	0.26	0.13	-0.15	-0.15	0.13	0.26	0.08	-0.33

* Vorzeichenumkehr infolge Reflexion

2. Matrix R^{++++} : Matrix der durch den fünften Faktor reproduzierten Korrelationen

k \ i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.11									
2	-0.03	0.01								
3	-0.09	0.02	0.07							
4	-0.04	0.01	0.03	0.02						
5	0.05	-0.01	-0.04	-0.02	0.02					
6	0.05	-0.01	-0.04	-0.02	0.02	0.02				
7	-0.04	0.01	0.03	0.02	-0.02	-0.02	0.02			
8	-0.09	0.02	0.07	0.03	-0.04	-0.04	0.03	0.07		
9	-0.03	0.01	0.02	0.01	-0.01	-0.01	0.01	0.02	0.01	
10	0.11	-0.03	-0.09	-0.04	0.05	0.05	-0.04	-0.09	-0.03	0.11

3. Matrix R_5 : Residualmatrix nach Extraktion des fünften Faktors und Extraktion des sechsten Zentroidfaktors

k \ i	1*	2	3	4*	5	6*	7	8*	9*	10
1	0.11									
2	-0.07	0.15								
3	-0.02	-0.02	0.08							
4	0.02	-0.04	-0.06	0.07						
5	0.00	0.02	0.00	-0.05	0.02					
6	-0.06	0.01	-0.05	-0.01	-0.03	0.02				
7	0.02	0.00	0.03	-0.02	-0.01	-0.05	0.07			
8	0.01	-0.06	-0.04	0.03	-0.05	0.00	-0.06	0.08		
9	0.05	-0.03	-0.06	0.00	0.01	0.02	-0.04	-0.02	0.15	
10	-0.05	0.05	0.01	0.02	-0.06	0.00	0.02	-0.02	-0.07	0.11
$\sum_k r_{ik}$	-0.25	0.24	0.25	-0.19	0.01	-0.01	0.19	-0.25	-0.24	0.25
a_{i6}	-0.18	0.18	0.18	-0.14	0.01	-0.01	0.14	-0.18	-0.18	0.18

* Vorzeichenumkehr infolge Reflexion

4. Matrix R^{+++++} : Matrix der durch den sechsten Faktor reproduzierten Korrelationen

k \ i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.03									
2	-0.03	0.03								
3	-0.03	0.03	0.03							
4	0.03	-0.03	-0.03	0.02						
5	0.01	-0.00	0.00	-0.00	0.00					
6	-0.01	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00				
7	0.14	-0.03	0.03	-0.02	0.00	0.00	0.02			
8	-0.18	0.03	-0.03	-0.03	0.03	0.00	-0.03	0.03		
9	-0.18	0.03	-0.03	-0.03	0.03	0.00	-0.03	0.03	0.03	
10	0.18	-0.03	0.03	-0.03	0.00	0.00	0.03	-0.03	-0.03	0.03

noch: Anhang 3

5. Matrix R_6 : Residualmatrix nach Extraktion des sechsten Faktors

k \ i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.08									
2	-0.04	0.12								
3	0.01	-0.05	0.05							
4	-0.01	-0.01	-0.03	0.05						
5	0.00	0.02	0.00	-0.05	0.02					
6	-0.06	0.01	-0.05	-0.01	-0.03	0.02				
7	0.05	-0.03	0.00	0.00	-0.01	-0.05	0.05			
8	-0.02	-0.03	-0.01	0.00	-0.05	0.00	-0.03	0.05		
9	0.02	0.00	-0.03	-0.03	0.01	0.02	-0.01	-0.05	0.12	
10	-0.02	0.02	-0.02	0.05	-0.06	0.00	-0.01	0.01	-0.04	0.08

6. Faktorenmuster der Zentroidlösung

k \ Faktor	1	2	3	4	5	6	h_i^2
1	0.54	-0.50	0.34	-0.35	-0.33	-0.18	0.92
2	0.69	-0.53	0.25	-0.14	0.08	0.18	0.88
3	0.77	-0.47	0.10	0.18	0.26	0.18	0.95
4	0.82	-0.34	-0.27	0.22	0.13	-0.14	0.95
5	0.84	-0.14	-0.44	0.19	-0.15	0.01	0.98
6	0.84	0.14	-0.44	-0.19	-0.15	-0.01	0.98
7	0.82	0.34	-0.27	-0.22	0.13	0.14	0.95
8	0.77	0.47	0.10	-0.18	0.26	-0.18	0.95
9	0.69	0.53	0.25	0.14	0.08	-0.18	0.88
10	0.54	0.50	0.34	0.35	-0.33	0.18	0.92
Summe der Quadrate	5.48	1.77	0.91	0.52	0.45	0.23	9.36
kumuliert	5.48	7.25	8.16	8.68	9.13	9.36	
Prozent der $\sum h_i^2$	58.5 %	18.9 %	9.7 %	5.6 %	4.8 %	2.5 %	100 %
kumuliert	58.5 %	77.4 %	87.1 %	92.7 %	97.5 %	100 %	

ANHANG 4

UNTERSUCHUNGSGEBIET 'WESTERWALD' / RHEINLAND-PFALZ

Landkreise Altenkirchen, Neuwied, Oberwesterwaldkreis, Unterwesterwaldkreis

LAUFENDE NUMMERN DER GEMEINDEN (1 bis 483)

Die zugehörigen Gemeindennamen sind ANHANG 9 zu entnehmen. Das Verzeichnis der Faktorenwerte nach Gemeinden in ANHANG 16 enthält zusätzlich die amtlichen Gemeindekennziffern (sechsstellig).



Gebietsstand: 6. 6. 1961 (Stichtag für die Volkszählung und Arbeitsstättenzählung)

ANHANG 5

VARIABLEN FÜR DIE FAKTORENANALYSEN AB100L UND REL99A 1)

Var.Nr. AB100L	Var.Nr. REL99A	Variablen nach Strukturbereichen 2)	Datennachweis 3)
		ZENTRALÖRTLICHE VERSORGUNGSSTRUKTUR (28 Variablen)	
1	1	Versorgungseinrichtungen am 6.6.1961: insgesamt	Auswertung eines Lochkartensatzes der Arbeitsstättenzählung (AZ) 1961 vgl. ANHANG 6 : "Bildung der Variablen 1-28 zur zentralörtlichen Versorgungsstruktur der Gemeinden für Faktorenanalysen AB100L und REL99A"
2	2	" dar.: Einzelhandel (U-Abt. 43)	
3	3	" " : Dienstleistungen (Abt. 5-7)	
4	4	" " : Bedarfsgruppe: A Ernährung	
5	5	" " : " B Körper- und Gesundheitspflege	
6	6	" " : " C/I Bekleidung; "persönlicher" Bedarf	
7	7	" " : " D/E Haushaltsführung; Wohnungseinrichtg. u.-ausstattg.	
8	8	" " : " F/G Bildung, Ausbildg., Unterhaltg.; Reise, Freizeit	
9	9	" " : " H Verkehrszwecke, Nachrichtenübermittlung	
10	10	" " : " L Bewirtung, Beherbergung	
11	11	" " : " C-K, sofern Einzelhandel: Nichtlebensmittel-Eh.	
12	12	" " : in Handwerksrolle eingetragen	
13	13	" " : einzige Niederlassg. mit 1 oder mehr. Inhabern	
14	14	Beschäftigte in den Versorgungseinrichtungen am 6.6.1961: insgesamt	
15	15	" dar.: Einzelhandel (U-Abt. 43)	
16	16	" " : Dienstleistungen (Abt. 5-7)	
17	17	" " : Bedarfsgruppe: A Ernährung	
18	18	" " : " B Körper- und Gesundheitspflege	
19	19	" " : " C/I Bekleidung; "persönlicher" Bedarf	
20	20	" " : " D/E Haushaltsführung; Wohnungseinrichtg. u.-ausstattg.	
21	21	" " : " F/G Bildung, Ausbildg., Unterhaltg.; Reise, Freizeit	
22	22	" " : " H Verkehrszwecke, Nachrichtenübermittlung	
23	23	" " : " L Bewirtung, Beherbergung	
24	24	" " : " C-K, sofern Einzelhandel: Nichtlebensmittel-Eh.	
25	25	" " : weibliche Beschäftigte	
26	26	" " : tätige Inhaber und mithelfende Familienangehörige	
27	27	" " : Angestellte	
28	28	" " : Teilbeschäftigte	
		BEVÖLKERUNGSSTRUKTUR (11 bzw. 10 Variablen)	Stat.v.Rhld.-Pf.
29		Wohnbevölkerung am 6.6.1961: insgesamt	Bd.109,I Sp. 4
30	29	" dav.: männlich	" 5
31	30	" " : weiblich	" 6
32	31	" dar.: Vertriebene und Deutsche aus der SBZ	" 10
33	32	" " : evangelisch	" 15
34	33	" " : römisch-katholisch	" 17
35	34	" dav.: unter 15 Jahre alt	" 19+20
36	35	" " : 15 bis unter 21 Jahre alt	" 21a+b
37	36	" " : 21 bis unter 45 Jahre alt	" 22
38	37	" " : 45 bis unter 65 Jahre alt	" 23
39	38	" " : 65 und mehr Jahre alt	" 24
		HAUSHALTSSTRUKTUR UND WOHNVERHÄLTNISSE (15 Variablen)	Stat.v.Rhld.-Pf.
40	39	Privathaushalte am 6.6.1961: insgesamt	Bd.109,I Sp.12
41	40	" dar.: Einpersonenhaushalte	" 13
42	41	Personen in Privathaushalten am 6.6.1961	" 4-14
43	42	Wohngebäude am 6.6.1961	Bd.110,II 1
44	43	Wohnungen in Wohn- und Nichtwohngebäuden	" 10
45	44	Wohnungen in Wohngebäuden am 6.6.1961: insgesamt	" 12
46	45	" nach Gebäudearten: dav.: Ein- und Zweifamilienhäuser	" 13
47	46	" " : " : Mehrfamilienhäuser	" 14
48	47	" " : " : Bauernhsh., Kleinsiedler-u.Nebenerwerbsst.	" 15
49	48	" nach Baualter : dav.: vor 1919 erbaut	" 16
50	49	" " : " : 1919 bis 1948 erbaut	" 17
51	50	" " : " : 1949 oder später erbaut	" 18
52	51	" nach Gebäudetypen: dav.: A/B C (Qualität mangelhaft)	" 20
53	52	" " : " : D E/F G (Qualität mangelhaft bis normal)	" 21
54	53	" " : " : H (Qualität normal)	" 22
		ERWERBS- UND SOZIALSTRUKTUR DER WOHNBEVÖLKERUNG (19 Variablen)	Stat.v.Rhld.-Pf.
55	54	Erwerbspersonen am 6.6.1961: insgesamt	Bd.109,I Sp.35
56	55	" dar.: weiblich	" 37
57	56	Wohnbev.n.überw.Lebensunterh.d.Ernährers: Erw.tät. alle Wirtsch.ber.	" 30
58	57	" dav.: Erwerbstätigkeit in der Land- und Forstwirtschaft	" (31)
59	58	" " : Erwerbstätigkeit im Produzierenden Gewerbe	" (32)
60	59	" " : Erwerbstätigkeit in den übrigen Bereichen	" (33)
61	60	" dar.: Rente, eigenes Vermögen usw.	" 34
62	61	Erwerbspersonen am 6.6.61 n. Wirtsch.ber.: Land- u. Forstwirtschaft.: insg.	" 38
63	62	" " : " : " : weiblich	" 40
64	63	" " : Produzierendes Gewerbe (einschl. Baugewerbe): insgesamt	" 41
65	64	" " : " : " : weiblich	" 43
66	65	" " : übrige Bereiche: insgesamt	" 44+47
67	66	" " : " : weiblich	" 45+48
68	67	Erwerbspersonen nach Stellung im Beruf: Selbst.u.mithelf.Fam.angeh.	" 49+50
69	68	" : Beamte und Angestellte	" 51
70	69	" : Arbeiter	" 52
71	70	" : Abhängige (Beamte u. Angest., Arbeiter, Lehrlinge)	" 51+52+53
72	71	Berufspendler am 6.6.1961: Auspendler	" 55
73	72	" : Einpendler	" 57

noch: Anhang 5

Var.Nr. AB100L	Var.Nr. REL99A	V a r i a b l e n n a c h S t r u k t u r b e r e i c h e n ²⁾	Datennachweis ³⁾
		WIRTSCHAFTSSTRUKTUR DER GEMEINDE (18 Variablen)	Auswertg. Loch- karten AZ 61 ⁴⁾
74	73	Nichtlandwirtschaftliche Arbeitsstätten am 6.6.1961: insgesamt	Merkmal -
75	74	" dar.: in Handwerksrolle eingetragen	" 7
76	75	Nichtlandw. Arbeitsstätten n. Wirtsch.ber.: Prod.Gewerbe (Abt.1-3)	" -
77	76	" : übrige Bereiche (Abt.4-9)	" -
78	77	Beschäftigte in nichtlandw. Arbeitsstätten 6.6.61: insgesamt	" 15
79	78	" dar.: weiblich	" 17
80	79	" nach der Stellung im Beruf: Selbst. u. mithelf. Fam.angeh.	" 20+21+22+23
81	80	" " : Beamte und Angestellte	" 24+25+26+27
82	81	" " : Arbeiter	" 28+29
83	82	" " : Teilbeschäftigte	" 18
84	83	" nach Wirtschaftsbereichen : Produzierendes Gewerbe (Abt.1-3)	" 15
85	84	" " : übrige Bereiche (Abt.4-9)	" 15
86	85	Landwirtschaftliche Betriebe am 31.5.1960: insgesamt	Stat.v. Sp. 6
87	86	" dav. hatten eine landwirtsch. Nutzfläche von: 0,01 bis 5 ha	Rhld.-Pf. 7+8
88	87	" " : 5 bis 10 ha	Bd.111,IV 9+10
89	88	" " : 10 ha und mehr	" 11+12
90	89	Struktur der landwirtsch. Betriebe 31.5.1960: Ständige Arbeitskräfte	" 33
91	90	" : Teilbeschäftigte familieneigene Arbeitskräfte	" 38
		SIEDLUNGSSTRUKTUR, GEMEINDEFINANZEN (9 Variablen)	Stat.v.Rhld.-Pf.
92	91	Gemeindefläche am 6.6.1961 (in ha): insgesamt	Bd.109,I Sp. 1
93	92	" dar.: ohne Wald	" 1-2
94	93	Gemeindestraßen am 1.1.1961 (in 100 m): insgesamt	Bd.110,III (16)
95	94	" dar.: Innerortsstraßen	" (17)
96	95	Index der Siedlungsstruktur	eig. Berechnung 5)
97	96	Gemeindesteuereinnahmen im Jahre 1961 (in DM): insgesamt	Bd.111,V Sp. 1
98	97	" dar.: Gewerbesteuererinnahmen	" 5
99	98	Realsteueraufbringung 1961 (in DM): insgesamt ⁶⁾	" (9)
100	99	" dar.: aus Gewerbesteuer ⁷⁾	" (10)

- 1) Faktorenanalyse AB100L: Analyse von 100 Strukturvariablen, absolut, alle logarithmisch transformiert; Faktorenanalyse REL99A: Analyse von 99 Strukturvariablen, relativ in bezug auf die Wohnbevölkerung, d.h. die Variablen für AB100L 1-28 und 30-100 werden untransformiert durch Variable 29 dividiert und verbleiben für REL99A in Ausgangsform.
- 2) Die Bezeichnungen der Variablen gelten für AB100L; für REL99A ist den Bezeichnungen "... je Einwohner" (bzw. je 100 oder je 1000 Einw.) hinzuzufügen.
- 3) Hauptsächliche Quelle für die Daten ist die "Statistik von Rheinland-Pfalz: Gemeindestatistik von Rheinland-Pfalz 1960/61", hrsg. vom Statistischen Landesamt Rheinland-Pfalz, Bad Ems 1963, und zwar Band 109, Teil I "Bevölkerung und Erwerbstätigkeit", Band 110, Teil II "Gebäude und Wohnungen" und Teil III "Arbeitsstätten (ohne Landwirtschaft)", Band 111, Teil IV "Betriebsstruktur der Landwirtschaft" und Teil V "Gemeindefinanzen". Es wird verwiesen auf die jeweilige Spalte des Bandes; sofern einfache Umrechnungen notwendig waren, steht die betreffende Spaltennummer in Klammern.
- 4) Wie für Variablen 1-28; vgl. hierzu "Systematik der Wirtschaftszweige für die Arbeitsstättenzählung 1961" des Statistischen Bundesamtes Wiesbaden (o.J.) sowie "Merkmale der nichtlandwirtschaftlichen Arbeitsstätten ...", vgl. ANHANG 7; die Nummern der Merkmale beziehen sich auf diese Liste. In der Anzahl der nichtlandwirtschaftlichen Arbeitsstätten sind auch die Heimarbeiter-Arbeitsstätten enthalten.
- 5) Der Index der Siedlungsstruktur mißt den Grad der Geschlossenheit bzw. Zersplitterung der Siedlungsfläche einer Gemeinde anhand der Verteilung der Wohnbevölkerung auf die Wohnplätze (Quelle: Statistik von Rheinland-Pfalz, Band 112 "Die Wohnplätze in Rheinland-Pfalz am 31. Dezember 1963", Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Bad Ems 1964; Angabe der Wohnbevölkerung vom 6.6.1961, der Gebietsstand wurde auf diesen Zeitpunkt korrigiert). - Index $I_g = (\sum_i x_i^2)^{1/2}$, wobei $x_i = 100w_i/W$ (w_i = Wohnbevölk. des i-ten Wohnplatzes einer Gemeinde; W = Wohnbevölk. der Gemeinde; $i=1,2,\dots$ Wohnplätze). $I_g=100$, wenn die Wohnbevölkerung einer Gemeinde in einem Wohnplatz konzentriert ist. Je stärker die Dispersion über verschiedene Wohnplätze ist, desto kleiner wird I_g (kleinster Wert $I_g=28$ für Gem. 138202 Elsass). - Diese Variable ist für beide Faktorenanalysen gleich.
- 6) Die mit Hilfe der gewogenen Bundesdurchschnittsbesätze bereinigten Realsteuern (Grundsteuer A und B sowie Gewerbesteuer). Dividiert man diesen Betrag durch die Einwohnerzahl, ergibt sich die Realsteueraufbringungskraft (Variable für REL99A).
- 7) Wie in Fußnote 6, jedoch nur für Gewerbesteuern nach Ertrag und Kapital.

ANHANG 6

VARIABLEN FÜR FAKTORENANALYSEN AB100L UND REL99A -

BILDUNG DER VARIABLEN 1 BIS 28 ZUR ZENTRALÖRTLICHEN VERSORGUNGS-
STRUKTUR DER GEMEINDEN 1)

Variablen zur Struktur der zentralörtlichen Versorgung			Arbeitsstätten (örtliche Einheiten) nach dem wirtschaftlichen Schwerpunkt (AZ-Signierschlüssel) sowie weitere Merkmale der Arbeitsstätten (Merk.-Nr. in eckigen Klammern) 2)		
Anzahl der Versorgungseinrichtungen	Beschäftigte der Versorgungseinrichtungen	(Spezifizierung)	Abteilung bzw. Unterabteilung nach der Systematik der Wirtschaftszweige: 2-3 43 5-7		
<u>in den Bedarfsgruppen...</u>					
Var. 4	Var. 17	A Ernährung	25501-02 26131-02	30320 30411-40	
Var. 5	Var. 18	B Körper- und Gesundheitspflege		30911-30	33711-20 34111-14
Var. 6	Var. 19	C Bekleidung I "Persönlicher" Bedarf	23720 23941-42 24720 24919 24914	30310 30510-41 30543-60 30590 30730-40 31212	33610 34741
Var. 7	Var. 20	D Haushaltsführung E Wohnungseinrichtung und -ausstattung	23550 24111 24113	30542 30570 30611-14 30620 30631-33 30640 30711 30713 31010 31130	33620
Var. 8	Var. 21	F Bildung und Ausbildung,	23911-12	30580	33811-23
Var. 9	Var. 22	H Verkehrszwecke, Nachrichtenübermittlung	23270	31020 31111-13	31310-470 31900 32030 33824 34742
Var. 10	Var. 23	L Bewirtung, Beherbergung			33510-43
--	--	K Handwerks- u. gwerbl. Bedarf, Haus u. Wohnung	22910-30 27310-20	31120 31140 31211 31230-60	
--	--	M Geldanlage und Kreditversorgung			32100-920
Var. 11	Var. 24	C-K, sofern Einzelhandel: Nichtlebensmittel-Eh.	alle oben gen. Arbeitsstätten der U.-Abt. 43, sofern den Bedarfsgruppen C-K zugeordnet		
Var. 1	Var. 14	in allen Bedarfsgruppen	alle oben gen. Arbeitsstätten		
Var. 2	Var. 15	dar.: Einzelhandel	alle oben gen. Arbeitsstätten...		
Var. 3	Var. 16	dar.: Dienstleistungen	... der U.-Abt. 43		
Var. 12	--	dar.: Handwerk	... der Abt. 5-7		
Var. 13	--	dar.: einzige Niederlassung mit 1 od. mehr Inhabern	... sofern der Inhaber des Unternehmens in die Handwerkerrolle eingetragen ist [7]		
--	Var. 25	Beschäftigte in allen Bedarfsgruppen... dar.: weibliche Beschäftigte	... deren Niederlassungsform = einzige Niederlassung [12] und deren Rechtsform = ein Inhaber oder mehrere Inhaber [13] ist		
--	Var. 26	dar.: tätige Inhaber und mithelfende Familienangehörige	alle oben gen. Arbeitsstätten ... Beschäft.- Merkmal "weiblich" [17]		
--	Var. 27	dar.: Angestellte	... Beschäft.- Merkmal "tät. Inh." [20, 21] u. "mithelf. Familienangehör." [22, 23]		
--	Var. 28	dar.: Teilbeschäftigte	... Beschäft.- Merkmal "Angestellte" [26, 27] ... Beschäft.- Merkmal "Teilbeschäftigte insg." [18]		

1) Auswertung eines Lochkartensatzes der Arbeitsstättenzählung (AZ) 1961 mit sämtlichen nichtlandwirtschaftlichen Arbeitsstätten in den 483 Gemeinden des Untersuchungsgebiets (Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Bad Ems).

2) Vgl. hierzu "Systematik der Wirtschaftszweige für die Arbeitsstättenzählung 1961" des Statistischen Bundesamtes Wiesbaden (o.J.) sowie "Merkmale der nichtlandwirtschaftlichen Arbeitsstätten", ANHANG 7

ANHANG 7

MERKMALE DER NICHTLANDWIRTSCHAFTLICHEN ARBEITS-
STÄTTEN ZUR AUSWERTUNG DER ARBEITSSTÄTTENZÄHLUNG
VOM 6. 6. 1961 DURCH DAS STATISTISCHE LANDESAMT
RHEINLAND-PFALZ

M e r k m a l

Nr.	Bezeichnung	
1	Regierungsbezirk	
2	Kreis	
3	Gemeinde	
4	lfd. Nr. der Arbeitsstätte Wirtschaftlicher Schwerpunkt (AZ-Signierschlüssel)	
5	Arbeitsstätte (örtliche Einheit)	
6	Unternehmen	
7	Handwerksrolle	
8	Heimarbeiter	
9	Zwischenmeister Beschäftigten-Größenklasse	
10	Arbeitsstätte (örtliche Einheit)	
11	Unternehmen	
12	Niederlassungsform	
13	Rechtsform	
14	Vertriebeneneigenschaft	
15	Beschäftigte insg.	
16	männliche Beschäftigte	
17	weibliche Beschäftigte	
18	Teilbeschäftigte insg.	
19	weibliche Teilbeschäftigte	
	Beschäftigte nach der Stellung im Betrieb (einschl. Teilbeschäftigte)	
20	tätige Inhaber	männlich
21		weiblich
22	mithelfende Familienangehörige	männlich
23		weiblich
24	Beamte	männlich
25		weiblich
26	Angestellte	männlich
27		weiblich
28	Arbeiter (einschl. Gesellen)	männlich
29		weiblich
30	Lehrlinge, Anlernlinge, Praktikanten, Volontäre	männlich
31		weiblich

ANHANG 8

VARIABLEN FÜR FAKTORENANALYSEN AL T79A UND VER79L -
 79 ZENTRALE FUNKTIONEN NACH 12 BEDARFSKATEGORIEN, GEBILDET AUS
 VERSORGUNGSEINRICHTUNGEN NACH DER ARBEITSSTÄTTENZÄHLUNG (AZ) 1961 ¹⁾

Faktorenanalyse AL T79A: Analyse von 79 zentralen Funktionen in den Gemeinden als
 Alternativdaten (1 = vorhanden, 0 = nicht vorhanden)

Faktorenanalyse VER79L (Vergleichsanalyse zu AL T79A): Analyse von 79 zentralen
 Funktionen nach der jeweiligen Anzahl von Versorgungseinrichtungen (Arbeitsstätten)
 in den Gemeinden; Variablen logarithmisch transformiert

ZENTRALE FUNKTIONEN		VERSORGUNGSEINRICHTUNGEN (Arbeitsstätten)		
Nr.	Bezeichnung	Nr. der Grundsystematik	Bezeichnung der Klassen bzw. Untergruppen bzw. Gruppen	AZ-Signierziffer
A ERNÄHRUNG				
1	Bäckerei	28 4	Herstellung von Backwaren (Brot und sonst. Backwaren; Konditorwaren)	255 01 255 02
2	Fleischerei	29 17	Fleischerei	261 31 261 32
3	Eh. Gemischtwaren	43 04	Eh. mit Waren verschied. Art, Hauptrichtung Nahrungs- und Genußmittel	303 20
4	Eh. Lebensmittel	43 10 0	Eh. mit Nahrungs- und Genußmitteln versch. Art (ohne Eh. mit Reformwaren) (ohne ausgeprägten Schwerpunkt)	304 11
5	Fach-Eh. Lebensmittel	43 14	Fach-Eh. mit Nahrungs- und Genußmitteln (ohne Eh. mit Getränken und Tabakwaren)	304 21 304 22 304 23 304 24 304 25 304 26 304 27 304 31
6	Eh. Bier, alkoholfre. Getränke	43 16 0	Eh. mit Wein und Spirituosen	304 32
7	Eh. Tabakwaren	43 16 5 43 19	Eh. mit Bier und alkoholfreien Getränken Eh. mit Tabakwaren	304 32 304 40
B KÖRPER- UND GESUNDHEITSPFLEGE				
8	Eh. Reformwaren	43 10 5	Eh. mit Reformwaren	304 12
9	Apotheken	43 60 0	Apotheken	309 11
10	Drogerien	43 60 4/7	Sonstiger Eh. mit pharmazeutischen Erzeugnissen und Chemikalien (einschl. Drogerien)	309 12
11	Eh. Körperpflege- und Reinigungsmittel	43 67	Eh. mit Feinseifen, Körperpflege-, Wasch-, Putz- und Reinigungsmitteln	309 30
12	Friseur- und sonstige Körperpflegegewerbe	70 2	Friseur- und sonstige Körperpflegegewerbe	337 11 337 12 337 13 337 20
13	Arzt	71 00 0	Arztpraxis (ohne Zahn- und Tierarztpraxis)	341 11
14	Zahnarzt	71 00 3	Zahnarztpraxis	341 12
15	Sonstiges freiberufliches Gesundheitswesen	71 00 6 71 00 9	Heilkundigenpraxis Sonstiges freiberufliches Gesundheitswesen	341 13 341 14
C BEKLEIDUNG				
16	Schuhmacherei	27 25	Herstellung von Maßschuhen und Reparatur von Schuhen	247 20
17	Maßschneiderei	27 60 2 27 60 6	Herrenmaßschneiderei Damenmaßschneiderei	249 12 249 14
18	Eh. Textilwaren	43 20	Eh. mit Textilwaren verschiedener Art (ohne ausgeprägten Schwerpunkt)	305 10
19	Eh. Oberbekleidung	43 22	Eh. mit Oberbekleidung (ohne Eh. mit Wirk- und Strickwaren)	305 30
20	Eh. Wäsche, Wirk-, Textilkurzwaren	43 23	Eh. mit Wäsche, Wirk-, Strick- und Textilkurzwaren sowie mit Schneidereibedarf	305 41 305 43 305 44 305 45
21	Eh. Bekleidungszubehör	43 24	Eh. mit Hüten, Mützen, Schirmen, Oberhemden, Blusen und Bekleidungszubehör	305 51 305 52

ZENTRALE FUNKTIONEN		VERSORGUNGSEINRICHTUNGEN (Arbeitsstätten)		
Nr.	Bezeichnung	Nr.der Grundsystematik	Bezeichnung der Klassen bzw. Untergruppen bzw. Gruppen	AZ-Signierkennziffer
22	Eh. Schuhe	43 28	Eh. mit Schuhen und Schuhwaren	305 90
23	Eh. Leder- und Täschnerwaren	43 48	Eh. mit Leder- und Täschnerwaren (ohne Eh. mit Schuhen)	307 40
24	Wäscherei, Reinigung, Färberei	70 10/2	Wäscherei, Chemische Reinigung und Bekleidungs-färberei	336 10
D HAUSHALTSFÜHRUNG				
25	Eh. Hausrat, Herde und Öfen, Schneidwaren	43 30 2	Eh. mit Hausrat aus Eisen, Metall und Kunststoffen (ohne Eh. mit Öfen, Herden, Elektrogeräten und Schneidwaren)	306 12
		43 30 4	Eh. mit Öfen, Herden, Kühlschränken und Waschmaschinen	306 13
		43 30 6	Eh. mit Schneidwaren, Bestecken und ähnlichen Stahlwaren	306 14
26	Eh. Feinkeramik, Glaswaren	43 33	Eh. mit feinkeramischen Erzeugnissen und Glaswaren für den Haushalt	306 20
27	Eh. Elektrowaren	43 40 0	Eh. mit elektrotechnischen Erzeugnissen (a.n.g.)	307 11
28	Eh. Brennstoffe	43 70	Eh. mit Brennstoffen	310 10
29	Heißmanglei, Bügelei	70 14	Heißmanglei und Bügelei	336 20
30	Schornsteinfeger	70 18	Schornsteinfegergewerbe	336 40
E WOHNUNGSEINRICHTUNG UND -AUSSTATTUNG				
31	Bau- und Möbelschreinerei, Tischlerei	26 10 0	Bau- und Möbeltischlerei (ohne ausgeprägten Schwerpunkt)	241 11
		26 10 6/9	Herstellung und Reparatur von Möbeln und sonstigen Tischlereierzeugnissen	241 13
32	Polsterei, Dekorateur	27 9	Polsterei und Dekorateurgewerbe	250 00
33	Eh. Heimtextilien und Bettwaren	43 26	Eh. mit Heimtextilien und Bettwaren	305 70
34	Eh. Möbel, Einrichtungsgegenstände, Holzwaren	43 36 0	Eh. mit Möbeln und sonstigen Einrichtungsgegenständen (ohne Eh. mit gebrauchten Möbeln und Antiquitäten)	306 31
		43 39	Eh. mit sonstigen Holzwaren, Korb-, Kork- und Flechtwaren sowie mit Kinderwagen	306 40
zu C - E				
35	Warenhaus	43 00	Eh. mit Waren verschiedener Art, Haupt- richtung Bekleidung, Textilien, Hausrat und Wohnbedarf	303 10
F BILDUNG UND AUSBILDUNG, UNTERHALTUNG UND INFORMATION				
36	Eh. Rundfunk- und Fernsehgeräte, Schallplatten	43 40 4	Eh. mit Rundfunk-, Fernseh- und Phono- geräten sowie mit Schallplatten	307 12
37	Eh. Schreib- und Papierwaren, Büroartikel	43 50	Eh. mit Schreib- und Papierwaren, Schul- und Büroartikeln sowie mit Sammlerbrief- marken	308 10
38	Eh. Bücher, Zeitschriften, Zeitungen	43 54	Eh. mit Büchern, Zeitschriften und Zei- tungen	308 21 308 22
39	Privatunterricht	70 62	Unterrichtsanstalten und selbständige Lehrer (jedoch ohne Kraftfahrerschulen)	338 21 338 22 338 23
		70 64	Sonstige Bildungsstätten	338 30
40	Kino	70 71	Filmtheater	339 20
41	Leihbücherei, Lesezirkel	70 85	Leihbüchereien und Lesezirkel	340 40
G REISE, FREIZEIT, SPORT, SPIEL				
42	Eh. Fotoapparate sowie Foto- bedarf	43 43 0	Eh. mit Foto- und Kinoapparaten sowie -bedarf	307 21
43	Eh. Galanterie- und Spielwaren	43 49 0/4	Eh. mit Galanterie- und Spielwaren	307 51
44	Eh. lebende Tiere, zoologischer Bedarf	43 91	Eh. mit lebenden Tieren sowie mit zoologi- schem Bedarf	312 20
45	Reisebüro	50 96	Reiseveranstaltung und Reisevermittlung (Reisebüros)	320 30
46	Wett- und Lotteriewesen	71 82	Wett- und Lotteriewesen, Spielbanken	347 21 347 22 347 23
47	Fotograf	71 87	Fotografisches Gewerbe	347 70

ZENTRALE FUNKTIONEN		VERSORGUNGSEINRICHTUNGEN (Arbeitsstätten)		
Nr.	Bezeichnung	Nr.der Grundsystematik	Bezeichnung der Klassen bzw. Untergruppen bzw. Gruppen	AZ-Signierkennziffer
H VERKEHRSZWECKE, NACHRICHTEN-ÜBERMITTLUNG				
48	Rep. Kraftfahrzeuge, Fahrräder	24 48	Reparatur von Kraftfahrzeugen und Fahrrädern	232 70
49	Tankstelle	42 24 9	Vermittlung von Mineralölzeugnissen (Tankstellen-Absatz in fremdem Namen)	295 34
		43 75	Eh. mit Mineralölzeugnissen (Tankstellen-Absatz in eigenem Namen)	310 20
50	Eh. Kraftfahrzeuge und -zubehör	43 80 0	Eh. mit Kraftwagen und Kraftträdern	311 11
		43 80 4	Eh. mit Kraftfahrzeugteilen, -zubehör und -reifen	311 12
51	Eh. Fahrräder, Mopeds und -zubehör	43 80 7	Eh. mit Fahrrädern, deren Teilen und Zubehör sowie mit Mopeds	311 13
52	Eisenbahnen	50 0	Eisenbahnen	313 10 313 20
53	Straßenverkehr	50 1	Straßenverkehr (jedoch ohne Güterbeförderung mit Kraftfahrzeugen (ohne Möbeltransport))	314 10 314 21 314 22 314 30 314 40 314 60 314 70
54	Post	50 7	Deutsche Bundespost	319 00
55	Kraftfahrerschule	70 62 9	Kraftfahrerschulen	338 24
56	PKW-Vermietung	71 84 1	Vermietung von Personenkraftwagen an Selbstfahrer	347 42
I "PERSÖNLICHER" BEDARF				
57	Uhrmacherei	25 45	Reparatur von Uhren	237 20
58	Eh. Uhren, Edelmetall- und Schmuckwaren	43 46	Eh. mit Uhren, Edelmetall- und Schmuckwaren	307 30
59	Eh. Blumen und Pflanzen	43 90 5	Eh. mit Blumen und Pflanzen	312 12
K HANDWERKS- UND GEWERBLICHER BEDARF, HAUS UND WOHNUNG				
60	Schlosserei, Schmiede	23 9	Schlosserei, Schweißerei, Schleiferei und Schmiederei (a.n.g.)	229 10 229 20 229 30
		24 45	Herstellung und Reparatur von Gespannfahrzeugen	232 50
61	Bauinstallation	31 0	Bauinstallation	273 10 273 20
62	Glaser- und Malergewerbe	31 2	Glaser- und Malergewerbe, Tapetenkleberei	274 10 274 20
63	Fußboden- und Plattenlegerei, Ofensetzerei	31 5	Fußboden-, Fliesen- und Plattenlegerei, Ofen- und Herdsetzerei	275 10 275 20
64	Eh. Eisen-, Metall- und Kunststoffwaren	43 30 0	Eh. mit Eisen-, Metall- und Kunststoffwaren verschiedener Art (ohne ausgeprägten Schwerpunkt)	306 11
65	Eh. Büromaschinen und -möbel	43 83	Eh. mit Büromaschinen, Büromöbeln und Organisationsmitteln	311 20
66	Eh. Landmaschinen und landwirtschaftliche Geräte	43 89	Eh. mit Landmaschinen und landwirtschaftlichen Geräten	311 40
67	Eh. Sämereien, Futter- und Düngemittel	43 90 0	Eh. mit Sämereien, Futter- und Düngemitteln	312 11
68	Eh. Lacke, Farben, Tapeten, Fußbodenbeläge	43 93	Eh. mit Lacken, Farben und sonstigem Anstrichbedarf sowie Tapeten, Linoleum u.ä. Fußbodenbelag (ohne Eh. mit Teppichen)	312 30
69	Eh. verschiedener Handwerksbedarf	43 95 43 97 43 99	Eh. mit Leder und Schuhmacherbedarf Eh. mit Installationsbedarf für Gas, Wasser und Heizung Eh. mit technischem Bedarf (a.n.g.)	312 40 312 50 312 60
L BEWIRTUNG, BEHERBERGUNG				
70	Hotel, Gasthof	70 00	Hotels und Gasthöfe	335 10
71	Sonstige Beherbergungsstätten	70 01	Sonstige Beherbergungsstätten (ohne Tages-, Ledigen-, Alters- u.ä. Heime)	335 21 335 22
72	Gast- und Speisewirtschaft	70 04	Gast- und Speisewirtschaften	335 30
73	Sonstige Bewirtungsstätten	70 05	Sonstige Bewirtungsstätten	335 41 335 42 335 43

ZENTRALE FUNKTIONEN		VERSORGUNGSEINRICHTUNGEN (Arbeitsstätten)		
Nr.	Bezeichnung	Nr.der Grundsystematik	Bezeichnung der Klassen bzw. Untergruppen bzw. Gruppen	AZ-Signierkennziffer
	M GELDANLAGE UND KREDITVERSORGUNG, BERATUNG UND VERMITTLUNG			
74	Kreditbank, Sparkasse	60 1 60 2	Kreditbanken Institute des Sparkassenwesens (ohne Post- und Bausparkassen)	322 00 323 00
75	Genossenschaftliches Kreditinstitut	60 3	Genossenschaftliche Kreditinstitute	324 10 324 20 324 30
76	Übrige Kredit- und Finanzierungsinstitute	60 4 60 5 60 7 60 8 60 9	Hypothekenbanken und öffentlich-rechtliche Grundkreditanstalten Kreditinstitute mit Sonderaufgaben Sonstige Kreditinstitute Bausparkassen Effektenbörsen, Vermittlung von Bank- und Effektengeschäften	325 00 326 00 327 00 328 00 329 10 329 20
77	Versicherung	61	Versicherungsgewerbe	330 00 331 00 332 00 333 00 334 01 334 02
78	Rechtsberatung	71 20	Rechtsberatung	343 11 343 12
79	Grundstücks- und Wohnungsvermittlung	71 70	Grundstücks- und Wohnungswesen	346 11 346 12

1) Versorgungseinrichtungen sind Arbeitsstätten nach der "Systematik der Wirtschaftszweige für die Arbeitsstättenzählung 1961" des Statistischen Bundesamtes Wiesbaden, deren Produktion (Handwerk) bzw. Warenangebot (Einzelhandel) bzw. Dienstleistung (Verkehr und Nachrichtenübermittlung, Kreditinstitute und Versicherungsgewerbe sowie Dienstleistungen i.e.S.) überwiegend für private Haushalte bestimmt ist.

Zentrale Funktionen sind bedarfsorientierte Zusammenfassungen von Versorgungseinrichtungen als Untergliederungen der Bedarfskategorien im Rahmen der vorgegebenen Klassifikation nach der Grundsystematik für die Arbeitsstättenzählung.

Nr. der Grundsystematik: z.B. 43 60 0
 1. Stelle - Abteilung Handel
 2. Stelle - Unterabteilung Einzelhandel
 3. Stelle - Gruppe Eh.m.pharm.orth.med.E.
 4. Stelle - Untergruppe Eh. mit pharmaz. Ergn.
 5. Stelle - Klasse Apotheken

AZ-Signierkennziffer:
 Klassen-Numerierung für Zwecke der Aufbereitung der AZ; mit Hilfe dieser Signierkennziffern wurden die Arbeitsstätten des Lochkartensatzes AZ 1961 aus dem Statist. Landesamt Rheinland-Pfalz den zentralen Funktionen nach Gemeinden zugeordnet.

A ... M Bedarfskategorien

ANHANG 10

FAKTORENANALYSE AB100L - SIEBEN SCHIEFWINKLIG ROTIERTE FAKTOREN NACH DEN JEWEILS HOCH LADENDEN VARIABLEN

Alle Faktoren sind nach dem Bargmann-Test auf dem 1 %-Niveau signifikant.

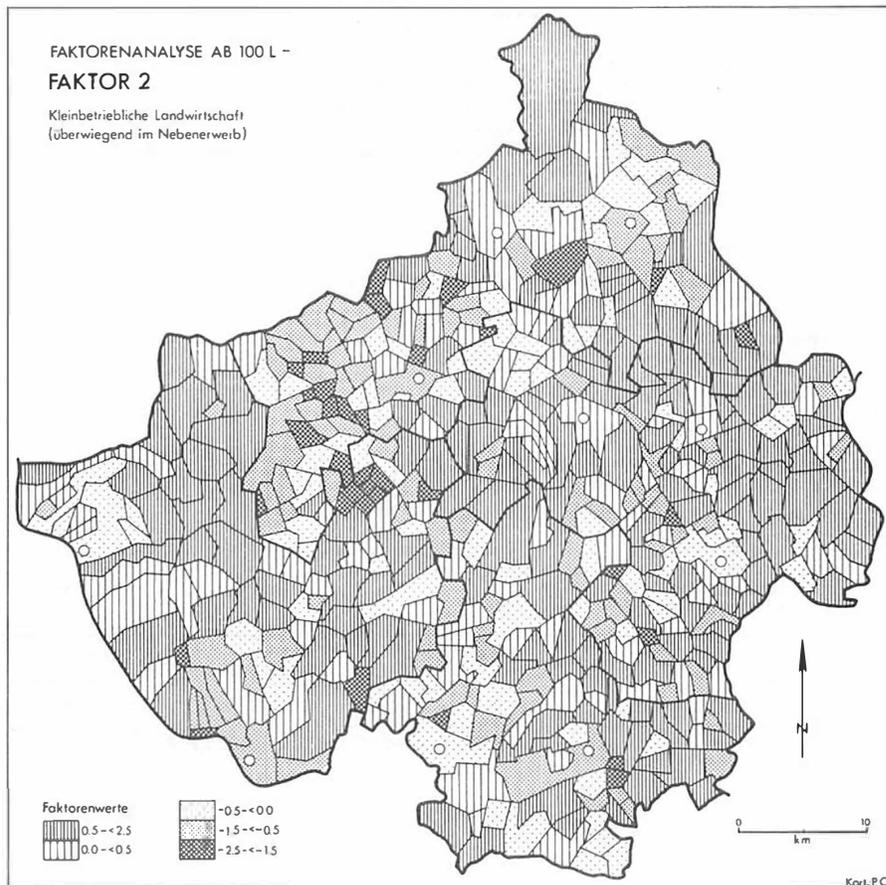
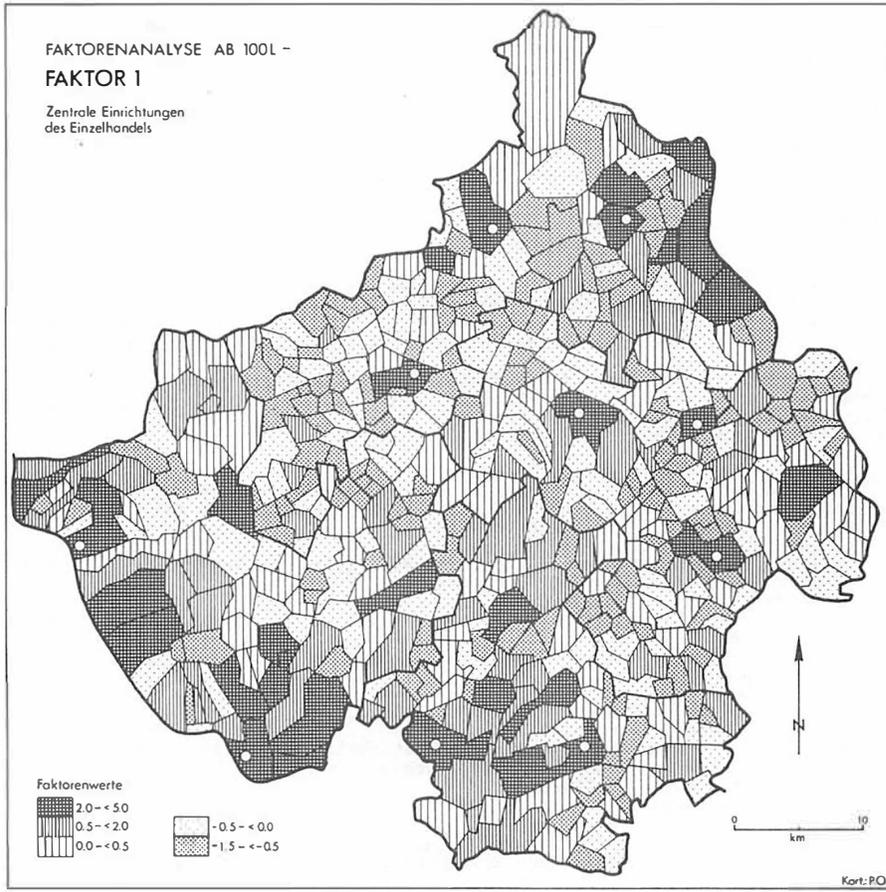
Faktor- ladungen (Primär- faktoren- muster)	FAKTOR		Bezeichnung
	Variablen		
	Nr.	Art ²⁾	
	FAKTOR 1 "ZENTRALE EINRICHTUNGEN DES EINZELHANDELS"		
0.896 +	19	Z	Beschäft. in Versorg.einr., Bedarfsgr. C,I Bekleidung, "persönl." Bedarf
0.834 +	6	Z	Versorg.einrichtgn. der Bedarfsgr. C,I Bekleidung, "persönl." Bedarf
0.832 +	11	Z	Versorg.einr. der Bedarfsgr. C-K, sofern Einzelhandel (Nichtlebensm.-Eh.)
0.832 +	24	Z	Beschäft. in Versorg.einr., Bedarfsgr. C-K, sofern Einzelhandel
0.794 +	20	Z	Beschäft. in Versorg.einr., Bedarfsgr. D,E Haushaltsführg., Wohn.einr.u.-ausstatt.
0.788 +	7	Z	Versorg.einr. der Bedarfsgr. D,E Haushaltsführg.,Wohnungseinr. u. -ausstatt.
0.664 +	12	Z	Versorgungseinrichtungen, in Handwerksrolle eingetragen
0.664 +	18	Z	Beschäft. in Versorg.einr., Bedarfsgr. B Körper- u. Gesundheitspflege
0.647 +	5	Z	Versorg.einrichtgn. der Bedarfsgr. B Körper- u. Gesundheitspflege
0.647 +	75	W	Nichtlandwirtsch. Arbeitsstätten, in Handwerksrolle eingetragen
0.632	96	S	Index der Siedlungsstruktur
0.603 +	21	Z	Beschäft. in Versorg.einr., Bedarfsgr. F,G Bildung, Ausbildung...Reise, Freizeit
0.590 +	8	Z	Versorg.einrichtgn. der Bedarfsgr. F,G Bildung, Ausbildung ... Reise, Freizeit
0.556 +	76	W	Nichtlandwirtsch. Arbeitsstätten, Produzierendes Gewerbe (Abt. 1-3)
0.466	27	Z	Beschäftigte in Versorgungseinrichtungen, Angestellte
0.454 +	2	Z	Versorgungseinrichtungen, Einzelhandel
0.397 +	15	Z	Beschäftigte in Versorgungseinrichtungen, Einzelhandel
0.335	84	W	Beschäftigte in nichtlandwirtsch. Arbeitsstätten, Produzierendes Gewerbe (Abt.1-3)
0.278	4	Z	Versorgungseinrichtgn. der Bedarfsgr. A Ernährung
0.269	73	E	Berufspendler: Einpendler
0.227	17	Z	Beschäftigte in Versorgungseinrichtgn., Bedarfsgr. A Ernährung
0.222	68	E	Erwerbspersonen, Selbständige u. mithelf. Familienangehörige
-0.247	89	W	Landwirtsch. Betriebe mit 10 ha u. mehr landw. Nutzfläche
-0.335	16	Z	Beschäftigte in Versorgungseinrichtgn., Dienstleistungen (Abt.5-7)
-0.344	94	S	Gemeindestraßen
-0.346	52	H	Wohnungen in Gebäuden Typ A/B C (Qualität mangelhaft)
-0.502	10	Z	Versorgungseinrichtgn. der Bedarfsgr. L Bewirtung, Beherbergung
-0.687	23	Z	Beschäftigte in Versorgungseinrichtgn., Bedarfsgr. L Bewirtung, Beherbergung
	FAKTOR 6 "DIENSTLEISTUNGEN (GASTRONOMIE, VERKEHR)"		
1.862 +	23	Z	Beschäft. in Versorg.einr., Bedarfsgr. L Bewirtung, Beherbergung
1.631 +	10	Z	Versorg.einr. der Bedarfsgr. L Bewirtung, Beherbergung
1.548 +	16	Z	Beschäftigte in Versorgungseinrichtgn., Dienstleistungen (Abt. 5-7)
1.332 +	3	Z	Versorgungseinrichtungen, Dienstleistungen (Abt. 5-7)
1.004 +	85	W	Beschäft. in nichtlandwirtsch. Arbeitsstätten, übrige Bereiche (Abt. 4-9)
0.955 +	22	Z	Beschäft. in Versorg.einr., Bedarfsgr. H Verkehrszwecke, Nachrichtenübermittlung
0.952 +	9	Z	Versorg.einr. der Bedarfsgr. H Verkehrszwecke, Nachrichtenübermittlung
0.913 +	25	Z	Weibl. Beschäftigte in Versorgungseinrichtgn.
0.909 +	14	Z	Beschäftigte in den Versorgungseinrichtgn. insg.
0.872 +	26	Z	Beschäft. in Versorg.einr., tätige Inhaber u. mithelf. Familienangehör.
0.842 +	77	W	Nichtlandwirtsch. Arbeitsstätten, übrige Bereiche (Abt. 4-9)
0.838 +	28	Z	Teilbeschäft. in Versorgungseinrichtgn.
0.776 +	80	W	Beschäft. in nichtlandw. Arbeitsstätten, Selbständ. u. mithelf. Familienangehör.
0.713 +	83	W	Teilbeschäft. in nichtlandw. Arbeitsstätten
0.710 +	79	W	Weibl. Beschäft. in nichtlandw. Arbeitsstätten
0.696 +	1	Z	Versorgungseinrichtungen insg.
0.653 +	13	Z	Versorg.einr., einzige Niederlassgn. mit 1 od. mehr Inhabern
0.650 +	78	W	Beschäft. in nichtlandw. Arbeitsstätten insg.
0.649 +	74	W	Nichtlandw. Arbeitsstätten insg.
0.556 +	81	W	Beschäft. in nichtlandw. Arbeitsstätten, Beamte u. Angestellte
0.524 +	27	Z	Beschäft. in Versorg.einrichtgn., Angestellte
-0.503	94	S	Gemeindestraßen, Innerortsstraßen
	FAKTOR 2 "KLEINBETRIEBLICHE LANDWIRTSCHAFT (ÜBERW. NEBENERWERB)"		
1.016 +	86	W	Landwirtsch. Betriebe insg.
1.012 +	90	W	Ständige Arbeitskräfte in landwirtsch. Betrieben
1.002 +	63	E	Weibl. Erwerbspers. in der Land- u. Forstwirtschaft
0.985 +	91	W	Ständige Arbeitskräfte in landw. Betrieben, teilbeschäft. familieneig. AK
0.909 +	87	W	Landw. Betriebe, 0.1-5 ha LN
0.904 +	62	E	Erwerbspers. in Land- u. Forstwirtschaft. insg.
0.677	58	E	Überwieg. Lebensunterh. aus Erwerbstät. in Land- u. Forstwirtschaft.
0.622	88	W	Landw. Betriebe, 5-10 ha LN
0.567	93	S	Gemeindefläche ohne Wald
	FAKTOR 4 "VOLLERWERBSLANDWIRTSCHAFT"		
1.001 +	89	W	Landw. Betriebe, 10 ha u. mehr LN
0.899 +	58	E	Überwieg. Lebensunterh. aus Erwerbstät. in Land- u. Forstwirtschaft.
0.860 +	48	H	Wohnungen in Bauernhsrn., Kleinsiedler- u. Nebenerwerbsstellen
0.847	88	W	Landw. Betriebe, 5-10 ha LN
0.678 +	52	H	Wohnungen in Gebäuden Typ A/B C (Qualität mangelhaft)
0.663 +	93	S	Gemeindefläche ohne Wald
0.644	90	W	Ständige Arbeitskräfte in landwirtsch. Betrieben
0.628	62	E	Erwerbspers. in der Land- u. Forstwirtschaft insg.
0.543 +	92	S	Gemeindefläche insg.
-0.922 +	96	S	Index der Siedlungsstruktur

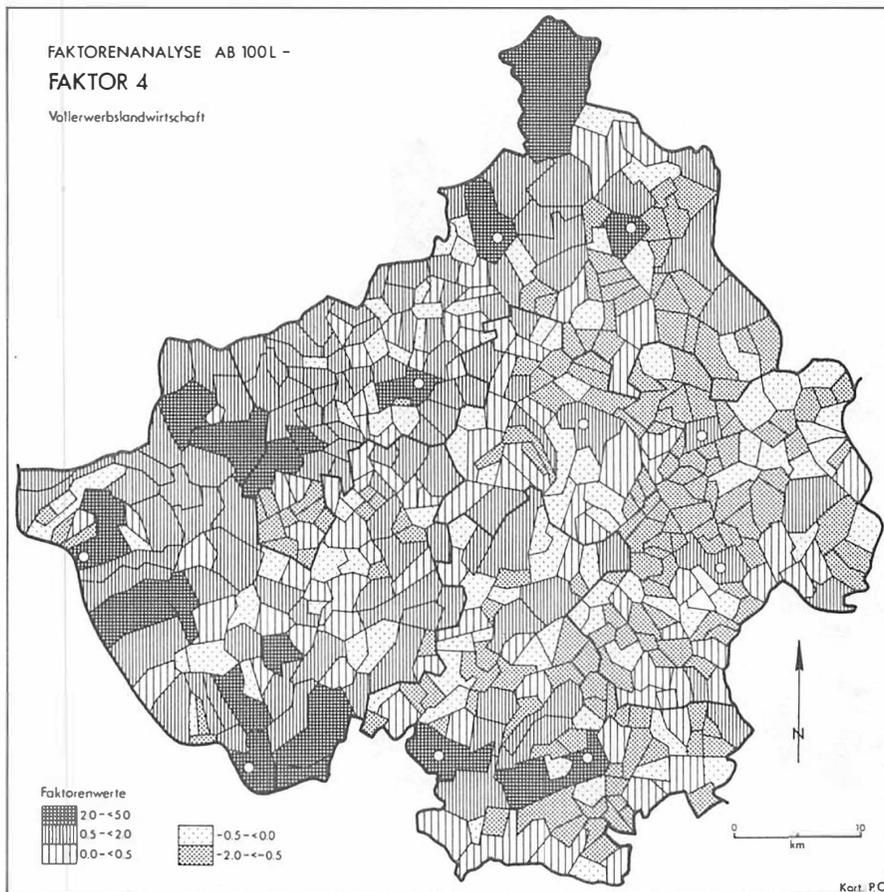
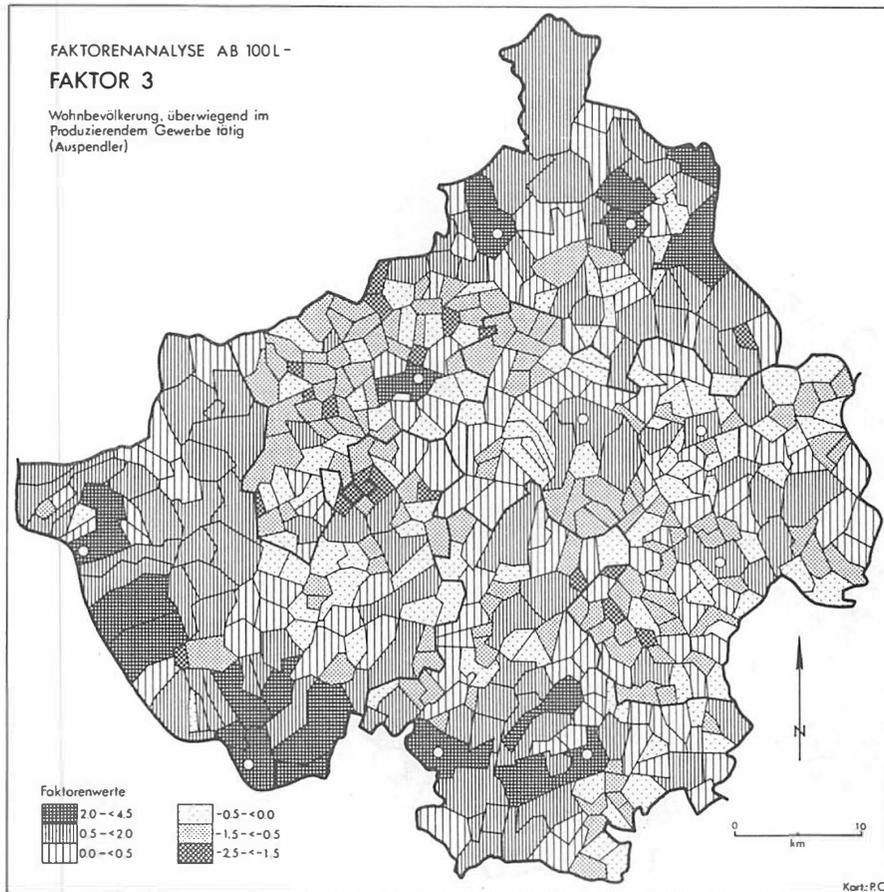
noch: Anhang 10

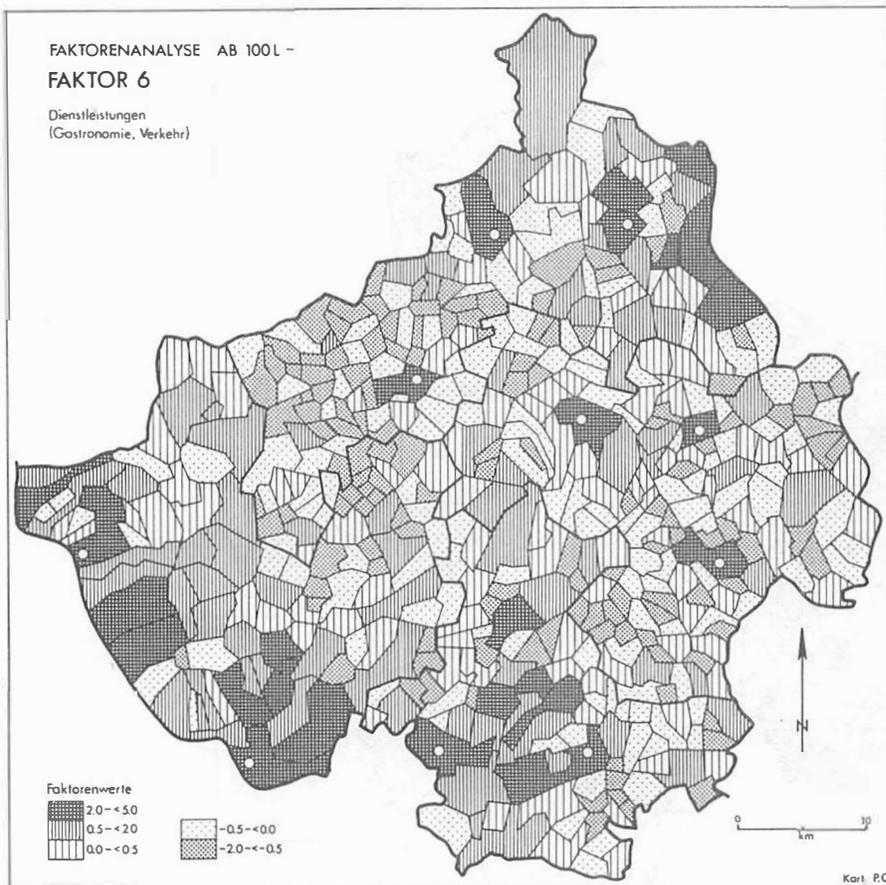
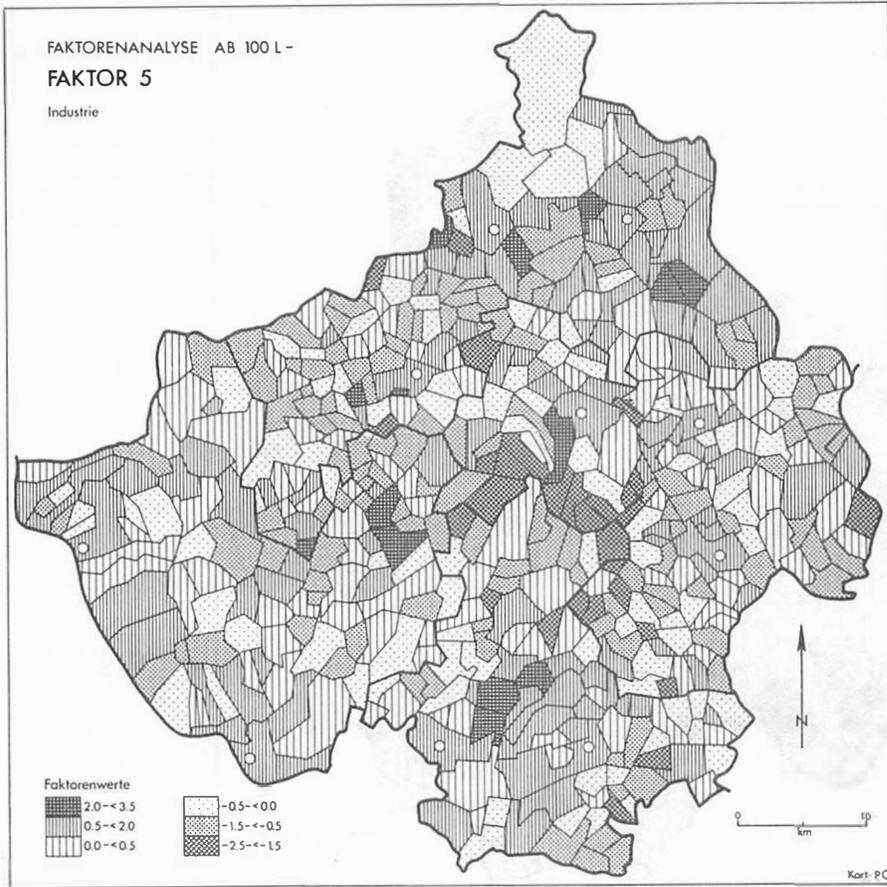
Faktor- ladungen ¹⁾ (Primär- faktoren- muster)	F A K T O R	
	V a r i a b l e n	
	Nr. Art ²⁾	Bezeichnung
	F A K T O R 3 "WOHNBEVÖLKERUNG, ÜBERW. IM PROD. GEWERBE TÄTIG"	
1.353 +	72 E	Berufspendler: Auspendler
1.310 +	94 S	Gemeindestraßen insg.
1.226 +	95 S	Gemeindestraßen, Innerortsstraßen
1.168 +	33 B	Wohnbevölkerung, evangelisch
1.097 +	32 B	Wohnbevölkerung, Vertriebene u. Deutsche aus der SBZ
1.030 +	46 H	Wohnungen in Ein- u. Zweifamilienhäusern
1.027 +	49 H	Wohnungen in Gebäuden, vor 1919 erbaut
1.018 +	71 E	Erwerbspersonen, Abhängige (Beamte u. Angestellte, Arbeiter, Lehrlinge)
1.011 +	70 E	Erwerbspersonen, Arbeiter
0.993 +	61 E	Überwiegender Lebensunterhalt aus Rente, eigenem Vermögen usw.
0.986 +	69 E	Erwerbspersonen, Beamte u. Angestellte
0.985 +	45 H	Wohnungen in Wohngebäuden, insg.
0.974 +	36 B	Wohnbevölkerung, 15 - unter 21 Jahre alt
0.966 +	41 H	Einpersonenhaushalte
0.965 +	40 H	Privathaushalte insg.
0.964 +	64 E	Erwerbspersonen om Produz. Gewerbe (einschl. Baugewerbe) insg.
0.963 +	53 H	Wohnungen in Gebäuden Typ D E/F G (Qualität mangelhaft bis normal)
0.959 +	44 H	Wohnungen in Wohn- und Nichtwohngebäuden
0.954 +	47 H	Wohnungen in Mehrfamilienhäusern
0.953 +	59 E	Überwiegender Lebensunterhalt aus Erwerbstät. im Produz. Gewerbe
0.921 +	37 B	Wohnbevölkerung, 21 - unter 45 Jahre alt
0.912 +	43 H	Wohngebäude
0.911 +	30 B	Wohnbevölkerung, männlich
0.911 +	42 H	Personen in Privathaushalten
0.903 +	38 B	Wohnbevölkerung, 45 - unter 65 Jahre alt
0.903 +	29 B	Wohnbevölkerung insg.
0.892 +	31 B	Wohnbevölkerung, weiblich
0.891 +	54 H	Wohnungen in Gebäuden Typ H (Qualität normal)
0.873 +	65 E	Weibl. Erwerbspersonen im Produz. Gewerbe
0.867 +	57 E	Überwiegender Lebensunterhalt aus Erwerbstätigkeit (alle Wirtsch.bereiche)
0.838 +	51 H	Wohnungen in Gebäuden, 1949 oder später erbaut
0.834 +	35 B	Wohnbevölkerung, unter 15 Jahre alt
0.822 +	55 E	Erwerbspersonen insg.
0.801 +	39 B	Wohnbevölkerung, 65 u. mehr Jahre alt
0.799 +	50 H	Wohnungen in Gebäuden, 1919 bis 1948 erbaut
0.788 +	60 E	Überwiegender Lebensunterhalt aus Erwerbstät. in den übrigen Bereichen
0.773 +	66 E	Erwerbspersonen in den übrigen Bereichen, insg.
0.710 +	67 E	Weibl. Erwerbspersonen in den übrigen Bereichen
0.684 +	98 S	Gemeindesteuereinnahmen, Gewerbesteuern
0.677	52 H	Wohnungen in Gebäuden Typ A/B C (Qualität mangelhaft)
0.631 +	56 E	Weibliche Erwerbspersonen
0.589 +	97 S	Gemeindesteuereinnahmen insg.
0.553 +	4 Z	Versorgungseinrichtungen der Bedarfsgr. A Ernährung
0.524 +	17 Z	Beschäft. in Versorg.einrichtgn. der Bedarfsgr. A Ernährung
-0.642	90 W	Ständige Arbeitskräfte in landwirtsch Betrieben
-0.691	58 E	Überwieg. Lebensunterhalt aus Erwerbstät. in Land- u. Forstwirtschaft.
-0.864 +	88 W	Landwirtsch. Betriebe, 5-10 ha LN
	F A K T O R 5 "INDUSTRIE"	
0.703 +	100 S	Realsteueraufbringung, aus Gewerbesteuer
0.673 +	99 S	Realsteueraufbringung insg.
0.552 +	82 W	Beschäft. in nichtlandw. Arbeitsstätten, Arbeiter
0.549 +	84 W	Beschäft. im Produz. Gewerbe
0.521 +	73 E	Berufspendler, Einpendler
0.471	97 S	Gemeindesteuereinnahmen insg.
0.419	98 S	Gemeindesteuereinnahmen, Gewerbesteuern
	F A K T O R 7 "KONFESSION DER WOHNBEVÖLKERUNG"	
1.006	33 B	Wohnbevölkerung, evangelisch
0.391	96 S	Index der Siedlungsstruktur
0.341	32 B	Wohnbevölkerung, Vertriebene u. Deutsche aus der SBZ
0.239	95 S	Gemeindestraßen, Innerortsstraßen
-0.222	100 S	Realsteueraufbringung, aus Gewerbesteuer
-0.239	93 S	Gemeindefläche ohne Wald
-0.346	52 H	Wohnungen in Gebäuden Typ A/B C (Qualität mangelhaft)
-0.388	89 W	Landwirtsch. Betriebe, 10 ha u. mehr LN
-0.388	99 S	Realsteueraufbringung insg.
-0.862 +	34 B	Wohnbevölkerung, römisch-katholisch

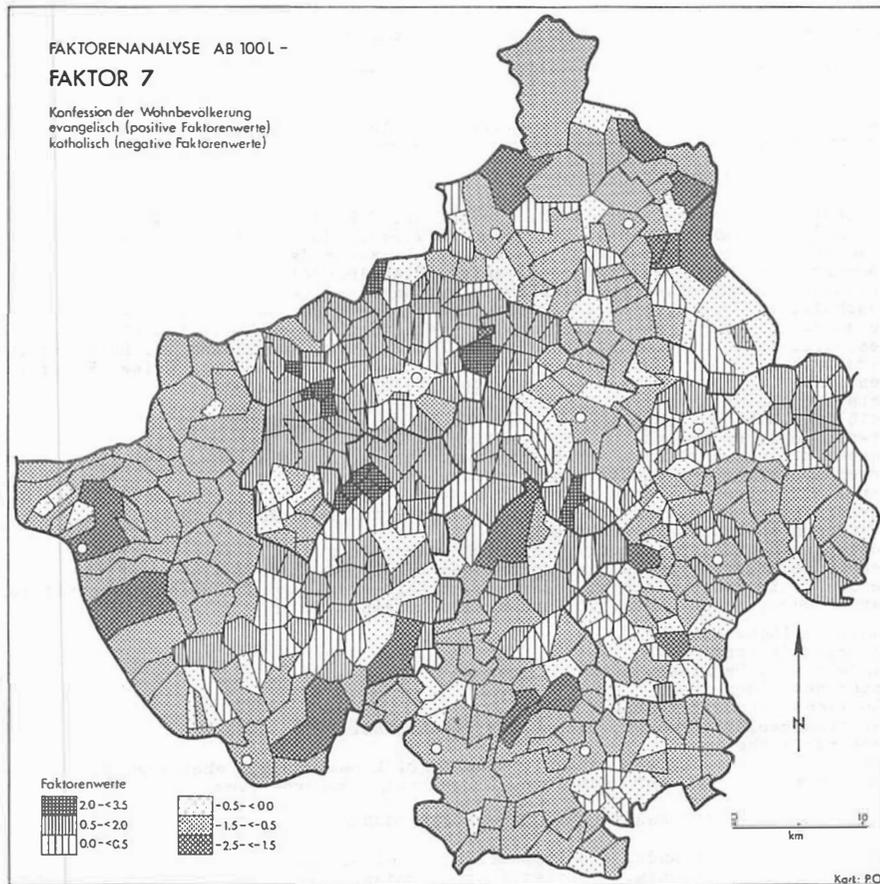
1) Aufgeführt sind alle Variablen mit Ladungen ≥ 10.2 bei Faktoren 1 u. 7, ≥ 10.4 bei Faktor 5 und ≥ 10.5 bei Faktoren 2, 3, 4, u. 6. Zusatz + kennzeichnet höchste Faktorladungen der betreffenden Variablen über 7 Faktoren.

2) Variablenart nach der Zusammenstellung "Variablen für Faktorenanalysen AB100L und REL99A" (ANHANG 5): B = Bevölkerungsstruktur; E = Erwerbs- u. Sozialstruktur der Wohnbevölk.; H = Haushaltsstruktur u. Wohnverhältnisse; S = Siedlungsstruktur, Gemeindefinanzen; W = Wirtschaftsstruktur der Gem.; Z = Zentralörtl. Versorgungsstruktur.









ANHANG 12

FAKTORENANALYSE REL99A - ACHT SCHIEFWINKLIG ROTIERTE FAKTOREN NACH DEN JEWEILS HOCH LADENDEN VARIABLEN

Alle Faktoren sind nach dem Bargmann-Test auf dem 1 %-Niveau signifikant.

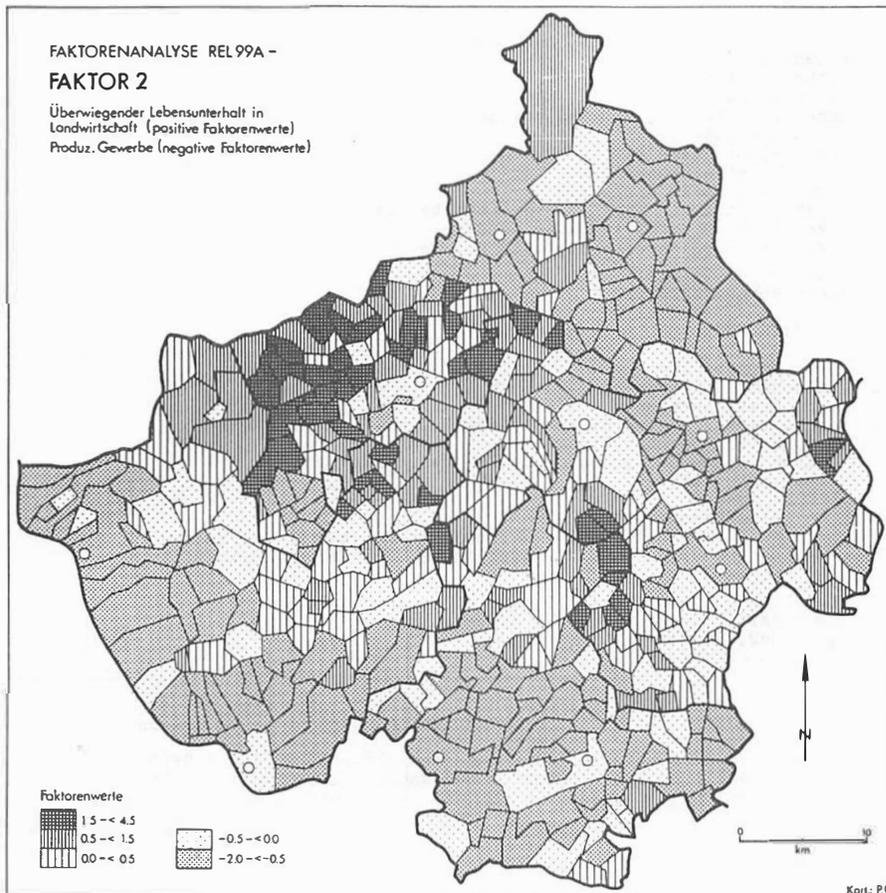
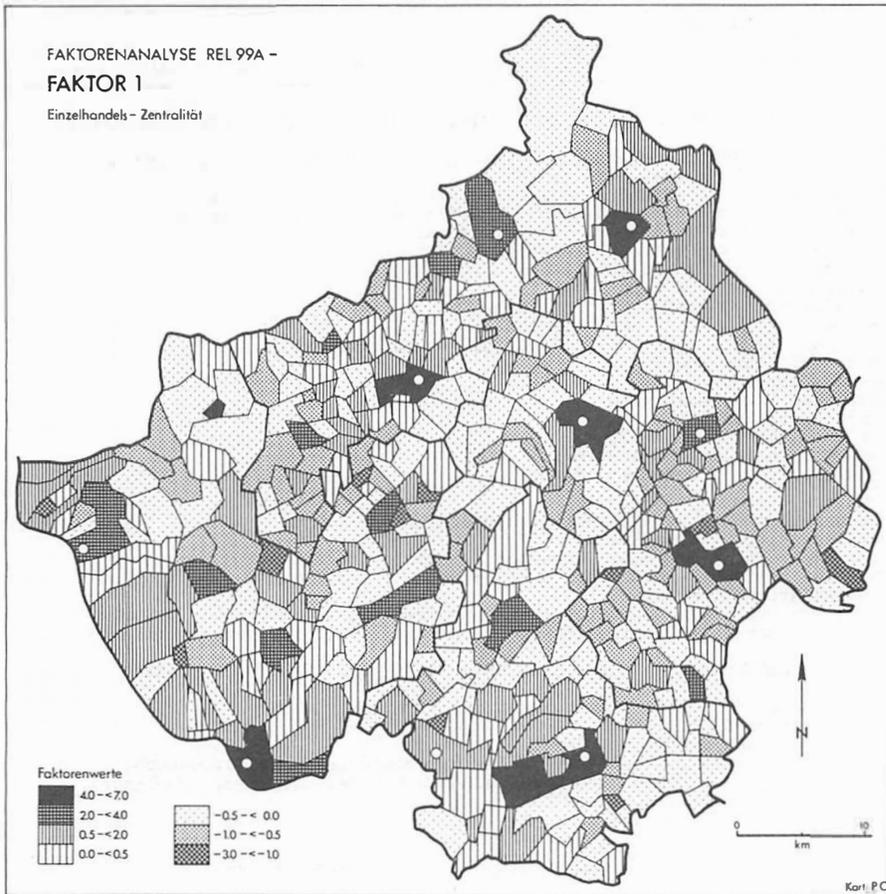
Faktor- ladungen ¹⁾	V a r i a b l e n (Pro-Kopf-Daten)		
	Nr. Art ²⁾	Bezeichnung	"..... je Einwohner (bzw. je 100 Einwohner)"
F A K T O R 1 "EINZELHANDELS-ZENTRALITÄT"			
0.836 +	24 Z	Beschäft. in Versorg.einrichtgn., Bedarfsgr. C-K, sofern Einzelhandel	
0.759 +	19 Z	Beschäft. in Versorg.einr., Bedarfsgr. C/I Bekleidung, "persönl." Bedarf	
0.749 +	15 Z	Beschäftigte in Versorgungseinrichtungen, Einzelhandel	
0.722 +	11 Z	Versorg.einr. der Bedarfsgr. C-K, sofern Einzelhandel	
0.647 +	27 Z	Beschäftigte in Versorgungseinrichtungen, Angestellte	
0.589 +	18 Z	Beschäft. in Versorg.einr., Bedarfsgr. B Körper- und Gesundheitspflege	
0.585 +	6 Z	Versorg.einrichtgn. der Bedarfsgr. C/I Bekleidung, "persönl." Bedarf	
0.580 +	21 Z	Beschäft. in Versorg.einr., Bedarfsgr. F/G Bildung, Ausbildung ... Reise, Freizeit	
0.517 +	8 Z	Versorg.einrichtgn. der Bedarfsgr. F/G Bildung, Ausbildung ... Reise, Freizeit	
0.512	80 W	Beschäft. in nichtlandw. Arbeitsstätten, Beamte u. Angestellte	
0.493	2 Z	Versorgungseinrichtungen, Einzelhandel	
0.488	30 B	Weibliche Wohnbevölkerung	
0.483 +	68 E	Erwerbspersonen, Beamte u. Angestellte	
0.482	84 W	Beschäft. in nichtlandw. Arbeitsstätten, übrige Bereiche (Abt. 4-9)	
0.452 +	65 E	Erwerbspersonen in den übrigen Bereichen (Abt. 4-9)	
0.447 +	59 E	Pers. mit überwieg. Lebensunterhalt aus Erwerbstat. in übr. Bereichen (Abt. 4-9)	
0.429 +	5 Z	Versorg.einrichtgn. der Bedarfsgr. B Körper- und Gesundheitspflege	
0.395 +	46 H	Wohnungen in Mehrfamilienhäusern	
0.348	14 Z	Beschäftigte in den Versorgungseinrichtungen, insg.	
0.339	66 E	Weibliche Erwerbspersonen in den übrigen Bereichen (Abt. 4-9)	
0.336	22 Z	Beschäft. in Versorg.einr., Bedarfsgr. H Verkehrszwecke, Nachrichtenübermittlung	
0.316	12 Z	Versorgungseinrichtungen, in Handwerksrolle eingetragen	
-0.314	92 S	Gemeindefläche ohne Wald	
-0.356	42 H	Wohngebäude insg.	
-0.394	88 W	Landwirtsch. Betriebe, 10 ha u. mehr LN	
-0.468	93 S	Gemeindestraßen insg.	
-0.488	29 B	Männliche Wohnbevölkerung	
-0.491	3 Z	Versorgungseinrichtungen, Dienstleistungen (Abt. 5-7)	
-0.502	91 S	Gemeindefläche insg.	
-0.572	23 Z	Beschäft. in Versorg.einrichtgn., Bedarfsgr. L Bewirtung, Beherbergung	
-0.741	10 Z	Versorg.einrichtgn. der Bedarfsgr. L Bewirtung, Beherbergung	
F A K T O R 5 "WIRTSCHAFTSKRAFT (REALSTEUERAUFBRINGUNGSKRAFT; GEWERBESTEUERN)"			
0.907 +	81 W	Beschäft. in nichtlandw. Arbeitsstätten, Arbeiter	
0.902 +	83 W	Beschäft. in nichtlandw. Arbeitsstätten, Produz. Gewerbe	
0.858 +	99 S	Realsteueraufbringungskraft, aus Gewerbesteuer	
0.856 +	98 S	Realsteueraufbringungskraft insg.	
0.829 +	72 E	Berufspendler, Einpendler	
0.822 +	77 W	Beschäft. in nichtlandw. Arbeitsstätten insg.	
0.802 +	96 S	Gemeindesteuereinnahmen insg.	
0.783 +	97 S	Gemeindesteuereinnahmen, aus Gewerbesteuer	
0.557 +	80 W	Beschäft. in nichtlandw. Arbeitsstätten, Beamte u. Angestellte	
0.431 +	78 W	Weibliche Beschäft. in nichtlandw. Arbeitsstätten	
-0.406	4 Z	Versorg.einrichtgn. der Bedarfsgr. A Ernährung	
-0.459	2 Z	Versorgungseinrichtungen, Einzelhandel	
-0.461	71 E	Berufspendler, Auspendler	
F A K T O R 6 "DIENSTLEISTUNGSGEWERBE: GASTRONOMIE, FREMDENVERKEHR"			
1.081 +	3 Z	Versorgungseinrichtungen, Dienstleistungen (Abt. 5-7)	
1.003 +	10 Z	Versorg.einrichtgn. der Bedarfsgr. L Bewirtung, Beherbergung	
0.965 +	23 Z	Beschäft. in Versorg.einrichtgn. der Bedarfsgr. L Bewirtung, Beherbergung	
0.836 +	16 Z	Beschäftigte in Versorgungseinrichtungen, Dienstleistungen (Abt. 5-7)	
0.866 +	76 W	Nichtlandw. Arbeitsstätten in den übrigen Bereichen (Abt. 4-9)	
0.769 +	26 Z	Beschäft. in Versorg.einr., tätige Inhaber u. mithelfende Familienangehörige	
0.752 +	1 Z	Versorgungseinrichtungen insg.	
0.709 +	25 Z	Weibliche Beschäftigte in Versorgungseinrichtungen	
0.687 +	73 W	Nichtlandwirtschftl. Arbeitsstätten insg.	
0.658	13 Z	Versorgungseinrichtungen, einzige Niederlassg. mit 1 od. mehr. Inhabern	
0.637 +	79 W	Beschäft. in nichtlandw. Arbeitsstätten, Selbständ. u. mithelf. Familienangehör.	
0.627 +	9 Z	Versorg.einrichtgn. der Bedarfsgr. H Verkehrszwecke, Nachrichtenübermittlung	
0.586 +	14 Z	Beschäftigte in Versorgungseinrichtungen, insg.	
0.583 +	28 Z	Teilbeschäftigte in Versorgungseinrichtungen	
0.577 +	84 W	Beschäft. in nichtlandw. Arbeitsstätten, übrige Bereiche (Abt. 4-9)	
0.546 +	82 W	Teilbeschäftigte in nichtlandw. Arbeitsstätten	
0.444 +	22 Z	Beschäft. in Versorg.einr. der Bedarfsgr. H Verkehrszwecke, Nachrichtenübermittl.	
0.382 +	66 E	Weibliche Erwerbspersonen in den übrigen Bereichen (Abt. 4-9)	
0.339	65 E	Erwerbspersonen in den übrigen Bereichen (Abt. 4-9)	
0.303	78 W	Weibliche Beschäftigte in nichtlandw. Arbeitsstätten	
F A K T O R 7 "HANDWERK"			
0.725 +	75 W	Nichtlandw. Arbeitsstätten im Produz. Gewerbe	
0.725 +	74 W	Nichtlandw. Arbeitsstätten, in Handwerksrolle eingetragen	
0.686 +	12 Z	Versorgungseinrichtungen, in Handwerksrolle eingetragen	
0.678 +	13 Z	Versorg.einrichtgn., einzige Niederlassg. mit 1 od. mehr. Inhabern	
0.633	79 W	Beschäft. in nichtlandw. Arbeitsstätten, Selbständ. u. mithelf. Familienangehör.	
0.627	1 Z	Versorgungseinrichtungen insg.	
0.613 +	4 Z	Versorg.einrichtgn. der Bedarfsgr. A Ernährung	
0.606	73 W	Nichtlandwirtschftl. Arbeitsstätten insg.	
0.557	26 Z	Beschäft. in Versorg.einr., tätige Inhaber u. mithelfende Familienangehörige	
0.539 +	2 Z	Versorgungseinrichtungen, Einzelhandel	
0.519 +	17 Z	Beschäft. in Versorg.einr., Bedarfsgr. A Ernährung	
0.458	6 Z	Versorg.einrichtgn. der Bedarfsgr. C/I Bekleidung, "persönl." Bedarf	
0.371 +	7 Z	Versorg.einr. der Bedarfsgr. D/E Haushaltsführg., Wohnungseinr. u. -ausstattg.	
0.353	76 W	Nichtlandw. Arbeitsstätten in den übrigen Bereichen (Abt. 4-9)	
0.328	11 Z	Versorgungseinrichtgn. der Bedarfsgr. C-K, sofern Einzelhandel	

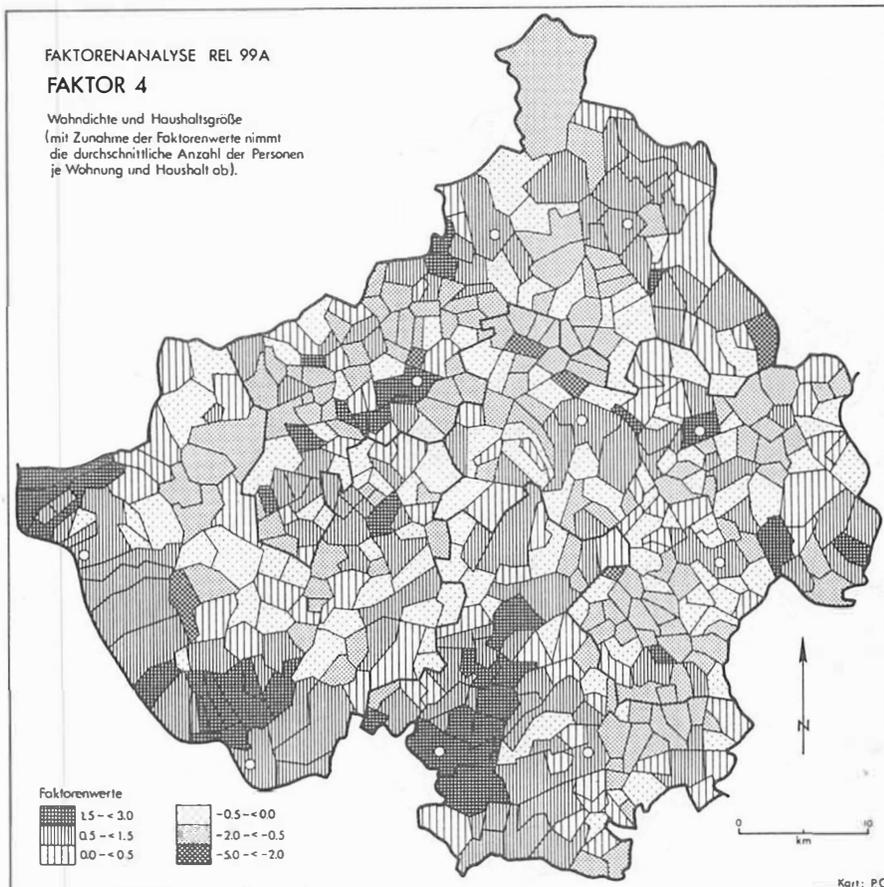
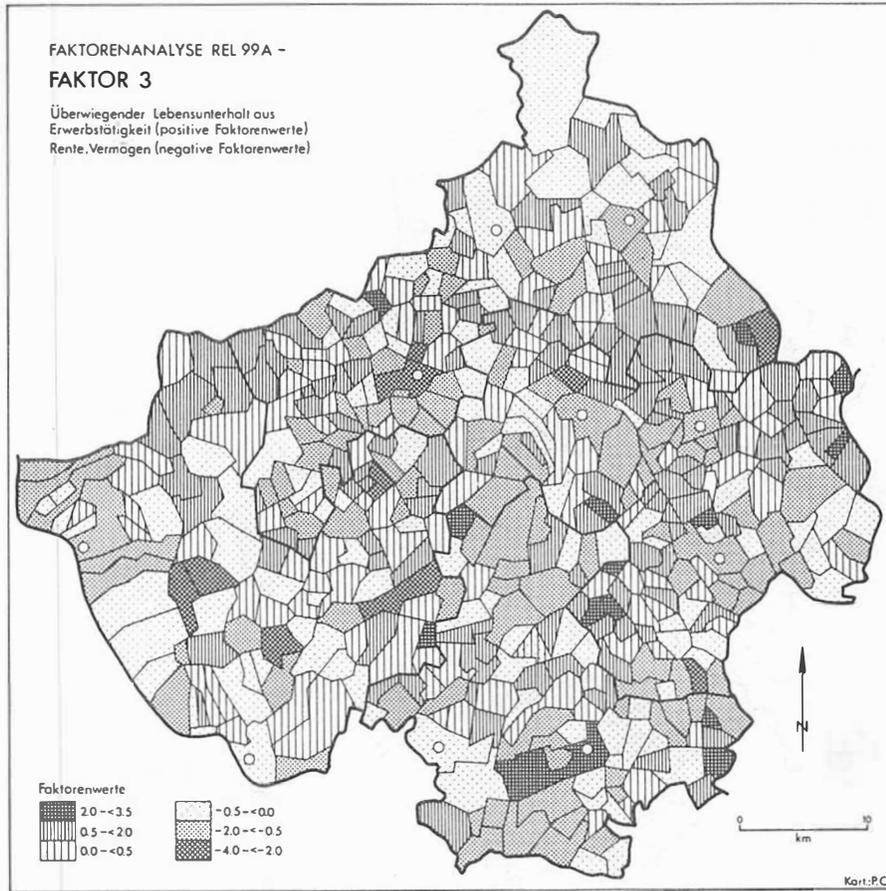
noch: Anhang 12

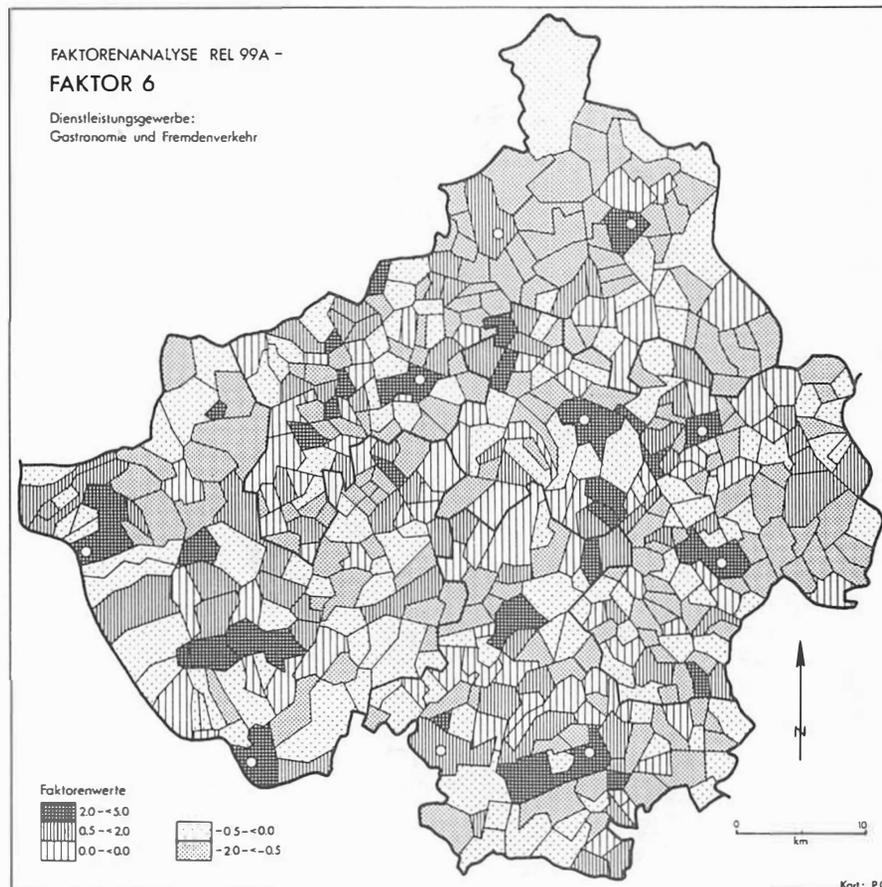
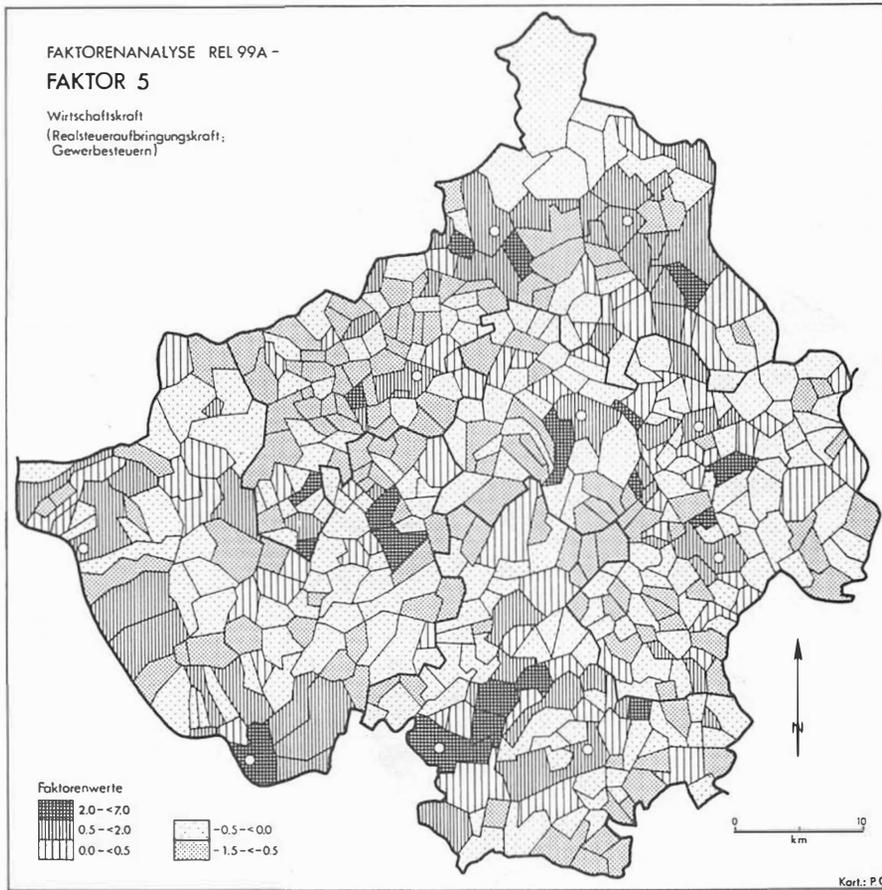
Faktor- ladungen ¹⁾	V a r i a b l e n (Pro-Kopf-Daten)		"..... je Einwohner (bzw. je 100 Einwohner)"
	Hr. Art ²⁾	Bezeichnung	
	F A K T O R 2 "LEBENSUNTERH ALTAUS ERWERBSTÄT. IN LANDWIRTSCH. ODER PRODUZ. GEWERBE"		
0.890 +	57 E	Pers. mit überwieg. Lebensunterh. aus Erwerbstät. in Land- u. Forstwirtschaft.	
0.875 +	87 W	Landwirtschaft. Betriebe, 5-10 ha LN	
0.356 +	47 H	Wohnungen in Bauernhäusern, Kleinsiedler- u. Nebenerwerbsstellen	
0.826 +	67 E	Erwerbspersonen, Selbständige u. mithelfende Familienangehörige	
0.785 +	61 E	Erwerbspersonen in Land- u. Forstwirtschaft	
0.743 +	89 W	Ständige Arbeitskräfte in landwirtschaft. Betrieben	
0.680 +	32 B	Personen evangelischer Konfession	
0.677 +	92 S	Gemeindefläche ohne Wald	
0.670 +	88 W	Landwirtschaft. Betriebe, 10 ha u. mehr LN	
0.653 +	38 B	Personen, 65 u. mehr Jahre alt	
0.630 +	62 E	Weibliche Erwerbspersonen in Land- u. Forstwirtschaft	
0.618 +	91 S	Gemeindefläche insg.	
0.590 +	54 E	Erwerbspersonen insg.	
0.582 +	55 E	Weibliche Erwerbspersonen	
0.494 +	93 S	Gemeindestraßen insg.	
0.474 +	37 B	Personen, 45-65 Jahre alt	
0.461 +	85 W	Landwirtschaftl. Betriebe insg.	
0.460 +	94 S	Gemeindestraßen, Innerortsstraßen	
-0.485	34 B	Personen, unter 15 Jahre alt	
-0.601 +	45 H	Wohnungen in Ein- u. Zweifamilienhäusern	
-0.616 +	71 W	Berufspendler, Auspendler	
-0.628	63 E	Erwerbspersonen im Produz. Gewerbe (einschl. Baugewerbe)	
-0.677 +	33 B	Personen römisch-katholischer Konfession	
-0.747 +	69 E	Erwerbspersonen, Arbeiter	
-0.753 +	58 E	Pers. mit überwieg. Lebensunterhalt aus Erwerbstät. im Produz. Gewerbe	
-0.780 +	70 E	Erwerbspersonen, Abhängige (Beamte u. Angestellte, Arbeiter, Lehrlinge)	
	F A K T O R 3 "LEBENSUNTERH ALTAUS ERWERBSTÄTIGKEIT ODER RENTE, VERMÖGEN"		
0.769 +	56 E	Pers. mit überwieg. Lebensunterhalt aus Erwerbstätigkeit	
0.711 +	69 E	Erwerbspersonen, Arbeiter	
0.653 +	63 E	Erwerbspersonen im Produz. Gewerbe	
0.570 +	58 E	Pers. mit überwieg. Lebensunterh. aus Erwerbstät. im Produz. Gewerbe	
0.505	70 E	Erwerbspersonen, Abhängige (Beamte u. Angestellte, Arbeiter, Lehrlinge)	
0.486	71 E	Berufspendler, Auspendler	
0.402 +	36 B	Personen, 21-45 Jahre alt	
-0.626 +	38 B	Personen, 65 u. mehr Jahre alt	
-0.674 +	60 E	Pers. mit überwieg. Lebensunterhalt aus Rente, Vermögen usw.	
	F A K T O R 4 "WOHNUNGSDICHTE UND H AUH ALTSGRÖSSE"		
0.998 +	44 H	Wohnungen in Wohngebäuden	
0.973 +	43 H	Wohnungen in Wohn- u. Nichtwohngebäuden	
0.929 +	39 H	Privathaushalte insg.	
0.804	30 B	Weibliche Wohnbevölkerung	
0.761 +	42 H	Wohngebäude insg.	
0.713 +	48 H	Wohnungen in Gebäuden, vor 1919 erbaut	
0.656 +	40 H	Einpersonenhaushalte	
0.643 +	37 B	Personen, 45-65 Jahre alt	
0.626 +	41 H	Personen in Privathaushalten	
0.599	38 B	Personen, 65 u. mehr Jahre alt	
0.531 +	52 H	Wohnungen in Gebäuden Typ D E/F G (Qualität mangelhaft bis normal)	
0.497	45 H	Wohnungen in Ein- u. Zweifamilienhäusern	
0.450	60 E	Pers. mit überwieg. Lebensunterhalt aus Rente, Vermögen usw.	
-0.751 +	34 B	Personen, unter 15 Jahre alt	
-0.803	29 B	Männliche Wohnbevölkerung	
	F A K T O R 8 "STRUKTUR DER LANDWIRTSCHAFT"		
0.843 +	30 B	Weibliche Wohnbevölkerung	
0.838 +	86 W	Landwirtschaftl. Betriebe, 0.01-5 ha LN	
0.711 +	55 E	Weibliche Erwerbspersonen	
0.708 +	90 S	Teilbeschäftigte familieneigene Arbeitskräfte in landw. Betrieben	
0.626 +	85 W	Landwirtschaftl. Betriebe insg.	
0.560	62 E	Weibl. Erwerbspersonen in Land- u. Forstwirtschaft	
0.556	54 E	Erwerbspersonen insg.	
0.537	42 H	Wohngebäude insg.	
0.516 +	95 S	Index der Siedlungsstruktur	
0.470	52 H	Wohnungen in Gebäuden Typ D E/F G (Qualität mangelhaft bis normal)	
0.425	67 E	Erwerbspersonen, Selbständ. u. mithelfende Familienangehörige	
-0.407 +	35 B	Personen, 15-21 Jahre alt	
-0.454 +	51 H	Wohnungen in Gebäuden Typ A/B C (Qualität mangelhaft)	
-0.578	88 W	Landwirtschaftl. Betriebe, 10 ha u. mehr LN	
-0.643 +	93 S	Gemeindestraßen insg.	
-0.843 +	29 B	Männliche Wohnbevölkerung	

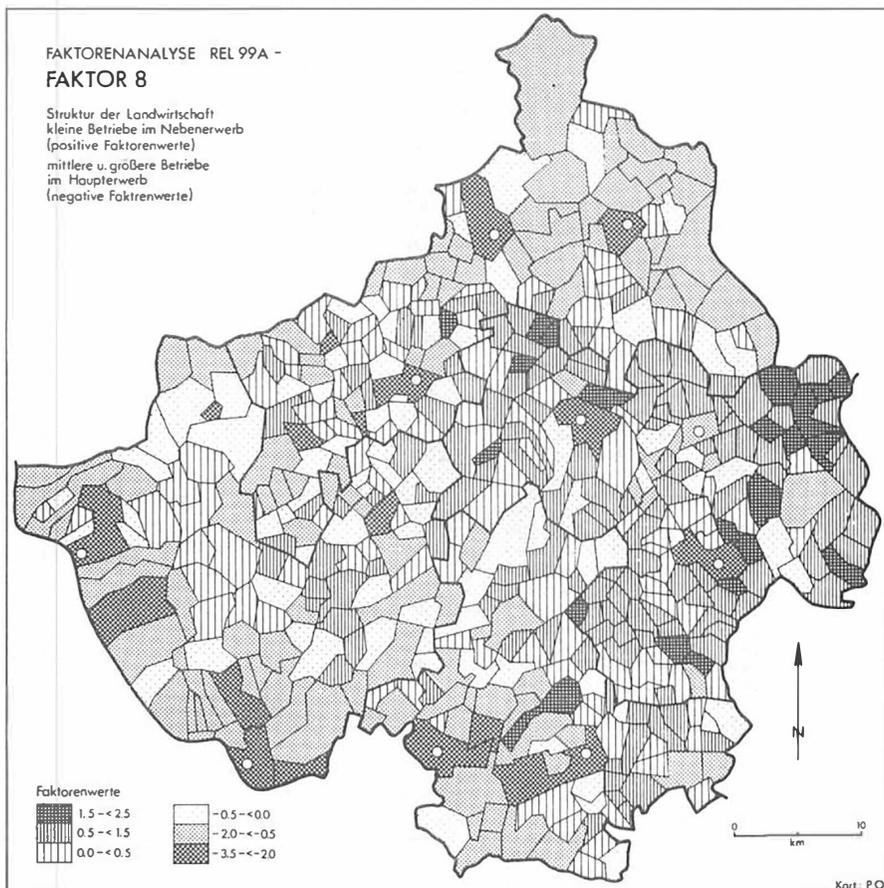
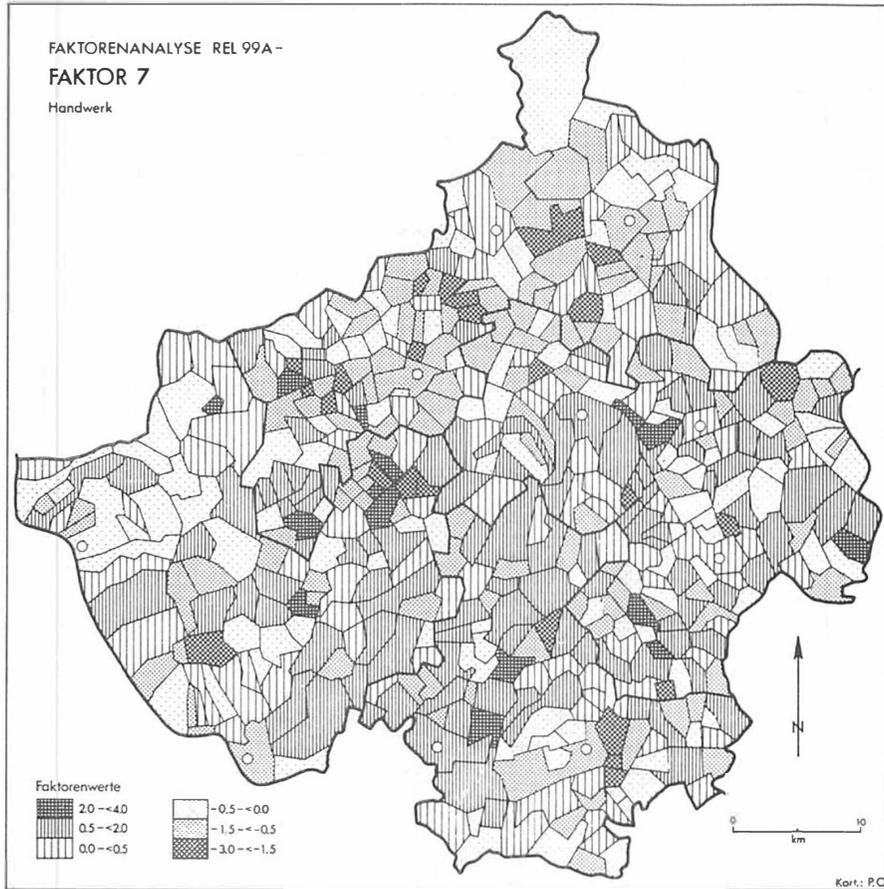
1) Ladungen des Primärfaktorenmodells. Aufgeführt sind alle Variablen mit Ladungen $\geq |0.3|$ bei Faktoren 1, 5, 6, 7 und $\geq |0.41|$ bei Faktoren 2, 3, 4, 8. Zusatz + kennzeichnet höchste Faktorladungen der betreffenden Variablen über 8 Faktoren.

2) Variablenart nach der Zusammenstellung "Variablen für Faktorenanalysen AB100L und REL99A" (ANHANG 5): B = Bevölkerungsstruktur; E = Erwerbs- u. Sozialstruktur der Wohnbevölk.; H = Haushaltsstruktur u. Wohnverhältnisse; S = Siedlungsstruktur, Gemeindefinanzen; W = Wirtschaftsstruktur der Gem.; Z = Zentralörtl. Versorgungsstruktur.









FAKTORENANALYSE ALT79A - MATRIZEN DER ITERATIVEN FAKTORENROTATION ZUR EINFACHSTRUKTUR MIT DEM RECHENPROGRAMM 'ROTOPLOT'¹⁾

1. Unrotierte Faktorensstruktur (Hauptachsenmethode) und Hypothesenbildung (vgl. Abschn. 6.2.1)

Variablen			Faktoren				Kommunalitäten h^2	Variablen	
1. fd. Nr.	Zentrale Funktion Nr.	Häufigkeit d. Vorkommens 1)	Ladungen der ersten vier Hauptachsen (unrotiert)					Hypo- these 1	Hypo- these 2
(i)	Nr.		1	2	3	4			
1	54	416	0.153	-0.176	-0.134	0.072	0.077		
2	4	384	0.247	-0.230	-0.154	0.091	0.183		
3	70	309	0.324	-0.319	-0.128	0.026	0.224		
4	3	295	0.249	-0.149	-0.099	0.044	0.096		
5	72	278	0.288	-0.188	-0.057	0.102	0.132		
6	1	217	0.480	-0.467	-0.167	0.121	0.490	x	x
7	31	210	0.448	-0.339	-0.169	0.070	0.347	x	
8	62	202	0.476	-0.378	-0.166	0.067	0.402	x	x
9	16	190	0.470	-0.391	-0.160	0.158	0.424	x	x
10	2	184	0.538	-0.503	-0.186	0.071	0.582	x	x
11	17	181	0.473	-0.338	-0.117	0.069	0.356		
12	60	178	0.425	-0.310	-0.094	0.131	0.303		
13	12	151	0.602	-0.440	0.043	0.051	0.560		x
14	5	138	0.512	-0.272	0.095	0.079	0.352		
15	61	138	0.556	-0.345	0.019	-0.073	0.434		
16	71	133	0.264	-0.154	-0.139	-0.060	0.116		
17	18	131	0.568	-0.309	0.020	0.029	0.419		
18	75	106	0.574	-0.294	0.071	0.056	0.424		
19	53	96	0.572	-0.154	0.021	-0.023	0.352		
20	49	95	0.581	-0.153	0.010	-0.052	0.364		
21	6	86	0.486	0.032	0.043	0.150	0.262		
22	15	82	0.621	-0.122	-0.009	-0.026	0.402		
23	22	82	0.675	-0.178	0.154	-0.109	0.523		
24	13	81	0.744	-0.269	0.127	-0.142	0.663	x	
25	25	79	0.584	-0.204	-0.076	0.010	0.389		
26	52	77	0.538	-0.077	-0.014	0.067	0.230		
27	28	76	0.533	-0.187	-0.193	0.040	0.358		
28	77	73	0.489	-0.038	-0.032	-0.029	0.242		
29	34	71	0.623	-0.066	0.084	0.044	0.402		
30	32	65	0.692	-0.146	0.014	0.127	0.517		
31	14	64	0.799	-0.149	0.240	-0.202	0.759	x	x
32	74	56	0.780	-0.094	0.215	-0.188	0.730	x	x
33	48	54	0.591	-0.046	-0.052	-0.018	0.354		
34	24	51	0.720	-0.024	0.070	-0.145	0.545		
35	67	45	0.500	0.060	-0.088	0.120	0.116		
36	7	44	0.704	0.060	0.201	0.031	0.541	x	
37	37	44	0.789	0.052	0.174	-0.091	0.663		x
38	9	43	0.867	0.036	0.260	-0.204	0.862	x	x
39	10	43	0.807	-0.001	0.191	-0.092	0.696	x	x
40	36	43	0.710	0.068	0.083	-0.081	0.523		
41	73	41	0.602	0.102	-0.107	-0.115	0.397		
42	58	40	0.831	0.061	0.197	-0.198	0.773	x	x
43	63	39	0.393	-0.076	-0.072	0.224	0.216		
44	20	38	0.483	0.086	-0.021	0.131	0.258		
45	68	35	0.686	0.077	0.154	-0.029	0.501		
46	27	34	0.468	-0.012	0.043	-0.080	0.228		
47	40	33	0.755	0.164	0.228	0.067	0.654	x	
48	51	33	0.627	0.112	-0.029	0.240	0.464		
49	55	29	0.722	0.242	-0.081	-0.074	0.592		
50	29	28	0.675	0.151	0.042	0.037	0.482		
51	50	27	0.577	0.166	0.019	-0.077	0.367		
52	26	26	0.498	0.023	0.162	0.117	0.288		
53	59	26	0.701	0.262	-0.030	0.046	0.562		
54	38	25	0.610	0.184	0.067	-0.002	0.411		
55	47	25	0.660	0.128	0.211	-0.036	0.498	x	
56	30	22	0.561	0.138	-0.127	-0.380	0.494	x	
57	19	21	0.508	0.177	-0.215	-0.072	0.341	x	
58	69	21	0.398	0.100	0.073	0.102	0.184		
59	39	20	0.687	0.297	-0.176	0.040	0.593	x	x
60	66	19	0.011	-0.004	-0.130	0.081	0.024		
61	11	18	0.359	0.179	-0.059	0.232	0.218		
62	21	18	0.670	0.287	-0.010	0.182	0.564	x	x
63	76	18	0.472	0.262	-0.397	-0.230	0.502	x	
64	41	17	0.637	0.266	0.229	0.422	0.708	x	
65	78	17	0.674	0.352	-0.297	-0.297	0.755	x	x
66	23	16	0.566	0.215	0.044	-0.017	0.369		
67	35	16	0.382	0.092	-0.097	-0.159	0.189		
68	64	16	0.564	0.258	-0.165	-0.103	0.423	x	
69	43	15	0.447	0.258	-0.042	0.149	0.288		
70	79	15	0.472	0.274	-0.195	0.119	0.351		x
71	33	13	0.470	0.182	0.124	0.286	0.351		
72	42	12	0.428	0.180	-0.256	-0.159	0.305		
73	46	11	0.349	0.001	0.084	0.131	0.146		
74	8	9	0.570	0.402	-0.301	0.092	0.585	x	x
75	45	9	0.478	0.251	0.109	0.323	0.408	x	
76	57	8	0.392	0.112	0.149	0.148	0.210		
77	44	7	0.105	-0.080	-0.161	-0.012	0.044		
78	56	6	0.339	0.267	-0.259	0.217	0.300	x	
79	65	6	0.421	0.250	0.015	0.220	0.288		
Spaltenquadratsummen			24.704	3.820	1.685	1.605	$\sum_1 h^2 = 31.814$		
Prozent der $\sum_1 h^2$			77.65%	12.01%	5.30%	5.05%	100.0 %		

1) Von 483 Gemeinden im Untersuchungsgebiet verfügen ... Gemeinden über die jeweilige zentrale Funktion.

noch: Anhang 14

2. Rotiertes orthogonales Faktorenmuster: V_0 (Varimax-Rotation)
= orthogonale Ausgangsmatrix zur schiefwinkligen Faktorenrotation

Var. Nr.	Faktoren				Var. Nr.	Faktoren			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	0.1034	0.6798	0.1207	0.0557	41	0.7833	0.1138	0.2819	0.0407
2	0.0802	0.7337	0.1641	0.1028	42	0.1665	0.1270	0.1084	0.4994
3	0.0817	0.2809	0.0554	0.0853	43	0.4523	0.0682	0.1174	0.2552
4	0.0378	0.4246	0.0062	0.0312	44	-0.0096	0.1665	-0.0452	0.1171
5	0.2122	0.4477	0.3255	0.0127	45	0.6079	0.0679	0.1601	0.0876
6	0.3821	0.2305	0.2165	0.1256	46	0.2973	0.1693	0.1836	0.0369
7	0.4452	0.2401	0.4962	0.1964	47	0.4070	0.1495	0.5056	0.2340
8	0.5145	0.0900	0.0146	0.5588	48	0.2714	0.3424	0.2898	0.2815
9	0.3616	0.2731	0.7352	0.3406	49	0.2005	0.3931	0.3526	0.2114
10	0.3835	0.3183	0.6059	0.2846	50	0.3293	0.1352	0.3412	0.3516
11	0.4276	0.1040	0.0268	0.1531	51	0.5481	0.2798	0.1924	0.2209
12	0.1463	0.6637	0.3034	0.0801	52	0.2938	0.3434	0.2516	0.1789
13	0.1847	0.5069	0.5733	0.2075	53	0.2128	0.4056	0.3130	0.2112
14	0.2396	0.3905	0.6997	0.2432	54	0.0347	0.2715	-0.0319	0.0390
15	0.2524	0.4007	0.3458	0.2407	55	0.4306	0.1823	0.3409	0.5071
16	0.1609	0.6204	0.0991	0.0585	56	0.4230	0.0910	-0.1253	0.3120
17	0.1283	0.5490	0.1657	0.1023	57	0.1365	0.1290	0.1624	0.3850
18	0.1806	0.5196	0.3281	0.0929	58	0.3509	0.2592	0.6672	0.3704
19	0.2736	0.1730	0.1368	0.4661	59	0.5192	0.1630	0.3075	0.4144
20	0.3843	0.2052	0.1737	0.1960	60	0.1623	0.5087	0.1254	0.0482
21	0.6125	0.1475	0.2408	0.3311	61	0.0857	0.5225	0.3724	0.1242
22	0.2163	0.3992	0.5321	0.1826	62	0.1041	0.5987	0.1365	0.1181
23	0.3912	0.0851	0.3211	0.3217	63	0.3219	0.3215	0.0605	0.0732
24	0.2755	0.3234	0.5007	0.3367	64	0.3244	0.1150	0.2100	0.5101
25	0.2124	0.4755	0.2699	0.2123	65	0.4939	0.0525	0.1113	0.1716
26	0.3752	0.1971	0.3220	0.0710	66	0.0454	0.0686	0.1228	0.0420
27	0.1905	0.2106	0.3175	0.2153	67	0.2595	0.1550	0.0368	0.1510
28	0.2005	0.4820	0.1444	0.2543	68	0.3951	0.2221	0.4800	0.2548
29	0.4569	0.2099	0.3588	0.3167	69	0.3368	0.1143	0.2073	0.1223
30	0.0776	0.1401	0.3732	0.5739	70	0.0271	0.4566	0.0970	0.0731
31	0.1095	0.5553	0.1152	0.1224	71	0.0095	0.2854	0.0835	0.1667
32	0.2102	0.4262	0.4489	0.2988	72	0.1308	0.3274	0.0816	0.0307
33	0.5479	0.1046	0.1887	0.0645	73	0.2712	0.2325	0.2892	0.4312
34	0.3393	0.3400	0.3751	0.1735	74	0.2721	0.3598	0.6714	0.2752
35	0.1205	0.1197	0.2001	0.3465	75	0.2158	0.4989	0.3539	0.0568
36	0.3588	0.2555	0.4676	0.3316	76	0.1607	0.1197	0.0564	0.6774
37	0.3973	0.2733	0.5791	0.3087	77	0.2161	0.2766	0.2537	0.2341
38	0.3976	0.1819	0.2622	0.3883	78	0.2733	0.1035	0.2574	0.7770
39	0.5067	0.1766	0.1978	0.5156	79	0.4362	0.1101	0.0348	0.3836
40	0.5485	0.1824	0.5172	0.2288					

3. Transformationsmatrix zu Reference-Vektoren: Λ

	1	2	3	4
1	0.93534	-0.03461	-0.31665	-0.15387
2	-0.04516	0.95761	-0.24616	-0.14266
3	-0.29837	-0.12829	0.94471	-0.04519
4	-0.05917	-0.01812	-0.28793	0.95565

noch: Anhang 14

6. Diagonale Hilfsmatrix mit Korrelationen zwischen Primärfaktoren und Reference-Vektoren: $D = \text{diag}(C_r^{-1})^{-1/2}$

	1	2	3	4
1	0.73294			
2		0.87788		
3			0.65266	
4				0.85265

7. Korrelationsmatrix zwischen Primärfaktoren: $C_f = D \cdot C_r^{-1} \cdot D$

	1	2	3	4
1	1.00000			
2	0.30945	1.00000		
3	0.67529	0.47345	1.00000	
4	0.41318	0.30024	0.50940	1.00000

8. Faktorenmuster der Primärfaktoren: $V_{fp} = V_{rs} \cdot D^{-1}$

Var. Nr.	Faktoren				Var. Nr.	Faktoren			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	0.03601	0.69332	-0.01004	0.00005	41	0.86390	-0.00182	0.02476	-0.10635
2	-0.02478	0.73349	0.04953	0.03865	42	0.05481	0.01842	0.02125	0.50887
3	0.04916	0.27281	-0.01828	0.06526	43	0.46968	-0.02326	-0.06792	0.21355
4	0.01896	0.45441	-0.09393	0.02123	44	-0.02517	0.17576	-0.10187	0.14364
5	0.10637	0.38411	0.28526	-0.11992	45	0.68500	-0.01633	-0.06558	0.00049
6	0.35683	0.15066	0.08469	0.03625	46	0.27158	0.11242	0.09858	-0.04418
7	0.30120	0.06795	0.45392	0.01657	47	0.24477	-0.03766	0.50019	0.06011
8	0.52871	-0.02319	-0.27046	0.58376	48	0.14588	0.23253	0.20861	0.19153
9	0.05943	0.01780	0.82161	0.10258	49	0.04059	0.28526	0.32681	0.09560
10	0.15286	0.11134	0.61943	0.08100	50	0.19263	-0.02227	0.29242	0.25313
11	0.49705	0.05905	-0.18773	0.13066	51	0.55675	0.18717	-0.04237	0.13863
12	0.00747	0.61836	0.23628	-0.03694	52	0.21246	0.25985	0.14998	0.08786
13	-0.07947	0.34896	0.63140	0.01538	53	0.07285	0.30940	0.26143	0.10763
14	-0.06602	0.17792	0.80967	0.01137	54	0.03706	0.29698	-0.11811	0.04631
15	0.10325	0.28803	0.28972	0.12697	55	0.28716	-0.00129	0.22565	0.41948
16	0.12094	0.63117	-0.05611	0.00775	56	0.52415	0.06194	-0.41424	0.36071
17	0.04474	0.52917	0.06620	0.03813	57	0.01712	0.02559	0.12065	0.36445
18	0.04469	0.45040	0.28379	-0.03025	58	0.06955	0.01741	0.72874	0.15998
19	0.18403	0.06053	0.00666	0.45355	59	0.43503	-0.00247	0.14701	0.32113
20	0.36454	0.12351	0.02183	0.12999	60	0.11880	0.50356	0.00399	-0.01040
21	0.60113	0.00806	0.01662	0.24414	61	-0.10227	0.44094	0.38856	-0.00360
22	-0.01104	0.24545	0.58021	0.00148	62	0.02081	0.59025	0.02413	0.06632
23	0.28895	-0.06961	0.24694	0.22317	63	0.35410	0.30528	-0.12785	0.03244
24	0.04931	0.14349	0.51192	0.18230	64	0.21074	-0.03302	0.09774	0.47585
25	0.08743	0.39758	0.18541	0.12196	65	0.54370	-0.02723	-0.08689	0.11935
26	0.31548	0.09387	0.25090	-0.05938	66	-0.00717	0.03124	0.14060	0.00100
27	0.05079	0.09591	0.31618	0.11640	67	0.27624	0.12087	-0.10629	0.13551
28	0.11734	0.43365	0.00500	0.21210	68	0.23285	0.04595	0.45287	0.09135
29	0.35166	0.05339	0.24729	0.19763	69	0.30917	0.02935	0.11516	0.04127
30	-0.18930	-0.04908	0.43745	0.50884	70	-0.04423	0.45760	0.03320	0.03759
31	0.03805	0.54791	-0.00094	0.07888	71	-0.07242	0.26033	0.04888	0.15192
32	-0.00854	0.27967	0.44921	0.15966	72	0.10976	0.32254	-0.00816	-0.00918
33	0.59920	0.02252	-0.00237	-0.03167	73	0.11965	0.08850	0.21907	0.36187
34	0.21846	0.22005	0.30899	0.03702	74	-0.01759	0.14550	0.75767	0.05519
35	-0.01107	0.01196	0.18703	0.30988	75	0.08702	0.42464	0.31161	-0.08142
36	0.17419	0.07524	0.43963	0.18343	76	0.03285	-0.00359	-0.06226	0.72649
37	0.17911	0.06514	0.58151	0.11706	77	0.10396	0.18142	0.19785	0.15583
38	0.30401	0.04134	0.13512	0.31521	78	0.06956	-0.09960	0.17350	0.76278
39	0.44459	0.02732	-0.01575	0.47218	79	0.45589	0.02557	-0.19724	0.38558
40	0.41988	-0.01146	0.44619	0.03985					

noch: Anhang 14

9. Primärfaktorenmuster V_{fp} zur Faktoreninterpretation

Vier Zentralitätsfaktoren - zentrale Funktionen (Variablen) nach der Höhe der Ladungen auf dem jeweiligen Faktor geordnet

V a r i a b l e n (z e n t r a l e F u n k t i o n e n)	F a k t o r e n			
	Nr. Bezeichnung	2	3	1
F A K T O R 2 "ZENTRALE FUNKTIONEN NIEDERER ORDNUNG"				
2 Fleischerei	0.733 +	0.050	-0.025	0.039
1 Bäckerei	0.693 +	-0.010	0.036	0.000
16 Schlachthaus	0.631 +	-0.056	0.121	0.008
12 Friseur- und sonstige Körperpflegegewerbe	0.618 +	0.236	0.007	-0.037
62 Glaser- und Malergewerbe	0.590 +	0.024	0.021	0.066
31 Bau- und Möbelschreinerei, Tischlerei	0.548 +	-0.001	0.038	0.079
17 Maßschneiderei	0.529 +	0.066	0.045	0.038
60 Schlosserei, Schmiede	0.504 +	0.004	0.119	-0.010
70 Hotel, Gasthof	0.458 +	0.033	-0.044	0.038
4 Eh. Lebensmittel	0.454 +	-0.094	0.019	0.021
18 Eh. Textilwaren	0.450 +	0.284	0.045	-0.030
61 Bauinstallation	0.441 +	0.389	-0.102	-0.004
28 Eh. Brennstoffe	0.434 +	0.005	0.117	0.212
75 Genossenschaftliches Kreditinstitut	0.425 +	0.312	0.087	-0.081
25 Eh. Hausrat, Herde und Öfen, Schneidwaren	0.398 +	0.185	0.087	0.122
5 Fach-Eh. Lebensmittel	0.384 +	0.285	0.106	-0.120
13 Arzt	0.349	0.631 +	-0.079	0.015
72 Gast- und Speisewirtschaft	0.323 +	-0.008	0.110	-0.009
53 Straßenverkehr	0.309 +	0.261	0.073	0.108
63 Fußboden- und Plattenlegerei; Ofensetzerei	0.305	-0.128	0.354 +	0.032
54 Post	0.297 +	-0.118	0.037	0.046
15 Sonstiges freiberufliches Gesundheitswesen	0.288	0.290 +	0.103	0.127
49 Tankstelle	0.285	0.327 +	0.041	0.096
32 Polsterei, Dekorateur	0.280	0.449 +	-0.009	0.160
3 Eh. Gemischtwaren	0.273 +	-0.018	0.049	0.065
71 Sonstige Beherbergungsstätten	0.260 +	0.049	-0.072	0.152
52 Eisenbahnen	0.260 +	0.150	0.212	0.088
22 Eh. Schuhe	0.245	0.580 +	-0.011	0.001
48 Rep. Kraftfahrzeuge, Fahrräder	0.233 +	0.209	0.146	0.192
34 Eh. Möbel, Einrichtungsgegenstände, Holzwaren	0.220	0.309 +	0.218	0.037
F A K T O R 3 "ZENTRALE FUNKTIONEN MITTLERER ORDNUNG"				
9 Apotheken	0.018	0.822 +	0.059	0.103
14 Zahnarzt	0.178	0.810 +	-0.066	0.011
74 Kreditbank, Sparkasse	0.145	0.758 +	-0.018	0.055
58 Eh. Uhren, Edelmetall- und Schmuckwaren	0.017	0.729 +	0.070	0.160
13 Arzt	0.349	0.631 +	-0.079	0.015
10 Drogerien	0.111	0.619 +	0.153	0.081
37 Eh. Schreib- und Papierwaren, Büroartikel	0.065	0.582 +	0.179	0.117
22 Eh. Schuhe	0.245	0.580 +	-0.011	0.001
24 Wäscherei, Reinigung, Färberei	0.143	0.512 +	0.049	0.182
47 Fotograf	-0.038	0.500 +	0.245	0.060
7 Eh. Tabakwaren	0.068	0.454 +	0.301	0.017
68 Eh. Lacke, Farben, Tapeten, Fußbodenbeläge	0.046	0.453 +	0.233	0.091
32 Polsterei, Dekorateur	0.280	0.449 +	-0.009	0.160
40 Kino	-0.011	0.446 +	0.420	0.040
36 Eh. Rundfunk- und Fernsehgeräte, Schallplatten	0.075	0.440 +	0.174	0.183
30 Schornsteinfeger	-0.049	0.437	-0.189	0.509 +
61 Bauinstallation	0.441 +	0.389	-0.102	-0.004 +
49 Tankstelle	0.285	0.327 +	0.041	0.096
27 Eh. Elektrowaren	0.096	0.316 +	0.051	0.116
75 Genossenschaftliches Kreditinstitut	0.425 +	0.312	0.087	-0.081
34 Eh. Möbel, Einrichtungsgegenstände, Holzwaren	0.220	0.309 +	0.218	0.037
50 Eh. Kraftfahrzeuge und -zubehör	-0.022	0.292 +	0.193	0.253
15 Sonstiges freiberufliches Gesundheitswesen	0.288	0.290 +	0.103	0.127
5 Fach-Eh. Lebensmittel	0.384 +	0.285	0.106	-0.120
18 Eh. Textilwaren	0.450 +	0.284	0.045	-0.030
53 Straßenverkehr	0.309 +	0.261	0.073	0.108
26 Eh. Feinkeramik, Glaswaren	0.094	0.251	0.315 +	-0.059
29 Heißmanglelei, Bügelei	0.053	0.247	0.352 +	0.198
23 Eh. Leder- und Taschenwaren	-0.070	0.247	0.289 +	0.223
12 Friseur- und sonstige Körperpflegegewerbe	0.618 +	0.236	0.007	-0.037
55 Kraftfahrerschule	-0.001	0.226	0.287	0.419 +
73 Sonstige Bewirtschaftungsstätten	0.088	0.219	0.120	0.362 +
48 Rep. Kraftfahrzeuge, Fahrräder	0.233 +	0.209	0.146	0.192
8 Eh. Reformwaren	-0.023	-0.270	0.529	0.584 +
56 PKW-Vermietung	0.062	-0.414	0.524 +	0.361

noch: Anhang 14

noch 9. Primärfaktorenmuster

V a r i a b l e n (zentrale Funktionen)		F a k t o r e n			
Nr.	Bezeichnung	2	3	1	4
F A K T O R 1 "ZENTRALE FUNKTIONEN HÖHERER ORDNUNG (A)"					
41	Leihbücherei, Lesezirkel	-0.002	0.025	0.864 +	-0.106
45	Reisebüro	-0.016	-0.066	0.685 +	0.000
21	Eh. Bekleidungszubehör	0.008	0.017	0.601 +	0.244
33	Eh. Heimtextilien und Bettwaren	0.023	-0.002	0.599 +	-0.032
51	Eh. Fahrräder, Mopeds und -zubehör	0.187	-0.042	0.557 +	0.139
65	Eh. Büromaschinen und -möbel	-0.027	-0.087	0.544 +	0.119
8	Reformwaren	-0.023	-0.270	0.529 +	0.584 +
56	PKW-Vermietung	0.062	-0.414	0.524 +	0.361
11	Eh. Körperpflege- und Reinigungsmittel	0.059	-0.188	0.497 +	0.131
43	Eh. Galanterie- und Spielwaren	-0.023	-0.068	0.470 +	0.214
79	Grundstücks- und Wohnungsvermittlung	0.026	-0.197	0.456 +	0.386
39	Privatunterricht	0.027	-0.016	0.445	0.472 +
59	Blumen und Pflanzen	-0.002	0.147	0.435 +	0.321
40	Kino	-0.011	0.446 +	0.420	0.040
20	Eh. Wäsche, Wirk- und Textilkurzwaren	0.124	0.022	0.365 +	0.130
6	Eh. Bier, alkoholfreie Getränke	0.151	0.085	0.357 +	0.036
63	Fußboden- und Plattenlegerei; Ofensetzerei	0.305	-0.128	0.354 +	0.032
29	Heißmangelei, Bügelei	0.053	0.247	0.352 +	0.198
26	Eh. Feinkeramik, Glaswaren	0.094	0.251	0.315 +	-0.059
69	Eh. verschiedener Handwerksbedarf	0.029	0.115	0.309 +	0.041
38	Eh. Bücher, Zeitschriften, Zeitungen	0.041	0.135	0.304	0.315 +
7	Eh. Tabakwaren	0.068	0.454 +	0.301	0.017
23	Eh. Leder- und Täschnerwaren	-0.070	0.247	0.289 +	0.223
55	Kraftfahrerschule	-0.001	0.226	0.287	0.419 +
67	Eh. Sämereien, Futter- und Düngemittel	0.121	-0.106	0.276 +	0.136
46	Wett- und Lotteriewesen	0.112	0.099	0.272 +	-0.044
47	Fotograf	-0.038	0.500 +	0.245	0.060
68	Eh. Lacke, Farben, Tapeten, Fußbodenbeläge	0.046	0.453 +	0.233	0.091
34	Eh. Möbel, Einrichtungsgegenstände, Holzwaren	0.220	0.309 +	0.218	0.037
52	Eisenbahnen	0.260 +	0.150	0.212	0.088
64	Eh. Eisen-, Metall- und Kunststoffwaren	-0.033	0.098	0.211	0.476 +
F A K T O R 4 "ZENTRALE FUNKTIONEN HÖHERER ORDNUNG (B)"					
78	Rechtsberatung	-0.100	0.173	0.070	0.763 +
76	Übrige Kredit- und Finanzierungsinstitute	-0.004	-0.062	0.033	0.726 +
8	Eh. Reformwaren	-0.023	-0.270	0.529	0.584 +
42	Fotoapparate sowie Fotobedarf	0.018	0.021	0.055	0.509 +
30	Schornsteinfeger	-0.049	0.437	-0.189	0.509 +
64	Eh. Eisen-, Metall- und Kunststoffwaren	-0.033	0.098	0.211	0.476 +
39	Privatunterricht	0.027	-0.016	0.445	0.472 +
19	Eh. Oberbekleidung	0.061	0.007	0.184	0.454 +
55	Kraftfahrerschule	-0.001	0.226	0.287	0.419 +
79	Grundstücks- und Wohnungsvermittlung	0.026	-0.197	0.456 +	0.386
57	Uhrmacherei	0.026	0.121	0.017	0.364 +
73	Sonstige Bewirtungsstätten	0.088	0.219	0.120	0.362 +
56	PKW-Vermietung	0.062	-0.414	0.524 +	0.361
59	Eh. Blumen und Pflanzen	-0.002	0.147	0.435 +	0.321
38	Eh. Bücher, Zeitschriften, Zeitungen	0.041	0.135	0.304	0.315 +
35	Warenhaus	0.012	0.187	-0.011	0.310 +
50	Eh. Kraftfahrzeuge und -zubehör	-0.022	0.292 +	0.193	0.253
21	Eh. Bekleidungszubehör	0.008	0.017	0.601 +	0.244
23	Eh. Leder- und Täschnerwaren	-0.070	0.247	0.289 +	0.223
43	Eh. Galanterie- und Spielwaren	-0.023	-0.068	0.470 +	0.214
28	Eh. Brennstoffe	0.434 +	0.005	0.117	0.212

Ann.: Aufgeführt sind jeweils diejenigen zentralen Funktionen, die einen Faktor mit ≥ 10.200 laden. Die jeweils höchste Faktorladung einer Variablen ist mit + gekennzeichnet.

1) Das Programm ROTOPLOT (vgl. K. ÜBERLA: Faktorenanalyse. Berlin usw. 1968, S. 346 - 354) wurde zur Verarbeitung von max. 100 Variablen und max. 20 Faktoren erweitert. Die Matrizen 3, 4 und 5 liefert ROTOPLOT; als Ausgangsmatrix dient am besten die Varimax-Matrix (Matrix 2; Programm PAFA, Deutsches Rechenzentrum Darmstadt). Die übrigen Matrizen wurden mit eigenen Rechenprogrammen unter Zuhilfenahme des MATRIX-Package (Programmbibliothek d. Ges. f. Math. u. Datenverarb. - GMD - Bonn) ermittelt.

ANHANG 15

FAKTORENANALYSE VER79L - MATRIZEN ZUR FAKTORENROTATION

Iterative Rotation zur Einfachstruktur mit dem Rechenprogramm ROTOPLOT
(vgl. Erläuterungen Anhang 14)

1. Varianzanteile der Faktoren

Faktoren	1	2	3	Summe
orthogonal rotiert:				
Spaltenquadratsummen	19.80	17.21	5.07	42.08*
Varianzanteile	47.1	40.9	12.0	100 %
schiefwinklig rotiert:				
Varianzanteile	52.4	29.7	17.9	100 %

* d. s. 80.2 % der Gesamtvarianz (Spur der Matrix = 52.46)

2. Bargmann-Test

(Auszählung der Koordinatenhyperebenen)

Faktor	Anzahl der Nullladungen		in %
	vor Rotation	nach 12. Rotationszyklus	
1	0	15	18
2	1	17*	21
3	12	22**	27
gesamt	13	54	22

* signifikant auf dem 5 %-Niveau (> 15 Nullladungen)

** signifikant auf dem 1 %-Niveau (> 18 Nullladungen)

3. Korrelationsmatrix zwischen Primärfaktoren: C_f

	1	2	3
1	1.00000		
2	0.63641	1.00000	
3	0.61125	0.68172	1.00000

noch: Anhang 15

4. Primärfaktorenmuster V_{fp} zur Faktoreninterpretation

Drei Zentralitätsfaktoren - zentrale Einrichtungen (Variablen) nach der Höhe der Ladungen auf dem jeweiligen Faktor geordnet

V a r i a b l e n		F a k t o r e n		
Nr.	Bezeichnung	1	2	3
F A K T O R 1 "ZENTRALE EINRICHTUNGEN NIEDERER BIS MITTLERER ORDNUNG"				
2	Fleischerei	0.860 +	-0.036	0.054
1	Bäckerei	0.823 +	0.039	-0.003
12	Friseur- und sonstige Körperpflegegewerbe	0.812 +	-0.005	0.148
4	Eh. Lebensmittel	0.807 +	0.012	-0.001
16	Schuhmacherei	0.773 +	0.142	-0.138
18	Eh. Textilwaren	0.767 +	-0.000	0.109
62	Glaser- und Malergewerbe	0.763 +	-0.032	0.097
75	Genossenschaftliches Kreditinstitut	0.748 +	-0.154	-0.020
61	Bauinstallation	0.720 +	-0.071	0.196
31	Bau- und Möbelschreinerei, Tischlerei	0.702 +	-0.037	0.066
17	Maßschneiderei	0.677 +	0.084	0.066
70	Hotel, Gasthof	0.677 +	-0.214	0.265
5	Fach-Eh. Lebensmittel	0.646 +	0.217	0.010
60	Schlosserei, Schmiede	0.637 +	-0.003	-0.027
13	Arzt	0.614 +	0.120	0.298
25	Eh. Hausrat, Herde und Öfen, Schneidwaren	0.609 +	-0.040	0.223
74	Kreditbank, Sparkasse	0.584 +	0.052	0.304
72	Gast- und Speisewirtschaft	0.582 +	0.192	-0.037
22	Eh. Schuhe	0.570 +	0.057	0.316
14	Zahnarzt	0.566 +	0.110	0.367
32	Polsterei, Dekorateur	0.554 +	0.077	0.268
49	Tankstelle	0.512 +	-0.065	0.366
53	Straßenverkehr	0.508 +	-0.012	0.292
15	Sonstiges freiberufliches Gesundheitswesen	0.500 +	0.325	0.050
28	Eh. Brennstoffe	0.481 +	0.112	0.180
9	Apotheken	0.473 +	0.221	0.349
34	Eh. Möbel, Einrichtungsgegenstände, Holzwaren	0.470 +	0.320	0.097
37	Eh. Schreib- und Papierwaren, Büroartikel	0.455 +	0.142	0.347
63	Fußboden- und Plattenlegerei; Ofensetzerei	0.454 +	0.203	-0.215
3	Eh. Gemischtwaren	0.454 +	0.030	-0.076
36	Eh. Rundfunk- und Fernsehgeräte, Schallplatten	0.447 +	0.222	0.248
6	Eh. Bier, alkoholfreie Getränke	0.446 +	0.237	-0.012
10	Drogerien	0.443 +	0.313	0.262
52	Eisenbahnen	0.425 +	0.310	0.020
F A K T O R 2 "ZENTRALE EINRICHTUNGEN HÖHERER ORDNUNG (A)"				
8	Eh. Reformwaren	-0.062	0.811 +	0.053
41	Leihbücherei, Lesezirkel	0.162	0.726 +	-0.077
64	Eh. Eisen-, Metall- und Kunststoffwaren	0.148	0.707 +	-0.129
21	Eh. Bekleidungszubehör	0.049	0.704 +	0.131
38	Eh. Bücher, Zeitschriften, Zeitungen	-0.002	0.679 +	0.209
33	Eh. Heimtextilien und Bettwaren	-0.026	0.672 +	0.018
39	Privatunterricht	0.039	0.655 +	0.250
42	Eh. Fotoapparate sowie Fotobedarf	-0.002	0.617 +	0.029
11	Eh. Körperpflege- und Reinigungsmittel	0.023	0.606 +	-0.051
57	Uhrmacherei	-0.109	0.579 +	0.150
19	Eh. Oberbekleidung	-0.013	0.560 +	0.223
56	PKW-Vermietung	-0.092	0.546 +	0.037
79	Grundstücks- und Wohnungsvermittlung	0.110	0.537 +	-0.025
29	Heißmanglelei, Bügelei	0.337	0.528 +	-0.036
20	Eh. Wäsche, Wirk-, Textilkurzwaren	0.038	0.487 +	0.264
68	Eh. Lacke, Farben, Tapeten, Fußbodenbeläge	0.360	0.472 +	0.026
78	Rechtsberatung	-0.137	0.466	0.620 +
65	Eh. Büromaschinen und -möbel	-0.269	0.465	0.486 +
76	Übrige Kredit- und Finanzierungsinstitute	-0.015	0.464 +	0.219
35	Warenhaus	0.140	0.464 +	-0.039
51	Eh. Fahrräder, Mopeds und -zubehör	0.377	0.442 +	-0.053
46	Wett- und Lotteriewesen	-0.000	0.439 +	0.116
7	Eh. Tabakwaren	0.389	0.422 +	0.174
71	Sonstige Beherbergungsstätten	0.275	-0.422	0.505 +
F A K T O R 3 "ZENTRALE EINRICHTUNGEN HÖHERER ORDNUNG (B)"				
30	Schornsteinfeger	0.010	-0.002	0.724 +
43	Eh. Galanterie- und Spielwaren	-0.140	0.194	0.636 +
78	Rechtsberatung	-0.137	0.466	0.620 +
23	Eh. Leder- und Täschnerwaren	-0.014	0.260	0.536 +
71	Sonstige Beherbergungsstätten	0.275	-0.422	0.505 +
50	Eh. Kraftfahrzeuge und -zubehör	-0.009	0.363	0.487 +
65	Eh. Büromaschinen und -möbel	-0.269	0.465	0.486 +
58	Eh. Uhren, Edelmetall- und Schmuckwaren	0.394	0.157	0.474 +
47	Fotograf	0.343	0.008	0.431 +
55	Kraftfahrerschule	0.168	0.370	0.416 +
45	Reisebüro	0.050	0.149	0.411 +
77	Versicherung	0.178	0.223	0.411 +
73	Sonstige Bewirtungsstätten	0.133	0.362	0.404 +

Anm.: Aufgeführt sind jeweils diejenigen zentralen Einrichtungen, die einen Faktor mit $\geq |0.400|$ laden. Die jeweils höchste Faktorladung einer Variablen ist mit + gekennzeichnet.

GEMEINDE (PROBAND)			VER79L				ALT79A				GEM.	
NR.	GEM.KZ.	GEMEINDENAME	FAKTOREN			ANZ. VERS-EINR.	FAKTOREN				ANZ. ZENTR FUNKT	NR.
			1	2	3		1	2	3	4		
1	132111	FRIESENHAGEN	0.589	-0.211	-0.344	31	-0.228	1.595	-0.330	-0.106	19	1
2	132112	HERDORF	3.848	2.920	0.666	188	4.371	1.021	3.830	1.828	53	2
3	132201	ALMERSBACH	-0.347	0.082	-0.255	12	0.088	-0.184	-0.567	-0.061	11	3
4	132202	ALTENKIRCHEN	3.508	4.132	4.914	249	1.987	1.989	3.410	7.374	62	4
5	132203	BACHENBERG	-0.779	-0.156	-0.225	1	-0.250	-1.333	-0.267	-0.267	1	5
6	132204	BUSENHAUSEN	-0.546	-0.092	-0.320	7	-0.135	-0.864	-0.284	-0.379	5	6
7	132205	DIEPERZEN	-0.807	-0.166	-0.211	0	-0.222	-1.418	-0.225	-0.304	0	7
8	132206	EICHELHARDT	-0.137	-0.127	-0.432	12	0.243	0.697	0.767	-0.145	12	8
9	132207	FLUTERSCHEN	-0.031	-0.291	-0.156	16	-0.516	0.480	0.476	-0.289	13	9
10	132208	GIELEROTH	-0.354	-0.273	-0.133	12	-0.341	-0.380	-0.481	-0.152	8	10
11	132209	HELMENZEN	-0.397	-0.139	-0.344	11	-0.131	-0.812	-0.237	-0.327	6	11
12	132210	HELMEROTH	-0.615	-0.069	-0.285	5	0.219	-1.311	0.270	-0.469	5	12
13	132211	HEUPELZEN	-0.607	-0.092	-0.383	5	0.002	-0.981	-0.294	-0.479	5	13
14	132212	HILGENROTH	-0.565	-0.148	-0.165	8	0.290	-0.478	0.802	0.000	6	14
15	132213	IDELBERG	-0.740	-0.191	-0.270	1	-0.225	-1.289	-0.211	-0.313	1	15
16	132214	INGELBACH	-0.329	-0.183	-0.408	10	-0.359	-0.166	-0.600	-0.288	8	16
17	132215	ISERT	-0.708	-0.161	-0.242	2	-0.230	-1.140	-0.296	-0.277	2	17
18	132216	KETTENHAUSEN	-0.566	-0.114	-0.278	5	-0.166	-0.852	-0.320	-0.287	5	18
19	132217	MAMMELZEN	-0.339	-0.295	0.260	14	-0.095	-0.356	0.216	-0.447	11	19
20	132218	MICHELBAACH WW.	-0.546	-0.240	-0.209	6	-0.349	-0.683	-0.374	-0.225	6	20
21	132219	OBBERBACH WW.	-0.314	-0.055	-0.242	12	-0.238	-0.185	-0.328	-0.197	11	21
22	132220	OBBERWAMBACH	-0.581	-0.204	-0.184	8	-0.295	-0.731	-0.409	-0.165	6	22
23	132221	OELSEN	-0.744	-0.162	-0.235	1	-0.249	-1.257	-0.282	-0.277	1	23
24	132222	RACKSEN	-0.771	-0.165	-0.218	1	-0.202	-1.302	-0.239	-0.304	1	24
25	132223	SOERTH	-0.660	-0.162	-0.267	3	-0.241	-0.975	-0.314	-0.267	3	25
26	132224	STUERZELBACH	-0.681	-0.156	-0.292	2	-0.177	-1.064	-0.304	-0.328	2	26
27	132225	VOLKERZEN	-0.759	-0.167	-0.235	1	-0.233	-1.253	-0.243	-0.294	1	27
28	132251	ALSDORF	0.303	0.134	-0.144	29	0.401	0.678	-0.215	-0.101	19	28
29	132252	BETZDORF	4.045	7.895	3.342	339	5.959	1.525	2.511	5.732	70	29
30	132253	DAUERSBERG	-0.744	-0.162	-0.235	1	-0.249	-1.257	-0.282	-0.277	1	30
31	132254	GRUENEBACH	-0.562	-0.175	-0.150	6	-0.236	-0.822	-0.349	-0.296	5	31
32	132255	SCHEUERFELD	0.334	0.519	0.516	36	0.420	0.606	1.652	0.129	25	32
33	132256	WALLMENROTH	0.148	-0.216	-0.358	20	-0.269	0.746	-0.499	-0.198	14	33
34	132301	BIERSDORF	0.780	0.234	-0.554	33	0.283	1.253	0.536	-0.420	22	34
35	132302	DAADEN	2.584	1.168	0.405	100	2.140	1.248	3.894	-0.740	44	35
36	132303	DERSCHEN	-0.309	0.148	-0.450	14	-0.629	-0.092	-0.615	0.653	11	36
37	132304	EMMERZHAUSEN	-0.514	-0.036	-0.061	9	0.068	-0.902	-0.044	-0.188	6	37
38	132305	FRIEDELWALD	-0.169	-0.180	-0.079	18	-0.413	0.323	-0.587	0.220	12	38
39	132306	MAUDEN	-0.708	-0.161	-0.242	2	-0.230	-1.140	-0.296	-0.277	2	39
40	132307	NIEDERDREISBACH	-0.023	-0.404	-0.067	18	-0.545	0.703	-0.505	-0.200	15	40
41	132308	NISTERBERG	-0.471	-0.176	-0.297	7	-0.280	-0.581	-0.453	-0.225	6	41
42	132309	OBBERDREISBACH	-0.096	-0.226	-0.280	13	-0.413	0.423	-0.434	-0.052	12	42
43	132310	SCHUTZBACH	-0.611	-0.003	-0.350	5	0.117	-0.965	-0.324	-0.404	4	43
44	132311	WEITFELD	0.490	-0.253	0.497	34	-0.520	1.783	0.274	0.411	25	44
45	132351	BERZHAUSEN	-0.786	0.076	-0.153	2	-0.185	-1.287	-0.254	-0.081	2	45
46	132352	BUERDENBACH	-0.502	-0.094	-0.145	8	-0.542	-0.601	-0.409	0.412	6	46
47	132353	BURGLAHR	-0.415	-0.322	0.030	12	-0.292	-0.262	-0.311	-0.080	8	47
48	132354	EICHEN	-0.560	-0.354	0.289	11	-0.642	-0.544	-0.258	0.459	8	48
49	132355	EULENBERG	-0.779	-0.156	-0.225	1	-0.250	-1.333	-0.267	-0.267	1	49
50	132356	FLAMMERSFELD	1.217	-0.451	1.529	57	1.141	1.527	2.550	-0.661	30	50
51	132357	GUELLESHEIM	-0.117	-0.326	-0.170	13	-0.407	0.169	-0.111	-0.311	11	51
52	132358	MORHAUSEN WW.	1.502	-0.348	1.280	58	-0.705	1.256	2.484	0.603	33	52
53	132359	KESCHIED	-0.689	-0.227	-0.135	4	-0.304	-0.992	-0.382	-0.165	4	53
54	132360	KRUNKEL	-0.511	-0.165	-0.196	9	-0.286	-0.725	-0.412	-0.188	6	54
55	132361	NEITERSCHEN	-0.598	-0.180	-0.241	5	-0.283	-0.853	-0.468	-0.302	5	55
56	132362	NIEDERSTEINEBACH	-0.576	-0.179	-0.277	4	-0.351	-0.749	-0.519	-0.226	4	56
57	132363	OBERLAHR	0.049	-0.170	0.315	20	0.309	0.407	-0.594	-0.167	16	57
58	132364	OBERNAU	-0.714	-0.138	0.108	6	-0.199	-0.888	-0.244	-0.118	6	58
59	132365	OBBERSTEINEBACH	-0.585	-0.271	-0.173	6	-0.403	-0.896	-0.376	-0.220	4	59
60	132366	ORFGEN	-0.676	-0.148	-0.252	3	-0.209	-1.044	-0.306	-0.286	3	60
61	132367	PETERSLAHR	-0.309	-0.271	-0.241	9	-0.396	0.053	-0.555	-0.194	9	61
62	132368	PLECKHAUSEN	-0.619	-0.254	-0.038	8	0.217	-0.345	0.825	0.050	7	62
63	132369	REIFERSCHIED	-0.496	-0.174	-0.319	7	-0.241	-0.601	-0.416	-0.319	6	63
64	132370	ROTT	-0.539	-0.263	-0.141	7	-0.355	-0.763	-0.464	-0.164	5	64
65	132371	SCHOENEBERG	-0.430	-0.163	-0.362	10	-0.297	-0.538	-0.348	-0.256	7	65
66	132372	SCHUERDT	-0.700	-0.139	-0.184	4	-0.148	-1.100	-0.414	-0.239	4	66
67	132373	SEELBACH WW.	-0.551	0.012	-0.155	10	-0.209	-0.510	-0.615	0.158	8	67
68	132374	SEIFEN	-0.611	0.216	-0.549	5	-0.207	-1.023	-0.251	0.434	5	68
69	132375	WALTERSCHEN	-0.683	-0.254	-0.013	5	-0.288	-0.891	-0.327	-0.167	5	69
70	132376	WILLROTH	-0.236	-0.096	-0.385	12	-0.134	0.096	-0.574	-0.256	11	70
71	132401	DICKENDORF	-0.559	-0.308	0.253	9	-0.058	-0.658	-0.703	-0.157	7	71
72	132402	ELBEN	-0.499	0.017	-0.141	9	-0.180	-0.370	-0.655	0.251	9	72
73	132403	ELKENROTH	0.389	-0.407	1.087	39	-0.275	0.934	0.958	0.219	23	73
74	132404	FENSODRF	-0.556	-0.137	-0.360	5	-0.219	-0.949	-0.312	-0.354	4	74
75	132405	GEBHARDSHAIN	0.989	0.076	1.393	54	-0.253	1.178	2.311	0.557	32	75
76	132406	HÖMMELSBURG	-0.593	-0.092	-0.325	5	-0.216	-1.078	-0.326	-0.345	3	76
77	132407	KAUSEN	-0.249	-0.246	-0.047	14	-0.453	0.176	-0.465	0.107	11	77
78	132408	KOTZENROTH (ROSENHEIM)	-0.286	-0.306	-0.241	12	-0.388	-0.078	-0.454	-0.226	9	78
79	132409	MOLZHAIN	-0.552	-0.174	-0.264	7	-0.248	-0.725	-0.408	-0.267	5	79
80	132410	NAUROTH	0.097	0.043	-0.115	25	0.669	0.598	-0.127	-0.410	17	80
81	132411	STEINEBACH	-0.043	-0.300	-0.319	16	-0.443	0.407	-0.682	-0.142	12	81
82	132412	STEINEBERG	-0.662	-0.212	-0.190	4	-0.305	-0.894	-0.351	-0.223	4	82
83	132413	STEINEROTH	-0.571	-0.061	-0.357	6	-0.126	-0.940	-0.239	-0.371	5	83
84	132451	BIRKENBEUL	-0.447	-0.224	-0.253	9	-0.242	-0.592	-0.423	-0.224	7	84
85	132452	BITZEN	0.099	-0.275	-0.265	21	-0.302	0.422	-0.094	-0.349	13	85

noch: Anhang 16

GEMEINDE (PRUBAND)			VER79L			ALT79A				GEM.		
NR.	GEM.KZ.	GEMEINDENAME	FAKTOREN			ANZ. VERS- EINR.	FAKTOREN				ANZ. ZENTR FUNKT	NR.
			1	2	3		1	2	3	4		
86	132453	BREITSCHEIDT	-0.143	-0.286	-0.312	15	-0.386	0.319	-0.715	-0.279	13	86
87	132454	BRUCHERTSEIFEN	-0.555	-0.352	0.046	8	-0.430	-0.602	-0.524	-0.075	7	87
88	132455	ETZBACH	-0.557	-0.150	-0.248	6	-0.248	-0.801	-0.423	-0.252	5	88
89	132456	FORST	-0.685	-0.000	0.018	9	0.008	-1.022	-0.074	-0.244	6	89
90	132457	FUERTHEN	-0.288	-0.199	-0.265	12	-0.300	-0.289	-0.432	-0.216	8	90
91	132458	HAMM	2.173	1.238	1.647	92	2.217	1.047	3.997	1.175	45	91
92	132459	NIEDERIRSEN	-0.716	-0.068	-0.198	5	0.201	-1.092	-0.257	-0.413	4	92
93	132460	PRACHT	-0.119	-0.225	0.082	23	0.270	0.432	0.739	-0.122	13	93
94	132461	ROTH	-0.051	-0.100	0.079	23	-0.721	0.367	-0.486	1.046	15	94
95	132462	SEELBACH AMT HAMM	-0.778	-0.122	-0.101	3	-0.102	-1.228	-0.348	-0.271	3	95
96	132463	UNTERSCHUETZEN	-0.807	-0.166	-0.211	0	-0.222	-1.418	-0.225	-0.304	0	96
97	132501	BRACHBACH	0.731	-0.214	-0.500	34	-0.165	1.437	-0.204	-0.205	19	97
98	132502	FREUSBURG	0.150	-0.135	-0.238	19	-0.116	0.508	0.246	-0.439	15	98
99	132503	HARBACH	-0.370	-0.104	-0.372	9	-0.112	-0.424	-0.647	-0.302	7	99
100	132504	HERKERSDOORF	-0.604	-0.120	0.013	9	-0.112	-0.834	-0.230	-0.139	7	100
101	132505	HUETTSEIFEN	0.156	0.067	-0.362	32	0.174	0.536	-0.441	-0.326	16	101
102	132506	KATZENBACH	-0.562	-0.217	-0.182	6	-0.354	-0.783	-0.460	-0.174	5	102
103	132507	KIRCHEN WEHBACH SIEG	3.498	1.602	3.126	202	0.229	1.269	3.924	4.843	52	103
104	132508	MUDERSBACH	3.447	2.353	0.656	159	6.051	1.797	3.359	-1.953	53	104
105	132509	NIEDERFISCHBACH	2.098	-0.230	0.986	83	0.451	1.549	2.467	0.158	36	105
106	132510	OFFHAUSEN	-0.593	-0.129	-0.334	4	-0.231	-0.838	-0.399	-0.274	4	106
107	132511	WINGENDORF	-0.497	-0.166	-0.290	7	-0.283	-0.621	-0.501	-0.273	5	107
108	132551	BIRNBACH	-0.154	-0.303	-0.347	12	-0.420	0.390	-0.655	-0.185	10	108
109	132552	ERSFELD	-0.771	-0.165	-0.218	1	-0.202	-1.302	-0.239	-0.304	1	109
110	132553	FIERSBACH	-0.619	-0.202	-0.240	4	-0.268	-0.821	-0.398	-0.257	4	110
111	132554	FORSTMEHREN	-0.484	-0.100	-0.278	7	-0.220	-0.510	-0.469	-0.330	7	111
112	132555	GIERSHAUSEN	-0.616	-0.160	-0.228	4	-0.216	-0.926	-0.290	-0.285	4	112
113	132556	HASSELBACH	-0.406	-0.258	-0.172	10	-0.367	-0.362	-0.306	-0.069	9	113
114	132557	HEMELZEN	-0.743	-0.260	-0.088	3	-0.352	-1.086	-0.347	-0.173	3	114
115	132558	HILKHAUSEN	-0.670	-0.171	-0.157	4	0.001	-1.098	-0.283	-0.232	4	115
116	132559	HIRZ MAULSBACH	-0.690	-0.141	-0.246	4	-0.210	-1.120	-0.290	-0.277	3	116
117	132560	KIRCHEIB	-0.260	-0.319	-0.059	15	-0.416	-0.187	-0.398	-0.193	9	117
118	132561	KRAAM	-0.593	-0.114	-0.303	6	-0.188	-0.785	-0.554	-0.203	5	118
119	132562	MARENBACH	-0.568	-0.140	-0.237	6	-0.144	-0.763	-0.365	-0.363	6	119
120	132563	MEHREN	-0.142	-0.339	-0.241	14	-0.489	0.185	-0.468	-0.151	11	120
121	132564	NEITERSEN	0.128	-0.217	-0.301	19	-0.334	0.999	-0.646	-0.232	15	121
122	132565	NIEDERDOLFEN	-0.775	-0.156	-0.225	1	-0.250	-1.333	-0.267	-0.267	1	122
123	132566	OBERIRSEN	-0.586	-0.156	-0.209	6	-0.312	-0.756	-0.286	-0.080	6	123
124	132567	RETTENSEN	-0.593	-0.256	-0.136	5	-0.327	-0.848	-0.422	-0.201	4	124
125	132568	RIMBACH	-0.710	-0.212	-0.166	3	-0.294	-1.059	-0.333	-0.233	3	125
126	132569	WERKHAUSEN	-0.658	-0.160	-0.261	4	-0.177	-1.057	-0.252	-0.333	4	126
127	132570	WEYERBUSCH	1.468	0.389	0.803	55	0.881	1.120	2.985	0.001	35	127
128	132571	WELMERSEN	-0.587	-0.048	-0.258	6	-0.259	-0.860	-0.378	-0.067	5	128
129	132572	ZIEGENHAIN	-0.771	-0.165	-0.218	1	-0.202	-1.302	-0.239	-0.304	1	129
130	132601	BIRKEN BRUCHEN	0.195	-0.328	-0.161	22	-0.402	0.807	-0.199	-0.402	14	130
131	132602	BLICKHAUSERHOEHE	-0.565	-0.172	-0.290	6	-0.300	-0.841	-0.347	-0.264	5	131
132	132603	ELBERGRUND	-0.743	-0.155	-0.232	2	-0.230	-1.217	-0.281	-0.267	2	132
133	132604	HDEVELS	-0.647	-0.208	-0.191	4	-0.321	-0.897	-0.391	-0.206	4	133
134	132605	KOETTINGERHOEHE	-0.370	-0.244	-0.141	9	-0.324	-0.332	-0.278	-0.324	7	134
135	132606	NOCHEN	0.316	-0.375	-0.240	24	-0.586	0.877	-0.308	-0.166	15	135
136	132607	SCHOENSTEIN	0.120	-0.277	-0.198	19	-0.445	0.923	-0.483	-0.000	13	136
137	132608	SELBACH AMT WISSEN	-0.565	-0.213	-0.159	7	-0.344	-0.833	-0.388	-0.203	5	137
138	132609	WISSEN	4.656	6.214	-0.190	262	3.557	1.688	2.761	5.975	61	138
139	138111	LINZ AM RHEIN	3.473	3.620	6.470	275	6.333	1.047	4.023	1.737	66	139
140	138112	NEUMIED	4.688	14.067	9.840	927	7.747	1.027	2.324	6.654	77	140
141	138201	ASBACH	1.369	-0.044	2.878	76	-1.391	1.135	2.769	3.533	37	141
142	138202	ELSAFF	0.569	-0.292	-0.212	33	-0.380	1.941	-0.867	0.087	22	142
143	138203	GRIESENBACH	-0.180	0.154	-0.411	18	0.870	0.287	0.647	-0.210	13	143
144	138204	KRAUTSCHEIDT	0.201	-0.284	0.047	27	-0.339	0.865	-0.330	-0.186	17	144
145	138205	LIMBACH	-0.171	0.125	-0.188	22	0.475	0.565	-0.654	0.711	12	145
146	138206	REDERSCHEID	-0.367	-0.268	-0.188	10	-0.266	-0.323	-0.444	-0.220	7	146
147	138207	SCHWENEBERG	0.288	0.113	-0.514	34	0.656	1.096	-0.914	0.467	16	147
148	138208	WINDHAGEN	-0.174	-0.248	-0.409	13	-0.206	0.270	-0.643	-0.352	10	148
149	138251	BAD HOENNINGEN	3.924	1.762	3.249	219	3.546	1.962	3.384	2.274	58	149
150	138252	HAMMERSTEIN	-0.363	-0.113	-0.405	9	-0.260	-0.347	-0.510	-0.331	7	150
151	138253	LEUTESDOORF	1.921	0.319	0.185	75	1.279	1.977	1.948	-0.795	35	151
152	138254	RHEINBROHL	2.864	0.936	0.166	110	1.682	2.176	2.548	0.713	45	152
153	138301	BRUECKKRACHDOORF	-0.403	-0.105	-0.329	9	-0.166	-0.373	-0.476	-0.276	9	153
154	138302	DIERDORF	2.241	2.722	2.122	108	1.114	1.500	3.002	6.652	55	154
155	138303	ELGERT	-0.461	-0.249	-0.221	7	-0.321	-0.542	-0.418	-0.267	7	155
156	138304	GIERSHOFEN	-0.343	-0.181	-0.371	9	-0.149	-0.390	-0.302	-0.400	7	156
157	138305	GROSSMAISCHEID	1.151	-0.211	-0.013	46	0.379	2.067	0.865	-0.569	29	157
158	138306	ISENBURG	0.058	-0.186	-0.141	27	-0.137	0.296	-0.402	-0.334	12	158
159	138307	KAUSEN	-0.576	-0.145	-0.188	7	-0.136	-0.860	-0.488	-0.190	6	159
160	138308	KLEINMAISCHEID	0.114	-0.300	-0.056	22	-0.248	0.666	-0.532	-0.298	15	160
161	138309	STEBACH	-0.712	-0.148	-0.245	2	-0.229	-1.160	-0.292	-0.286	2	161
162	138310	WIENAU	-0.284	-0.255	-0.295	11	-0.256	-0.261	-0.454	-0.376	8	162
163	138351	ENGERS	3.369	3.633	2.333	195	6.599	1.428	2.523	1.208	58	163
164	138352	GLADBACH	1.217	-0.165	-0.008	52	0.038	1.886	0.386	-0.135	25	164
165	138353	HEIMBACH WEIS	3.806	1.990	0.639	202	2.818	2.306	3.106	-0.229	50	165
166	138401	DATTENBERG	0.367	-0.330	-0.364	28	-0.300	1.090	-0.522	-0.225	16	166
167	138402	HARGARTEN	-0.373	-0.077	-0.334	11	-0.282	-0.448	-0.402	-0.226	8	167
168	138403	KASBACH	0.264	-0.132	-0.286	21	0.127	1.116	-0.608	-0.254	16	168
169	138404	LEUBSDORF	0.856	-0.160	-0.384	41	-0.281	1.658	-0.437	-0.059	21	169
170	138405	NDTSCHHEID	0.654	-0.411	0.206	17	-0.335	0.251	0.650	-0.235	14	170

noch: Anhang 16

GEMEINDE (PRUBAND)			VER79L			ANZ.	ALT79A				ANZ.	GEM.
NR.	GEM.KZ.	GEMEINDENAME	1	2	3	VERS-EINR.	1	2	3	4	ZENTR FUNKT	NR.
171	138406	OCKENFELS	-0.265	-0.189	-0.301	13	-0.321	-0.000	-0.541	-0.196	9	171
172	138407	OHLENBERG	-0.555	-0.207	-0.240	5	-0.312	-0.599	-0.480	-0.280	5	172
173	138451	BREITSCHEID	-0.214	-0.437	0.017	20	-0.436	-0.080	-0.538	-0.115	10	173
174	138452	BREMSCHIED	0.616	-0.356	0.065	39	0.325	1.155	-0.009	-0.582	21	174
175	138453	KURTSCHEID	-0.210	-0.449	0.288	20	-0.505	0.682	-0.438	-0.051	15	175
176	138454	NIEDERBREITBACH	0.584	-0.414	-0.046	43	-0.131	1.233	-0.317	-0.082	18	176
177	138455	ROSSBACH	0.327	-0.387	0.143	45	-0.331	1.323	-0.607	0.250	19	177
178	138456	WALDBREITBACH	1.859	-0.670	1.515	70	-0.068	1.400	2.889	-0.056	33	178
179	138501	BUEHLINGEN	0.030	-0.337	-0.311	17	-0.512	0.615	-0.428	-0.163	13	179
180	138502	ELSAFFTHAL	-0.236	-0.287	-0.163	18	-0.273	0.028	-0.734	-0.154	10	180
181	138503	LORSCHIED	-0.635	-0.366	-0.268	19	0.201	0.848	0.663	-0.168	13	181
182	138504	NEUSTADT WIED	1.923	-0.093	0.934	75	0.713	2.127	2.132	-0.264	36	182
183	138505	RAHMS	-0.229	0.005	-0.226	17	-0.479	0.070	-0.482	0.479	12	183
184	138506	VETTELSCHOSS	0.505	-0.118	0.148	40	-0.334	1.279	-0.310	0.637	20	184
185	138551	ALTWIED	-0.011	-0.180	-0.027	19	-0.191	0.985	-0.474	0.216	16	185
186	138552	DATZEROTH	-0.613	-0.264	-0.125	6	-0.321	-0.897	-0.391	-0.206	4	186
187	138553	FAHR	-0.337	-0.114	0.048	15	0.057	-0.440	-0.470	-0.146	9	187
188	138554	GUENNERSDORF	0.353	-0.231	-0.082	27	-0.139	0.279	0.558	-0.397	14	188
189	138555	HUELLENBERG	-0.693	-0.140	-0.251	3	-0.229	-1.160	-0.292	-0.286	2	189
190	138556	IRLICH	2.415	1.612	-1.125	98	3.229	1.408	2.635	-1.995	37	190
191	138557	MELSBACH	0.258	-0.258	-0.399	24	-0.128	0.779	-0.404	-0.556	16	191
192	138558	NIEDERBIEBER SEGENDORF	3.435	0.922	1.279	147	1.179	2.050	3.684	0.743	45	192
193	138559	OBERBIEBER	2.793	0.925	0.586	109	0.815	2.160	3.119	1.616	45	193
194	138560	ROCKENFELD	-0.775	-0.153	-0.220	1	-0.201	-1.322	-0.235	-0.314	1	194
195	138561	RODENBACH BEI NEUWIED	-0.005	-0.299	-0.285	15	-0.270	0.690	-0.532	-0.151	12	195
196	138562	WOLLENDORF	1.294	0.878	-0.602	50	1.767	0.948	1.469	-0.992	29	196
197	138601	ALBERTHOFEN	-0.373	-0.129	0.723	21	-1.165	0.239	-0.773	2.369	13	197
198	138602	ASCHEID	-0.771	-0.165	-0.218	1	-0.202	-1.302	-0.239	-0.304	1	198
199	138603	BAUSCHIED	-0.771	-0.165	-0.218	1	-0.202	-1.302	-0.239	-0.304	1	199
200	138604	DERNBACH	0.267	-0.133	-0.440	25	-0.084	0.863	-0.577	-0.209	17	200
201	138605	OOETTESFELD	-0.209	-0.106	-0.326	12	0.176	0.170	-0.516	-0.363	11	201
202	138606	DUERRHOLZ	0.054	-0.279	-0.247	23	-0.075	0.377	-0.615	-0.242	12	202
203	138607	HABERSCHIED	-0.744	-0.162	-0.235	1	-0.249	-1.257	-0.282	-0.277	1	203
204	138608	HANROTH	-0.631	-0.161	-0.023	3	-0.281	-1.174	0.197	-0.400	3	204
205	138609	HARSCHBACH	-0.351	-0.131	-0.024	11	-0.244	-0.513	-0.507	0.262	7	205
206	138610	HILBERT	-0.739	-0.152	-0.227	2	-0.182	-1.205	-0.249	-0.314	2	206
207	138611	LAHRBACH	-0.807	-0.166	-0.211	0	-0.222	-1.418	-0.225	-0.304	0	207
208	138612	LINKENBACH	-0.357	-0.213	-0.379	8	-0.266	-0.278	-0.453	-0.375	7	208
209	138613	NIEDERDREIS	-0.690	-0.245	-0.128	4	-0.294	-1.059	-0.333	-0.233	3	209
210	138614	NIEDERHOFEN	-0.622	-0.241	-0.158	4	-0.346	-0.964	-0.409	-0.201	3	210
211	138615	NIEDERWAMBACH	-0.553	-0.262	-0.138	7	-0.372	-0.646	-0.450	-0.114	6	211
212	138616	OBERAEMREN	-0.779	-0.156	-0.225	1	-0.250	-1.333	-0.267	-0.267	1	212
213	138617	OBERDREIS	-0.240	-0.160	0.462	22	0.673	0.369	0.066	0.380	15	213
214	138618	PUDERBACH	1.364	0.389	0.656	53	-0.169	0.974	2.670	0.295	31	214
215	138619	RATZERT	-0.642	-0.172	-0.216	5	-0.281	-0.977	-0.367	-0.292	4	215
216	138620	RAUBACH	0.707	-0.225	-0.424	29	-0.157	1.713	-0.307	-0.295	21	216
217	138621	REICHENSTEIN	-0.744	-0.162	-0.235	1	-0.249	-1.257	-0.282	-0.277	1	217
218	138622	RICHERT	-0.689	-0.174	-0.248	2	-0.246	-1.091	-0.274	-0.262	2	218
219	138623	RODENBACH B. PUDERBACH	-0.473	-0.188	-0.300	8	-0.336	-0.611	-0.503	-0.229	5	219
220	138624	URBACH KIRCHDORF	-0.124	-0.274	-0.301	13	0.192	0.604	0.685	-0.011	10	220
221	138625	URBACH UEBERDORF	-0.396	-0.082	-0.181	10	-0.577	-0.520	-0.200	0.403	8	221
222	138626	WEROTH	-0.524	-0.079	-0.378	6	-0.298	-0.874	-0.238	-0.186	5	222
223	138627	WOLDERT	-0.466	-0.178	-0.198	10	-0.325	-0.523	-0.506	-0.064	7	223
224	138651	ANHAUSEN	0.431	-0.297	0.027	26	-0.188	1.403	-0.060	-0.357	19	224
225	138652	BONEFELD	-0.234	-0.066	-0.202	16	-0.137	0.188	-0.678	-0.071	12	225
226	138653	EHLSCHIED	-0.025	-0.215	0.401	30	-0.102	0.612	-0.060	0.220	17	226
227	138654	HARDERT	-0.212	0.204	-0.411	18	1.216	0.024	-0.140	-1.128	12	227
228	138655	HUEMMERICH	-0.618	-0.297	0.043	8	-0.268	-0.794	-0.337	-0.176	6	228
229	138656	JAHRSFELD	0.352	-0.230	-0.270	23	-0.291	1.563	-0.491	0.084	20	229
230	138657	MEINBORN	-0.501	-0.305	-0.172	5	-0.371	-0.698	-0.219	-0.253	5	230
231	138658	NIEDERHONNEFELD ELL.	0.396	-0.380	0.603	26	-0.258	0.410	1.135	0.015	19	231
232	138659	NIEDERRADEN	-0.711	-0.219	-0.170	2	-0.312	-1.099	-0.335	-0.243	2	232
233	138660	OBERHONNEFELD GIEREND	-0.432	-0.271	-0.102	11	0.257	-0.294	0.826	-0.049	7	233
234	138661	OBERRADEN	-0.679	-0.205	-0.179	3	-0.292	-1.003	-0.345	-0.252	3	234
235	138662	RENGSDORF	2.329	0.226	2.944	117	1.359	1.468	4.053	0.559	47	235
236	138663	RUESCHIED	-0.320	-0.118	0.025	14	-0.551	0.320	-0.774	0.556	14	236
237	138664	THALHAUSEN	-0.436	-0.093	-0.125	12	0.005	-0.316	-0.683	-0.137	11	237
238	138701	BRUCHHAUSEN	-0.170	-0.121	-0.306	14	-0.014	0.365	-0.536	-0.277	12	238
239	138702	ERPEL	1.660	0.152	-0.519	71	0.995	1.944	0.422	-0.637	29	239
240	138703	ORSBERG	-0.689	-0.207	-0.110	4	-0.173	-1.038	-0.262	-0.319	4	240
241	138704	RHEINBREITBACH	1.717	0.047	0.358	67	0.360	2.205	1.758	0.105	33	241
242	138705	UNKEL	2.653	0.755	1.092	120	3.407	1.858	2.516	-1.760	42	242
243	331111	AILERTSHEN	-0.235	-0.143	-0.282	13	-0.044	-0.511	-0.092	-0.501	9	243
244	331112	ALPENROD	0.712	-0.394	-0.409	35	-0.536	1.605	-0.135	-0.084	20	244
245	331113	ALTSTADT	0.345	-0.305	-0.535	24	-0.391	0.735	-0.645	-0.242	12	245
246	331114	ARNSHOEFFEN	-0.675	-0.218	-0.177	3	-0.293	-0.983	-0.349	-0.243	3	246
247	331115	ASTERT	-0.710	-0.212	-0.166	3	-0.294	-1.059	-0.333	-0.233	3	247
248	331116	ATZELGIFT	-0.336	-0.310	-0.239	10	-0.352	0.078	-0.468	-0.101	9	248
249	331117	BACH	-0.469	-0.219	-0.288	6	-0.266	-0.445	-0.430	-0.238	6	249
250	331118	BELLINGEN	-0.217	0.192	-0.285	15	-0.193	0.277	-0.296	0.080	12	250
251	331119	BEROD BEI HACHENBURG	0.071	-0.144	0.072	22	-0.092	0.985	-0.390	0.266	19	251
252	331120	BEROD BEI WALLMEROD	-0.526	-0.114	-0.360	6	-0.223	-0.613	-0.430	-0.366	6	252
253	331121	BERZHANN	-0.170	-0.192	-0.376	11	-0.301	0.487	-0.827	-0.233	11	253
254	331122	BILKHEIM	-0.547	-0.158	-0.334	5	-0.283	-0.630	-0.444	-0.270	5	254
255	331123	BOELSBURG	-0.623	-0.159	-0.281	4	-0.241	-0.975	-0.314	-0.267	3	255

noch: Anhang 16

GEMEINDE (PROBAND)			VER79L			ANZ.	ALT79A				ANZ.	GEM.
NR.	GEM.KZ.	GEMEINDENAME	FAKTOREN			VERS-	FAKTOREN				ZENTR	NR.
			1	2	3	EINR.	1	2	3	4	FUNKT	
256	331124	BOROD	-0.490	-0.281	-0.202	8	-0.375	-0.517	-0.436	-0.122	7	256
257	331125	BRANDSCHEID	-0.624	-0.108	-0.276	5	-0.121	-0.917	-0.320	-0.301	5	257
258	331126	BRETTTHAUSEN	-0.628	-0.117	-0.298	4	-0.245	-0.973	-0.371	-0.299	4	258
259	331127	BUEDINGEN	-0.284	0.006	0.074	15	-0.230	0.182	-0.641	1.077	12	259
260	331128	DAHLEN	-0.414	-0.147	-0.364	8	-0.273	-0.429	-0.477	-0.272	6	260
261	331129	DREIFELDEN	-0.644	-0.255	-0.120	5	-0.360	-0.808	-0.418	-0.146	5	261
262	331130	DREISBACH	-0.533	-0.182	-0.264	6	-0.237	-0.796	-0.323	-0.310	4	262
263	331131	DUER INGEN	-0.771	-0.165	-0.218	1	-0.202	-1.302	-0.239	-0.304	1	263
264	331132	EHRINGHAUSEN	-0.783	-0.136	-0.220	1	-0.106	-1.377	-0.198	-0.356	1	264
265	331133	EICHENSTRUTH	-0.654	-0.233	-0.146	4	-0.303	-0.916	-0.397	-0.175	4	265
266	331134	EISEN	-0.624	-0.148	-0.266	4	-0.130	-1.050	-0.247	-0.313	3	266
267	331135	ELBINGEN	-0.628	-0.148	-0.276	4	-0.220	-0.879	-0.323	-0.276	4	267
268	331136	ELSOFF	0.160	0.137	-0.795	19	0.150	0.965	-0.654	-0.340	15	268
269	331137	EMMERICHENHAIN	0.267	-0.319	0.037	21	-0.623	1.003	0.294	-0.104	17	269
270	331138	ENSPLE	-0.517	-0.190	-0.268	5	-0.318	-0.619	-0.399	-0.202	5	270
271	331139	ERBACH WW.	0.734	-0.085	0.259	34	-0.098	0.748	1.178	-0.013	24	271
272	331140	ETTINGHAUSEN	-0.673	-0.135	-0.160	4	-0.206	-0.879	-0.251	-0.150	4	272
273	331141	EWIGHAUSEN	-0.631	-0.151	-0.276	4	-0.195	-0.906	-0.290	-0.289	4	273
274	331142	FEHL RITZHAUSEN	0.467	-0.096	-0.688	26	-0.162	0.835	-0.486	-0.343	17	274
275	331143	GEHLERT	-0.405	-0.113	-0.320	10	-0.164	-0.339	-0.380	-0.260	8	275
276	331144	GEMUENDEN	0.661	0.125	-0.845	30	0.237	1.376	-0.312	0.299	20	276
277	331145	GESHASSEN	-0.542	-0.248	-0.144	7	-0.352	-0.550	-0.460	-0.123	7	277
278	331146	GIESENHAUSEN	-0.510	-0.157	-0.189	8	-0.184	-0.607	-0.285	-0.199	7	278
279	331147	GIRKENROTH	-0.271	-0.239	-0.456	9	-0.255	-0.104	-0.529	-0.409	8	279
280	331148	GROSSEIFEN	-0.291	-0.176	-0.361	9	-0.343	-0.031	-0.593	-0.247	8	280
281	331149	GUCKHEIM	0.123	-0.027	-0.135	20	-0.274	0.902	-0.577	-0.088	16	281
282	331150	HACHENBURG	2.457	4.158	5.740	195	5.657	0.885	3.245	5.106	64	282
283	331151	HAERTLINGEN	-0.582	-0.086	-0.300	6	-0.023	-0.732	-0.495	-0.301	6	283
284	331152	HAMN BEI MARIENBERG	-0.507	-0.160	-0.272	7	-0.120	-0.755	-0.296	-0.361	5	284
285	331153	HAMN BEI WALLMEROD	-0.113	-0.188	-0.453	15	-0.291	0.035	-0.534	-0.357	10	285
286	331154	HALBS	-0.634	-0.291	-0.079	6	-0.332	-0.893	-0.377	-0.183	4	286
287	331155	HARDT	-0.443	-0.295	-0.078	11	-0.328	-0.402	-0.329	-0.170	7	287
288	331156	HEIMBORN	-0.510	-0.274	-0.164	8	-0.410	-0.574	-0.239	-0.095	7	288
289	331157	HELLENHAIN SCHELLENBERG	-0.122	-0.173	-0.418	14	-0.381	0.221	-0.595	-0.204	11	289
290	331158	HERGENROTH	-0.448	-0.187	-0.276	7	-0.316	-0.398	-0.426	-0.269	7	290
291	331159	HERSCHBACH OWW.KREIS	0.178	-0.189	-0.484	22	-0.231	0.564	-0.325	-0.343	14	291
292	331160	HEUZERT	-0.629	-0.264	-0.086	5	-0.352	-0.839	-0.408	-0.179	5	292
293	331161	HINTERK IRCHEN	-0.781	0.013	-0.350	2	-0.311	-1.335	-0.212	0.001	2	293
294	331162	HINTERMUEHLEN	-0.569	-0.152	-0.280	5	-0.222	-0.881	-0.338	-0.254	4	294
295	331163	HOECHSTENBACH	0.395	-0.353	0.335	29	-0.380	1.328	-0.224	0.271	20	295
296	331164	HOEHN URDORF	0.899	-0.344	0.449	35	-0.493	1.633	0.904	-0.246	25	296
297	331165	HOELZENHAUSEN	-0.582	-0.065	-0.302	5	-0.192	-0.937	-0.257	-0.248	4	297
298	331166	HOF	0.933	0.722	-0.778	37	0.322	1.759	-0.233	1.195	26	298
299	331167	HOMBERG	-0.680	-0.151	-0.257	3	-0.258	-1.055	-0.338	-0.240	3	299
300	331168	HUEBLINGEN	-0.559	-0.130	-0.348	6	-0.170	-0.745	-0.340	-0.303	5	300
301	331169	IRMTRAUT	-0.474	-0.181	-0.238	8	0.215	-0.158	0.723	-0.079	7	301
302	331170	KADEN OWW.	-0.335	-0.318	-0.220	11	-0.388	-0.061	-0.401	-0.146	9	302
303	331171	KIRBURG	-0.087	-0.132	-0.362	13	-0.423	0.274	-0.211	-0.100	11	303
304	331172	KOELBINGEN	0.228	-0.083	0.030	24	0.110	1.002	-0.289	-0.204	19	304
305	331173	KORB	-0.368	-0.342	-0.072	12	-0.380	-0.261	-0.548	-0.154	8	305
306	331174	KROPPACH	0.264	-0.562	-0.026	22	-0.552	0.854	0.132	-0.219	15	306
307	331175	KUHNHOEFEN	-0.676	-0.148	-0.252	3	-0.209	-1.044	-0.306	-0.286	3	307
308	331176	KUENDERT	-0.496	-0.228	-0.259	6	-0.230	-0.771	-0.354	-0.393	5	308
309	331177	LANGENBACH B.KIRBURG	-0.431	-0.306	-0.201	8	-0.358	-0.512	-0.364	-0.154	6	309
310	331178	LANGENBACH B.MARIENB.	0.395	-0.374	-0.246	26	-0.262	1.348	-0.662	-0.258	18	310
311	331179	LANGENHAIN	0.515	-0.400	-0.225	24	-0.556	1.521	-0.163	-0.241	18	311
312	331180	LAUTZENBRUECKEN	-0.427	-0.188	-0.142	11	-0.169	-0.389	-0.598	-0.233	8	312
313	331181	LIEBENSCHIED	-0.407	-0.198	-0.272	8	-0.399	-0.274	-0.463	-0.198	8	313
314	331182	LIMBACH	-0.502	-0.331	0.053	10	-0.322	-0.528	-0.170	-0.258	7	314
315	331183	LINDEN	-0.552	-0.215	-0.171	7	-0.299	-0.715	-0.420	-0.251	6	315
316	331184	LOCHUM	-0.194	-0.228	0.113	14	-0.054	-0.146	0.153	-0.322	12	316
317	331185	LOEHNFELD	-0.743	-0.155	-0.232	2	-0.230	-1.217	-0.281	-0.267	2	317
318	331186	LUCKENBACH	-0.312	-0.189	-0.115	13	-0.163	-0.247	-0.366	-0.109	9	318
319	331187	MAEHREN	-0.520	-0.163	-0.303	6	-0.281	-0.728	-0.387	-0.198	5	319
320	331188	MARIENBERG WW.	1.945	0.006	5.750	131	1.379	0.856	4.126	3.373	49	320
321	331189	MARZHAUSEN	-0.698	-0.159	-0.256	3	-0.216	-1.079	-0.265	-0.270	3	321
322	331190	MERKELBACH	-0.567	-0.156	-0.251	6	-0.153	-0.637	-0.441	-0.248	6	322
323	331191	MEUDT	1.425	-0.274	-0.747	46	-0.486	2.283	0.171	0.081	24	323
324	331192	MITTELHATTERT	-0.521	-0.299	-0.091	9	-0.296	-0.637	-0.400	-0.130	6	324
325	331193	MITTELHOFEN	-0.487	-0.054	-0.426	8	0.018	-0.767	-0.294	-0.492	6	325
326	331194	MOERLEN	-0.527	-0.189	-0.210	7	-0.299	-0.448	-0.569	-0.154	7	326
327	331195	MOLSBURG	-0.503	-0.325	-0.007	8	-0.189	-0.870	-0.153	-0.257	5	327
328	331196	MUDENBACH	-0.114	-0.389	-0.140	16	-0.465	0.306	-0.366	-0.219	11	328
329	331197	MUENDERSBACH	0.171	-0.463	-0.261	20	-0.491	0.802	-0.364	-0.231	13	329
330	331198	MUESCHENBACH	0.058	-0.540	-0.103	17	-0.562	0.923	-0.337	-0.362	15	330
331	331199	NEUMOCHSTEIN	-0.415	-0.231	-0.154	9	-0.207	-0.463	-0.265	-0.216	8	331
332	331200	NEUNKHAUSEN	0.070	-0.265	-0.256	19	-0.372	0.978	-0.866	0.067	15	332
333	331201	NEUNK IRCHEN	-0.364	-0.364	-0.068	11	-0.370	-0.265	-0.426	-0.188	8	333
334	331202	NEUSTADT	-0.535	-0.054	-0.307	7	0.067	-0.689	-0.399	-0.321	6	334
335	331203	NIEDERAHR	-0.032	-0.216	-0.098	17	-0.415	0.568	-0.176	0.081	15	335
336	331204	NIEDERHATTERT	-0.162	-0.242	-0.348	13	-0.374	-0.017	-0.384	-0.213	8	336
337	331205	NIEDERMOERSBACH	-0.630	-0.179	-0.135	6	-0.316	-0.863	-0.312	-0.135	5	337
338	331206	NIEDERROSSBACH	0.325	-0.108	-0.225	22	-0.185	0.613	0.372	-0.428	17	338
339	331207	NIEDERSAYN	-0.710	-0.212	-0.166	3	-0.294	-1.059	-0.333	-0.233	3	339
340	331208	NISTER	-0.212	-0.329	-0.327	13	-0.349	0.097	-0.446	-0.208	9	340

noch: Anhang 16

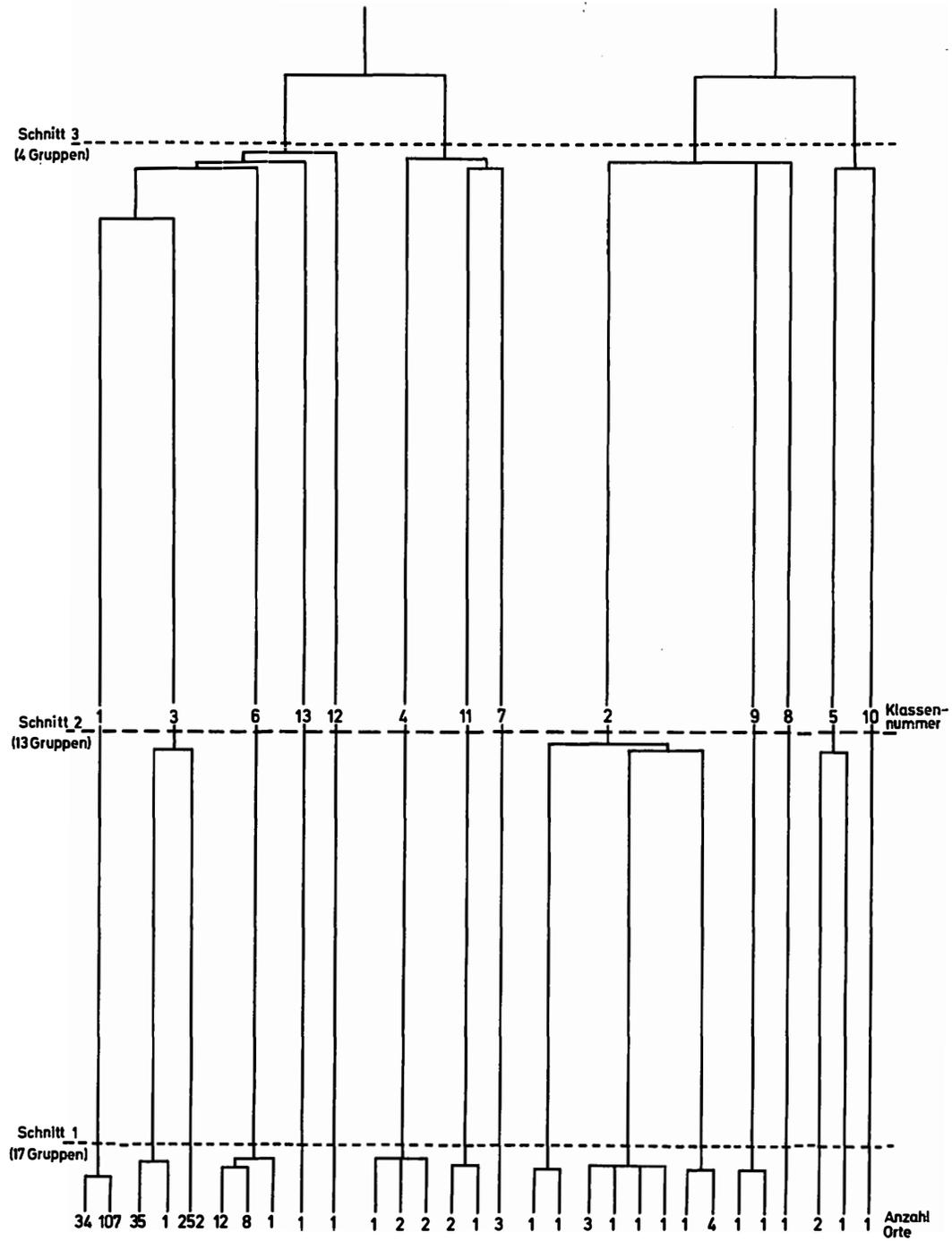
GEMEINDE (PROBAND)			VER79L			ALT79A				GEM.		
NR.	GEM.KZ.	GEMEINDENAME	FAKTOREN			ANZ.VERS-EINR.	FAKTOREN				ANZ.ZENTR FUNKT	NR.
			1	2	3		1	2	3	4		
341	331209	NISTER MOEHRENDORF	-0.522	-0.286	-0.132	7	-0.406	-0.570	-0.407	-0.193	7	341
342	331210	NORKEN	-0.126	0.005	-0.351	19	-0.704	0.254	-0.740	0.629	13	342
343	331211	OBERAHR	-0.296	-0.314	-0.228	11	-0.364	0.152	-0.592	-0.184	11	343
344	331212	OBERRHARTERT	0.075	-0.215	-0.378	19	-0.405	0.900	-0.944	-0.104	15	344
345	331213	OBERMOERSBACH	-0.702	-0.235	0.009	6	0.288	-0.514	0.721	0.091	6	345
346	331214	OBERROD	-0.129	-0.287	0.290	18	0.764	-0.112	-0.087	-0.641	12	346
347	331215	OBERROSSBACH	-0.481	-0.164	-0.300	7	-0.283	-0.621	-0.501	-0.273	5	347
348	331216	OBERSAYN	-0.558	-0.230	-0.206	6	-0.308	-0.738	-0.408	-0.132	5	348
349	331217	OELLINGEN	-0.149	-0.181	-0.271	12	-0.313	0.507	-0.532	-0.124	11	349
350	331218	PFUHL	-0.524	-0.259	-0.193	6	-0.320	-0.735	-0.366	-0.266	4	350
351	331219	POTTUM	0.276	-0.431	-0.074	24	-0.407	1.126	-0.138	-0.057	17	351
352	331220	PUESCHEN	-0.533	-0.132	-0.370	5	-0.184	-0.806	-0.371	-0.311	4	352
353	331221	REHE	0.054	-0.241	-0.383	18	0.296	0.792	0.528	-0.224	14	353
354	331222	RENNEROD	2.204	0.815	0.526	84	-0.638	2.246	2.157	2.734	41	354
355	331223	ROSSBACH	0.134	-0.306	-0.592	18	-0.340	0.802	-0.535	-0.417	13	355
356	331224	ROTHENHAIN	-0.326	-0.232	-0.244	13	-0.388	-0.369	-0.294	-0.124	9	356
357	331225	ROTHENBACH	-0.236	-0.115	-0.273	14	-0.168	0.058	-0.457	-0.286	11	357
358	331226	SAINERHOLZ	-0.708	-0.161	-0.242	2	-0.230	-1.140	-0.296	-0.277	2	358
359	331227	SAINSCHEID	-0.448	-0.121	-0.405	8	-0.342	-0.545	-0.414	-0.230	7	359
360	331228	SALZ	0.472	0.036	-0.890	27	-0.107	1.216	-0.756	0.205	17	360
361	331229	SALZBURG	-0.506	-0.214	-0.216	6	-0.344	-0.528	-0.506	-0.318	6	361
362	331230	SCHMIDTMAHN	-0.620	-0.096	-0.273	5	-0.094	-1.075	-0.178	-0.361	4	362
363	331231	SCHOENBERG	-0.221	-0.180	-0.023	14	-0.284	0.024	-0.129	-0.012	10	363
364	331232	SECK	0.150	-0.413	-0.285	23	-0.518	0.804	-0.656	-0.044	14	364
365	331233	STAHLHOFEN	-0.738	-0.222	-0.152	2	-0.266	-1.144	-0.292	-0.270	2	365
366	331234	STANGENROD	-0.377	-0.266	-0.339	7	-0.332	-0.188	-0.450	-0.333	7	366
367	331235	STEINEBACH	-0.547	-0.276	-0.042	7	-0.261	-0.741	-0.347	-0.205	5	367
368	331236	STEIN NEUKIRCH	-0.595	-0.227	-0.162	6	-0.300	-0.801	-0.400	-0.215	5	368
369	331237	STEIN WINGERT	-0.605	-0.290	-0.093	8	-0.318	-0.832	-0.345	-0.176	5	369
370	331238	STOCKHAUSEN ILLFURTH	-0.327	-0.261	-0.209	10	-0.378	-0.291	-0.594	-0.127	8	370
371	331239	STOCKUM	-0.203	-0.107	-0.304	14	0.242	0.367	0.775	-0.121	11	371
372	331240	STREITHAUSEN	-0.403	-0.067	-0.070	13	-0.307	-0.266	-0.537	0.015	9	372
373	331241	TODTENBERG	-0.711	-0.219	-0.170	2	-0.312	-1.099	-0.335	-0.243	2	373
374	331242	UNNAU	1.067	-0.526	-0.125	48	-0.602	2.166	-0.372	0.047	23	374
375	331243	WAHLROD	0.072	0.247	-0.609	19	-0.495	0.510	-0.237	0.857	15	375
376	331244	WAI GANDSHAIN	-0.709	0.007	-0.382	3	-0.006	-1.264	-0.202	-0.217	3	376
377	331245	WALDMUEHLEN	-0.665	-0.146	-0.265	4	-0.195	-0.982	-0.275	-0.279	4	377
378	331246	WALLMEROD	1.082	0.186	1.129	47	-1.078	1.065	1.889	2.706	31	378
379	331247	WEIDENHAHN	0.165	-0.413	-0.443	19	-0.467	0.920	-0.641	-0.211	14	379
380	331248	WEISSENBERG	-0.698	-0.159	-0.256	3	-0.216	-1.079	-0.265	-0.270	3	380
381	331249	WELKENBACH	-0.649	-0.104	-0.294	3	-0.152	-1.084	-0.237	-0.319	3	381
382	331250	WELTERSBERG	-0.602	-0.247	-0.209	5	-0.242	-0.803	-0.311	-0.330	5	382
383	331251	WENGENROTH	-0.633	-0.156	-0.316	3	-0.189	-0.899	-0.321	-0.318	3	383
384	331252	WESTERBURG	2.654	1.568	4.068	152	0.612	1.643	2.374	5.793	53	384
385	331253	WESTERHOE	0.135	-0.182	-0.498	20	-0.585	0.706	-0.368	0.254	14	385
386	331254	WIED	-0.186	-0.309	-0.324	11	-0.329	0.227	-0.483	-0.276	9	386
387	331255	WILLINGEN	-0.134	-0.228	-0.469	14	-0.387	0.175	-0.561	-0.219	11	387
388	331256	WILLMENROD	0.442	-0.430	-0.352	25	-0.560	1.411	-0.558	-0.201	17	388
389	331257	WINKELBACH	-0.405	-0.066	-0.148	9	-0.218	-0.265	-0.582	0.345	9	389
390	331258	WINNEN	-0.428	-0.179	-0.334	8	-0.237	-0.544	-0.435	-0.220	6	390
391	331259	ZEHNHAUSEN B.RENNEROD	-0.575	-0.185	-0.210	7	-0.300	-0.801	-0.400	-0.215	5	391
392	331260	ZEHNHAUSEN B.WALLMEROD	-0.744	-0.162	-0.235	1	-0.249	-1.257	-0.282	-0.277	1	392
393	331261	ZINHAIN	0.009	-0.264	-0.369	16	-0.365	0.808	-0.745	-0.066	14	393
394	334111	ALSBACH	-0.243	-0.255	-0.246	12	-0.416	0.067	-0.526	-0.187	9	394
395	334112	ARZBACH	1.328	0.024	-0.445	48	0.371	2.072	0.067	-0.210	26	395
396	334113	BANNBERSCHEID	-0.330	0.016	-0.328	10	-0.274	0.053	-0.617	0.026	9	396
397	334114	BAUMBACH	1.451	-0.076	-0.351	56	0.567	2.262	0.277	-0.479	30	397
398	334115	BLADERNHEIM	-0.688	-0.176	-0.201	3	-0.216	-1.070	-0.322	-0.272	3	398
399	334116	BODEN	-0.433	-0.149	-0.371	7	-0.320	-0.351	-0.486	-0.277	6	399
400	334117	BREITENAU	-0.005	-0.336	-0.222	17	-0.423	0.539	-0.345	-0.377	12	400
401	334118	CAAN UMW.KREIS	-0.659	0.085	-0.238	7	-0.244	-0.894	-0.421	0.044	6	401
402	334119	DAUBACH	-0.511	-0.271	-0.234	6	-0.315	-0.581	-0.393	-0.212	6	402
403	334120	DEESEN	-0.133	-0.165	-0.446	16	-0.033	0.185	-0.414	-0.417	13	403
404	334121	DERNBACH WW.	1.971	0.217	0.279	82	0.576	2.305	1.417	-0.121	33	404
405	334122	EBERNHAHN	0.903	-0.341	-0.394	38	-0.184	2.220	-0.354	-0.100	24	405
406	334123	EITELBORN	0.700	-0.498	0.069	34	-0.405	1.581	0.047	-0.014	20	406
407	334124	ELGENDOORF	-0.287	-0.086	-0.494	11	-0.251	-0.187	-0.585	-0.350	8	407
408	334125	ELLENHAUSEN	-0.490	-0.153	-0.401	6	-0.215	-0.592	-0.399	-0.282	6	408
409	334126	ESCHELBACH	-0.525	-0.216	0.325	11	-0.490	-0.559	-0.021	0.434	10	409
410	334127	ETTERSODORF	-0.622	-0.215	-0.219	4	-0.334	-0.771	-0.455	-0.261	4	410
411	334128	FREILINGEN	0.315	-0.163	-0.123	29	-0.391	1.510	-0.550	0.221	20	411
412	334129	FREIRACHDORF	-0.131	0.321	-0.224	20	0.845	0.277	-0.254	-0.144	15	412
413	334130	GACKENBACH	-0.351	-0.294	0.368	12	0.154	-0.498	-0.064	-0.621	10	413
414	334131	GIROD	-0.010	-0.173	-0.530	15	-0.067	0.698	-0.636	-0.451	13	414
415	334132	GODDERT	-0.501	-0.107	-0.343	8	-0.179	-0.523	-0.581	-0.202	7	415
416	334133	GOERGESHUSEN	-0.248	-0.029	-0.267	17	-0.336	-0.136	-0.584	0.210	11	416
417	334134	GOLDHAUSEN	-0.362	-0.169	-0.347	8	-0.331	-0.193	-0.561	-0.279	7	417
418	334135	GROSSHOLBACH	-0.428	-0.134	-0.417	7	-0.224	-0.519	-0.492	-0.338	5	418
419	334136	HARTENFELS	0.116	-0.079	-0.382	23	-0.031	0.700	-0.838	-0.085	16	419
420	334137	HEILBERSCHEID	-0.293	-0.175	-0.431	9	-0.257	-0.104	-0.523	-0.266	9	420
421	334138	HEILIGENROTH	0.152	-0.393	0.282	24	-0.240	0.759	-0.014	-0.195	16	421
422	334139	HELFSKIRCHEN	0.205	-0.352	0.051	28	-0.487	0.599	-0.133	-0.125	16	422
423	334140	HERSCHBACH UMW.	1.620	-0.427	0.519	56	-0.542	1.849	1.324	-0.118	29	423
424	334141	HILGERT	0.342	0.484	-0.471	30	0.063	1.259	-0.473	0.612	20	424
425	334142	HILLSCHEID	1.644	-0.121	0.339	63	-0.595	2.728	1.187	0.625	34	425

noch: Anhang 16

GEMEINDE (PROBAND)			FAKTOREN			ANZ. VERS- EINR.	ALT79A				ANZ. ZENTR FUNKT	GEM. NR.
NR.	GEM.KZ.	GEMEINDENAME	1	2	3		1	2	3	4		
426	334143	HOEHR GRENZHAUSEN	4.504	3.194	4.504	311	2.301	1.558	3.038	5.492	61	426
427	334144	HOLLER	-0.115	-0.093	-0.152	19	-0.002	0.256	-0.588	-0.441	14	427
428	334145	HORBACH	-0.251	-0.310	-0.211	12	-0.441	0.059	-0.407	-0.082	10	428
429	334146	HORRESSEN	-0.216	-0.125	0.042	19	0.354	0.623	0.460	0.254	15	429
430	334147	HUEBINGEN	-0.577	-0.095	-0.313	6	-0.224	-0.877	-0.381	-0.308	5	430
431	334148	HUNDSANGEN	0.963	0.232	-0.576	44	-0.741	1.979	-0.155	0.952	24	431
432	334149	HUNSDORF	-0.686	-0.226	-0.198	2	-0.325	-0.973	-0.399	-0.298	2	432
433	334150	KADENBACH	0.266	-0.066	-0.672	24	0.085	1.174	-0.636	-0.349	16	433
434	334151	KAMMERFORST	-0.636	-0.196	-0.144	6	-0.260	-0.874	-0.393	-0.219	5	434
435	334152	KLEINKOLBACH	-0.365	-0.182	-0.315	9	-0.280	-0.267	-0.548	-0.284	8	435
436	334153	KRUEMMEL	-0.771	-0.165	-0.218	1	-0.202	-1.302	-0.239	-0.304	1	436
437	334154	LEUTEROD	-0.098	-0.165	-0.533	13	-0.158	0.286	-0.447	-0.500	11	437
438	334155	MARIENHAUSEN	-0.598	-0.185	-0.210	7	-0.285	-0.798	-0.361	-0.233	5	438
439	334156	MARIENRACHDORF	-0.141	-0.202	-0.328	15	0.312	0.588	0.550	-0.122	12	439
440	334157	MAROTH	-0.636	-0.044	-0.238	6	0.092	-0.957	-0.310	-0.382	5	440
441	334158	MAKSAIN	0.504	-0.311	-0.522	27	-0.248	1.468	-0.787	-0.208	18	441
442	334159	MOGENDORF	1.277	-0.260	-0.573	45	-0.166	1.602	0.257	-0.567	23	442
443	334160	MONTABAU	2.946	4.794	7.104	255	5.944	0.789	3.446	3.539	63	443
444	334161	MOSCHHEIM	0.057	-0.126	-0.356	17	-0.101	0.621	-0.242	-0.355	15	444
445	334162	NAUORT	1.161	-0.506	0.242	41	0.004	1.533	1.258	-0.590	25	445
446	334163	NENTERSHAUSEN	0.833	-0.268	-0.374	33	-0.583	1.512	0.191	-0.214	20	446
447	334164	NEUHAUSEL	0.726	-0.104	0.161	42	-0.131	1.371	0.625	-0.208	24	447
448	334165	NIEDERELBERT	0.376	-0.172	-0.584	23	-0.212	0.979	-0.596	-0.354	15	448
449	334166	NIEDERERBACH	-0.399	0.001	-0.096	12	0.008	0.158	-0.534	-0.070	11	449
450	334167	NOMBORN	-0.160	-0.096	-0.287	15	0.283	-0.062	-0.289	-0.490	11	450
451	334168	NORDHOFEN	-0.336	-0.255	-0.177	12	-0.359	-0.285	-0.562	-0.168	8	451
452	334169	OBRELBERT	-0.544	-0.152	-0.247	7	-0.288	-0.719	-0.434	-0.274	6	452
453	334170	OBERERBACH	-0.309	-0.159	-0.469	8	-0.326	-0.044	-0.559	-0.281	7	453
454	334171	OBERHAID	-0.628	-0.148	-0.276	4	-0.220	-0.879	-0.323	-0.276	4	454
455	334172	OBERHAUSEN	-0.619	0.005	-0.350	5	0.089	-0.880	-0.366	-0.367	5	455
456	334173	OETZINGEN	-0.141	-0.288	-0.407	15	-0.348	0.222	-0.596	-0.227	10	456
457	334174	PUETSCHBACH	-0.312	-0.129	-0.219	9	-0.394	0.067	-0.316	-0.145	9	457
458	334175	QUIRNACH	-0.738	-0.234	-0.077	4	-0.221	-1.111	-0.443	-0.209	3	458
459	334176	RANSBACH WW.	3.206	0.876	1.418	121	3.333	1.498	3.539	-1.248	47	459
460	334177	RECKENTHAL	-0.706	-0.208	-0.161	3	-0.245	-1.048	-0.302	-0.280	3	460
461	334178	RUECKEROTH	-0.517	-0.208	-0.055	8	-0.230	-0.477	-0.582	-0.111	8	461
462	334179	RUPPACH	-0.178	-0.176	-0.327	12	-0.316	0.068	-0.267	-0.262	9	462
463	334180	SCHENKELBERG	-0.054	-0.161	-0.453	15	-0.160	0.384	-0.525	-0.356	11	463
464	334181	SELTERS WW.	2.100	0.297	4.286	105	0.482	1.463	3.894	3.526	50	464
465	334182	SESSENBACH	-0.606	-0.202	-0.201	5	-0.272	-0.886	-0.359	-0.252	4	465
466	334183	SESSENHAUSEN	0.253	-0.329	-0.432	19	-0.312	1.103	-0.287	-0.061	16	466
467	334184	STERSHAHN	2.252	0.294	0.533	79	0.785	1.352	3.180	-0.462	38	467
468	334185	STHMERN	-0.016	-0.269	-0.263	16	-0.279	0.902	-0.714	0.013	14	468
469	334186	STAHLHOFEN	-0.203	-0.093	-0.082	16	-0.201	0.352	-0.304	0.139	14	469
470	334187	STAUDT	0.020	-0.198	-0.508	16	-0.063	0.359	-0.367	-0.535	13	470
471	334188	STEINEFRENZ	-0.191	-0.166	-0.169	15	-0.309	0.220	-0.314	-0.185	11	471
472	334189	STEINEN	-0.638	-0.291	-0.036	5	-0.329	-0.911	-0.382	-0.213	4	472
473	334190	STROMBERG	0.670	-0.259	-0.445	27	-0.454	1.355	0.199	-0.550	18	473
474	334191	UNTERSCHAUSEN	-0.593	-0.219	-0.215	5	-0.278	-0.845	-0.333	-0.245	4	474
475	334192	VIELBACH	-0.506	-0.152	-0.344	6	-0.235	-0.618	-0.412	-0.317	5	475
476	334193	WELSCHNEUDORF	0.010	-0.225	0.019	16	-0.198	0.478	0.151	-0.098	14	476
477	334194	WEROTH	-0.489	-0.253	-0.264	6	-0.396	-0.577	-0.470	-0.285	5	477
478	334195	WIRGES	3.544	2.099	0.700	148	4.137	1.517	4.036	-0.292	51	478
479	334196	WIRSCHIED	-0.605	-0.135	-0.269	6	-0.222	-0.958	-0.322	-0.245	4	479
480	334197	WIRZENBORN	-0.734	-0.297	-0.040	4	-0.305	-1.055	-0.319	-0.210	3	480
481	334198	WITTGERT	-0.435	-0.214	-0.359	8	-0.268	-0.582	-0.351	-0.281	6	481
482	334199	WOELFERLINGEN	-0.330	-0.442	-0.035	13	-0.142	-0.395	-0.311	-0.302	8	482
483	334200	ZUERBACH	-0.751	-0.123	-0.230	2	-0.085	-1.280	-0.208	-0.365	2	483

ANHANG 17

DISTANZGRUPPIERUNG NACH DEN FAKTOREN ALT79A -
 Übersicht über die letzten 30 Gruppierungsschritte und die möglichen
 'Schnitte' durch den Gruppenstammbaum



noch: Anhang 18

3. Mittelwerte der Klassen

Klasse	Anzahl Elemente	Variablen *)			
		Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4
1	272	-0,744	-3,394	-1,100	-0,734
2	158	-0,663	3,559	-0,983	-0,259
3	22	0,801	6,727	6,015	-0,320
4	7	-0,096	6,647	10,157	10,301
5	13	10,098	7,497	11,145	-0,230
6	5	6,366	7,647	9,480	20,204
7	6	21,197	5,097	9,789	12,903
\bar{x}	483	0,000	0,000	0,000	0,000
s^2	483	10,904	19,901	10,918	10,148
s	483	3,302	4,461	3,304	3,186

*) Faktorenwerte, gewichtet mit den Varianzanteilen der Faktoren:

"Gewichte"	3,326	4,564	3,250	3,229
------------	-------	-------	-------	-------

4. Signifikanztest der Klassifikation mit Hilfe des verallgemeinerten Abstands zwischen den Klassen D^2 nach MAHALANOBIS (Rechenprogramm DISK)

$$D_{ab}^2 = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p S^{ij} (\bar{x}_{ia} - \bar{x}_{ib}) (\bar{x}_{ja} - \bar{x}_{jb})$$

$a, b =$ Klassen $\bar{x} =$ Klassenmittelwert
 $i, j = 1, 2, \dots, p$ Variablen
 $S^{ij} =$ Inverse der Varianz-Kovarianz-Matrix S_{ij}

Abstand D^2

Klasse	1	2	3	4	5	6	7
1	(1,00)	11,77	65,68	184,04	179,35	380,21	514,48
2		(1,00)	40,84	153,63	150,07	342,61	488,32
3			(1,00)	69,60	61,13	274,93	435,38
4				(1,00)	96,36	102,88	337,12
5					(1,00)	212,72	232,59
6						(1,00)	148,25
7							(1,00)

$$\text{Teststatistik } F = \frac{n_1 + n_2 - p - 1}{p} \cdot \frac{n_1 n_2}{(n_1 + n_2)(n_1 + n_2 - 2)} \cdot D^2$$

Freiheitsgrade = $p, (n_1 + n_2 - p - 1)$

$n_1, n_2 =$ Anzahl Elemente der Klassen a, b
 $p =$ Anzahl Variablen

Klasse	1	2	3	4	5	6	7
1	-	292,3	332,1	312,0	552,8	463,7	750,3
2		-	195,9	255,8	447,8	412,5	701,2
3			-	91,8	124,1	278,3	509,9
4				-	108,9	74,5	270,6
5					-	190,8	237,2
6						-	100,4

alle F-Werte sind hochsignifikant ($\alpha \leq 0,005$), d.h. alle Klassen sind hochsignifikant unterschiedlich

ANHANG 19

FAKTORENANALYSE SCOR22 -

VERZEICHNIS DER VARIABLEN: SCHIEFWINKLIGE FAKTOREN
DER ANALYSEN REL99A, AB100L, ALT79A, VER79L

Var. Nr.	Faktoren-analyse	Faktor	Faktorenbezeichnung ¹⁾
1	REL99A	1	Einzelhandels-Zentralität
2	REL99A	2	Überwiegender Lebensunterhalt aus Erwerbstätigkeit in der Landwirtschaft (+) oder im Produz. Gewerbe (-)
3	REL99A	3	Überwiegender Lebensunterhalt aus Erwerbstätigkeit (+) oder Rente, Vermögen (-)
4	REL99A	4	Wohnungsdichte und Haushaltsgröße: durchschnittliche Anzahl der Personen je Wohnung und Haushalt niedrig (+) bzw. hoch (-)
5	REL99A	5	Wirtschaftskraft (Realsteueraufbringungskraft; Gewerbesteuern)
6	REL99A	6	Dienstleistungsgewerbe: Gastronomie und Fremdenverkehr
7	REL99A	7	Handwerk
8	REL99A	8	Struktur der Landwirtschaft: kleine Betriebe im Nebenerwerb (+) bzw. mittlere und größere Betriebe im Haupterwerb (-)

9	AB100L	1	Zentrale Einrichtungen des Einzelhandels
10	AB100L	2	Kleinbetriebliche Landwirtschaft (überwiegend im Nebenerwerb)
11	AB100L	3	Wohnbevölkerung, überwiegend im Produzierenden Gewerbe tätig (Auspendler)
12	AB100L	4	Vollerwerbslandwirtschaft
13	AB100L	5	Industrie
14	AB100L	6	Dienstleistungen (Gastronomie, Verkehr)
15	AB100L	7	Konfession der Wohnbevölkerung: evangelisch (+) bzw. katholisch (-)

16	ALT79A ²⁾	1	Zentrale Funktionen oberen Ranges ("städtisch")
17	ALT79A	2	Zentrale Funktionen unteren Ranges
18	ALT79A	3	Zentrale Funktionen mittleren Ranges
19	ALT79A	4	Zentrale Funktionen oberen Ranges ("ländlich")

20	VER79L ²⁾	1	Zentrale Einrichtungen unteren bis mittleren Ranges
21	VER79L	2	Zentrale Einrichtungen oberen Ranges ("städtisch")
22	VER79L	3	Zentrale Einrichtungen oberen Ranges ("ländlich")

1) Zur näheren Beschreibung der Faktoren vgl. die entsprechenden tabellarischen Zusammenstellungen und Interpretationen. (+) bedeutet positive, (-) negative Faktorenwerte; sonst entspricht die angegebene Aussage eines Faktors positiven Faktorenwerten.

2) Faktoren aus der Analyse zentralörtlicher Funktionen nach Vorhandensein oder Nichtvorhandensein (Alternativdaten) werden hier mit "zentrale Funktionen", diejenigen aus der Analyse der Anzahl der Einrichtungen derselben Funktionsgruppen mit "zentrale Einrichtungen" bezeichnet.

ANHANG 20

FAKTORENANALYSE SCOR22 - SCHIEFWINKLIGE FAKTOREN HÖHERER ORDNUNG:
MATRIZEN ZUR FAKTORENROTATION 1)1. Rotiertes orthogonales Faktorenmuster (Varimax): V_0 = orthogonale Ausgangsmatrix zur schiefwinkligen
Faktorenrotation

	1	2	3	4	5
1	0.6513	0.1071	-0.2635	-0.1387	-0.5253
2	-0.0759	-0.5695	0.4656	-0.6023	0.0997
3	-0.1067	-0.1672	0.1216	0.0824	0.4706
4	0.1587	0.1779	-0.5888	-0.0385	-0.2375
5	0.2187	0.0232	-0.7822	0.0904	0.0859
6	0.3214	-0.1168	-0.0397	0.0151	-0.7450
7	-0.1686	0.3416	-0.4950	-0.1211	-0.2798
8	-0.4580	0.0035	0.6446	0.1849	0.2637
9	0.6505	0.4733	-0.3344	-0.2714	-0.3368
10	-0.1272	0.8513	0.1310	-0.0307	0.0629
11	0.4991	0.7097	-0.4107	-0.0918	-0.1473
12	0.5178	0.0958	-0.0116	-0.7327	-0.2108
13	0.1425	0.1540	-0.8428	0.1714	-0.0453
14	0.5853	0.5472	-0.3651	-0.1256	-0.4022
15	-0.2424	-0.7378	0.2391	-0.3168	-0.0369
16	0.8763	0.0971	-0.1773	-0.1257	0.0535
17	0.1897	0.7141	-0.4428	-0.2065	-0.3651
18	0.6935	0.1581	-0.2958	-0.1665	-0.3003
19	0.6798	0.0411	-0.0435	0.0623	-0.4170
20	0.6784	0.4523	-0.3900	-0.2007	-0.2682
21	0.9206	0.0264	-0.0819	0.0014	-0.0049
22	0.8076	-0.0066	-0.0929	0.0155	-0.3731
SUM	7.4124	3.3758	-4.0561	-2.5456	-3.6592
SUMSQR	5.9409	3.6067	3.6045	1.3435	2.2341

5. Faktorenmuster der Primärfaktoren: V_{fp}

	1	2	3	4	5
1	0.6310	0.2111	0.1580	0.0274	0.2667
2	0.0179	-0.3979	-0.0330	0.7916	0.0267
3	-0.0274	-0.3045	0.0112	-0.0458	-0.4338
4	-0.0055	0.1978	0.5200	0.0154	0.3013
5	0.0559	-0.1193	0.8462	-0.0762	0.0256
6	0.2520	0.0052	0.0302	0.0171	0.6630
7	-0.3722	0.4563	0.3359	0.1030	0.4490
8	-0.3234	-0.0221	-0.7060	-0.1763	-0.2569
9	0.6582	0.6184	0.0334	0.0210	-0.0140
10	-0.0592	0.9741	-0.6957	-0.2752	-0.3093
11	0.4992	0.7815	-0.0401	-0.2247	-0.2011
12	0.5834	0.3708	0.0167	0.6212	-0.0136
13	-0.0658	0.0295	0.8069	-0.1760	0.1756
14	0.5664	0.6673	-0.0070	-0.1342	0.0626
15	-0.2750	-0.6641	0.2859	0.6296	0.3606
16	1.0186	0.0517	0.1043	-0.0809	-0.4938
17	0.0809	0.8994	0.0119	-0.0236	0.2172
18	0.7108	0.2197	0.1831	0.0148	0.0024
19	0.7447	0.0602	-0.0712	-0.1901	0.0675
20	0.6866	0.5464	0.1031	-0.0491	-0.0840
21	1.0879	-0.0533	0.0146	-0.1997	-0.4763
22	0.8884	-0.0022	0.0198	-0.1500	-0.0126
SUM	7.3533	4.5259	1.9282	0.4393	0.3228
SUMSQR	6.6841	4.6891	2.9056	1.7435	1.8895

6. Korrelationsmatrix zwischen Primärfaktoren: C_p

	1	2	3	4	5
1	1.0000	0.1392	0.1417	0.0223	0.5263
2	0.1392	1.0000	0.5530	-0.1714	-0.0117
3	0.1417	0.5530	1.0000	-0.3312	-0.1304
4	0.0223	-0.1714	-0.3312	1.0000	-0.1588
5	0.5263	-0.0117	-0.1304	-0.1588	1.0000

2. Transformationsmatrix zu Reference-Vektoren: Λ (mit ROTOPLOT, iterative Faktorenrotation zur
Einfachstruktur, ermittelt)

1	0.9641	-0.0682	-0.0488	-0.1914	-0.4248
2	0.0443	0.9309	-0.5025	-0.3323	-0.2508
3	0.2289	0.0803	-0.8514	-0.0893	-0.2517
4	0.0108	-0.2928	-0.1240	-0.9169	-0.0759
5	0.1267	-0.1914	0.0700	-0.0648	-0.8292

3. Faktorenstruktur der Reference-Vektoren: V_{rs}

	1	2	3	4	5
1	0.5043	0.1753	0.1192	0.0245	0.2089
2	0.0143	-0.3303	-0.0249	0.7080	0.0209
3	-0.0219	-0.2528	0.0084	-0.0409	-0.3398
4	-0.0044	0.1642	0.3923	0.0138	0.2360
5	0.0447	-0.0990	0.6384	-0.0682	0.0201
6	0.2014	0.0043	0.0228	0.0153	0.5194
7	-0.2975	0.3788	0.2534	0.0921	0.3517
8	-0.2584	-0.0184	-0.5327	-0.1577	-0.2013
9	0.5260	0.5133	0.0252	0.0187	-0.0110
10	-0.0473	0.8086	-0.5249	-0.2462	-0.2423
11	0.3990	0.6487	-0.0302	-0.2010	-0.1575
12	0.4662	0.3078	0.0126	0.5556	-0.0107
13	-0.0526	0.0244	0.6088	-0.1574	0.1375
14	0.4526	0.5539	-0.0053	-0.1200	0.0491
15	-0.2197	-0.5513	0.2157	0.5631	0.2825
16	0.8140	0.0430	0.0787	-0.0724	-0.3868
17	0.0647	0.7466	0.0090	-0.0211	0.1702
18	0.5681	0.1824	0.1382	0.0133	0.0018
19	0.5951	0.0500	-0.0537	-0.1700	0.0529
20	0.5487	0.4536	0.0778	-0.0439	-0.0658
21	0.8694	-0.0443	0.0110	-0.1786	-0.3731
22	0.7099	-0.0018	0.0150	-0.1341	-0.0098
SUM	5.8763	3.7570	1.4548	0.3929	0.2529
SUMSQR	4.2686	3.2313	1.6540	1.3947	1.1595

4. Korrelationsmatrix zwischen Reference-Vektoren: C_r

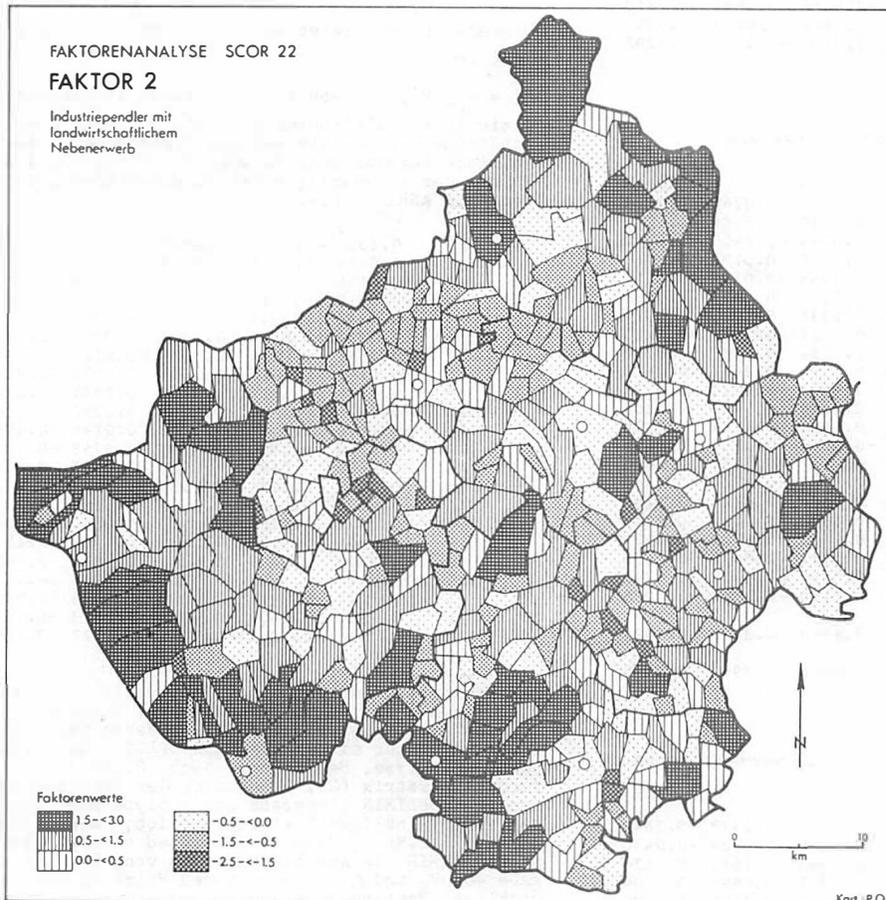
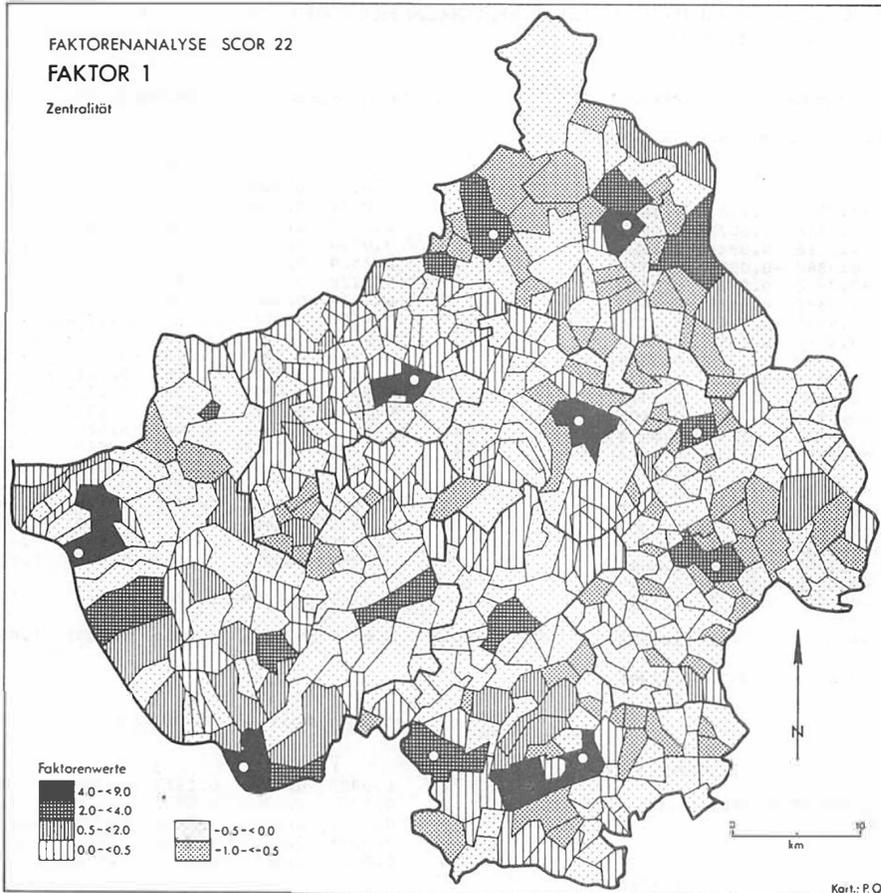
	1	2	3	4	5
1	1.0000	-0.0335	-0.2567	-0.2378	-0.5842
2	-0.0335	1.0000	-0.5099	-0.0226	-0.0438
3	-0.2567	-0.5099	1.0000	0.3615	0.3124
4	-0.2378	-0.0226	0.3615	0.9999	0.3104
5	-0.5842	-0.0438	0.3124	0.3104	1.0000

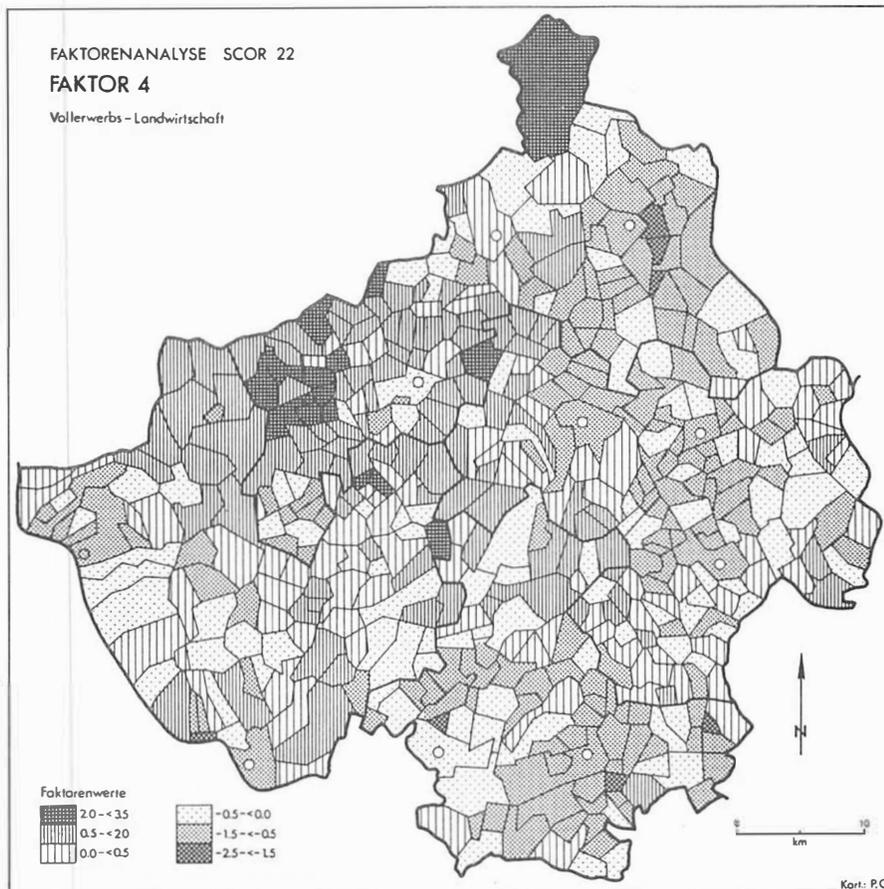
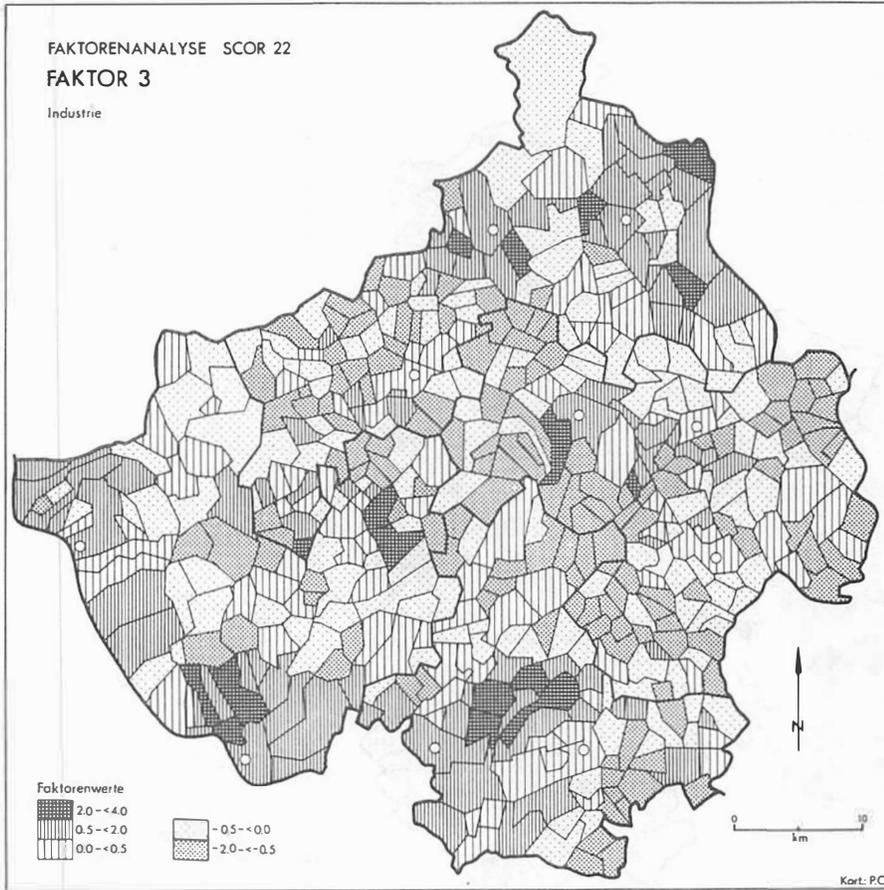
7. Regressionskoeffizienten der Variablen auf die
Faktoren: B

$B' = V_{fs}'(R^+)^{-1}$, wobei R^+ die durch die Faktoren re-
produzierte Korrelationsmatrix ist. Matrix B dient der
Schätzung der schiefwinkligen Faktorenwerte durch die
multiple Regressionsrechnung: $P = B' \cdot Z$, wobei Z die
Matrix der standardisierten Ausgangsdaten ist. Faktorenw-
erte im ANHANG VI.4.

	1	2	3	4	5
1	0.1330	-0.0619	-0.0542	-0.0487	0.2694
2	0.0423	0.0087	-0.0829	0.6764	-0.1517
3	-0.0156	0.0015	0.0301	0.0096	-0.0876
4	-0.0115	0.0183	0.0779	-0.0025	0.0214
5	-0.0442	0.0276	0.2617	-0.0092	-0.1185
6	0.1130	-0.0767	-0.1328	-0.0840	0.3612
7	-0.0342	0.0447	0.0554	0.0168	0.0400
8	-0.0108	-0.0124	-0.1995	-0.0270	-0.0206
9	0.1574	0.1516	0.0100	0.1585	0.0775
10	-0.0825	0.1160	-0.1555	0.0255	-0.1241
11	-0.1054	0.3519	0.1908	0.0148	-0.4997
12	0.0360	0.0980	0.0068	0.3748	-0.1004
13	-0.0678	0.0481	0.3584	-0.0587	-0.0783
14	0.2058	0.1234	-0.1383	-0.1135	0.4271
15	0.0273	-0.0373	0.0329	0.1193	0.1078
16	0.0977	-0.0553	0.0901	0.0146	-0.2529
17	-0.1346	0.3127	0.0525	0.1093	0.1576
18	0.0620	-0.0209	0.0208	-0.0031	0.0418
19	0.0986	-0.0697	-0.0879	-0.0746	0.1475
20	0.1075	0.0931	0.1333	0.0594	-0.0787
21	0.1850	-0.1409	-0.0013	-0.0823	-0.1694
22	0.1819	-0.1293	-0.1065	-0.1127	0.2008

1) Ausgangsmatrix (1) wurde mit Faktorenanalyse-Programm
FAKAN (W.D.Rase, Simon Fraser Univ., Vancouver/Burnaby/
Canada) ermittelt. Schiefwinklige Faktorenrotation zur
Einfachstruktur mit Programm ROTOPLOT (nach K.Überla:
Faktorenanalyse, Berlin usw. 1968, S.346-354): Trans-
formationsmatrix (2). Berechnung der Matrizen 3-7 mit
Programm OBLIMIN (Programm zur analytischen Lösung ei-
ner schiefwinkligen Faktorenanalyse, Version Univ.
Zürich, O.F.Matt, März 1972; Einbau einer Option, wo-
nach OBLIMIN als Anschlussprogramm von ROTOPLOT - Ein-
gabe von V_0 und Λ - die weiteren Matrizen zur schief-
winkligen Faktorenanalyse berechnet).





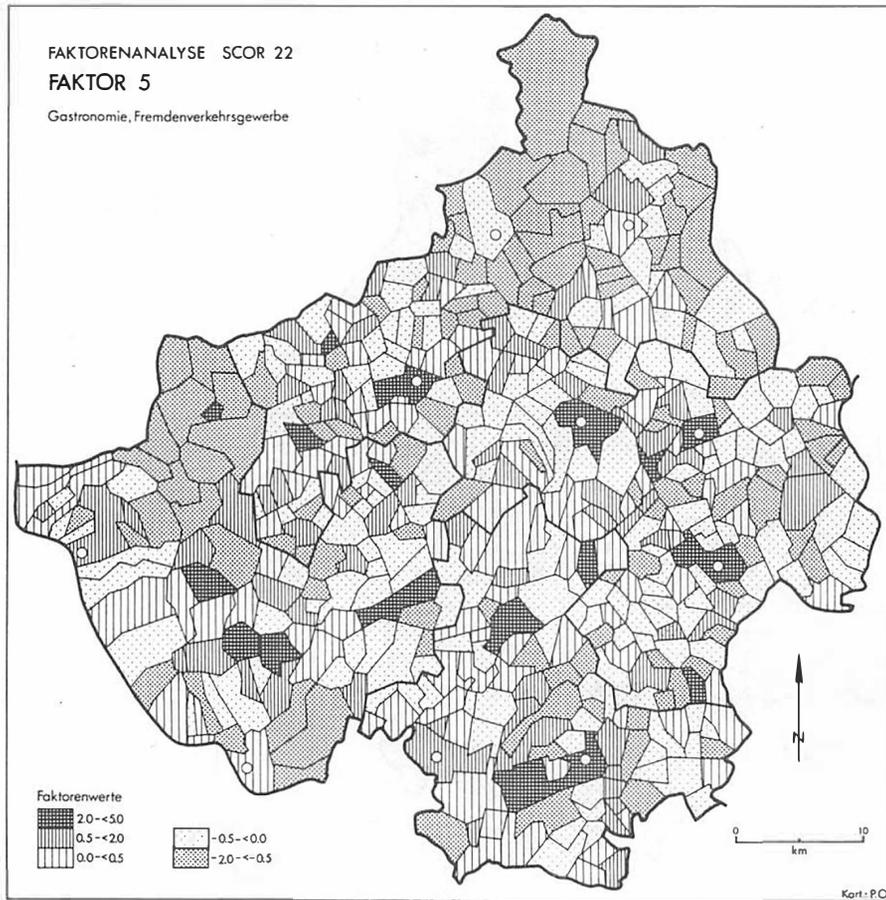
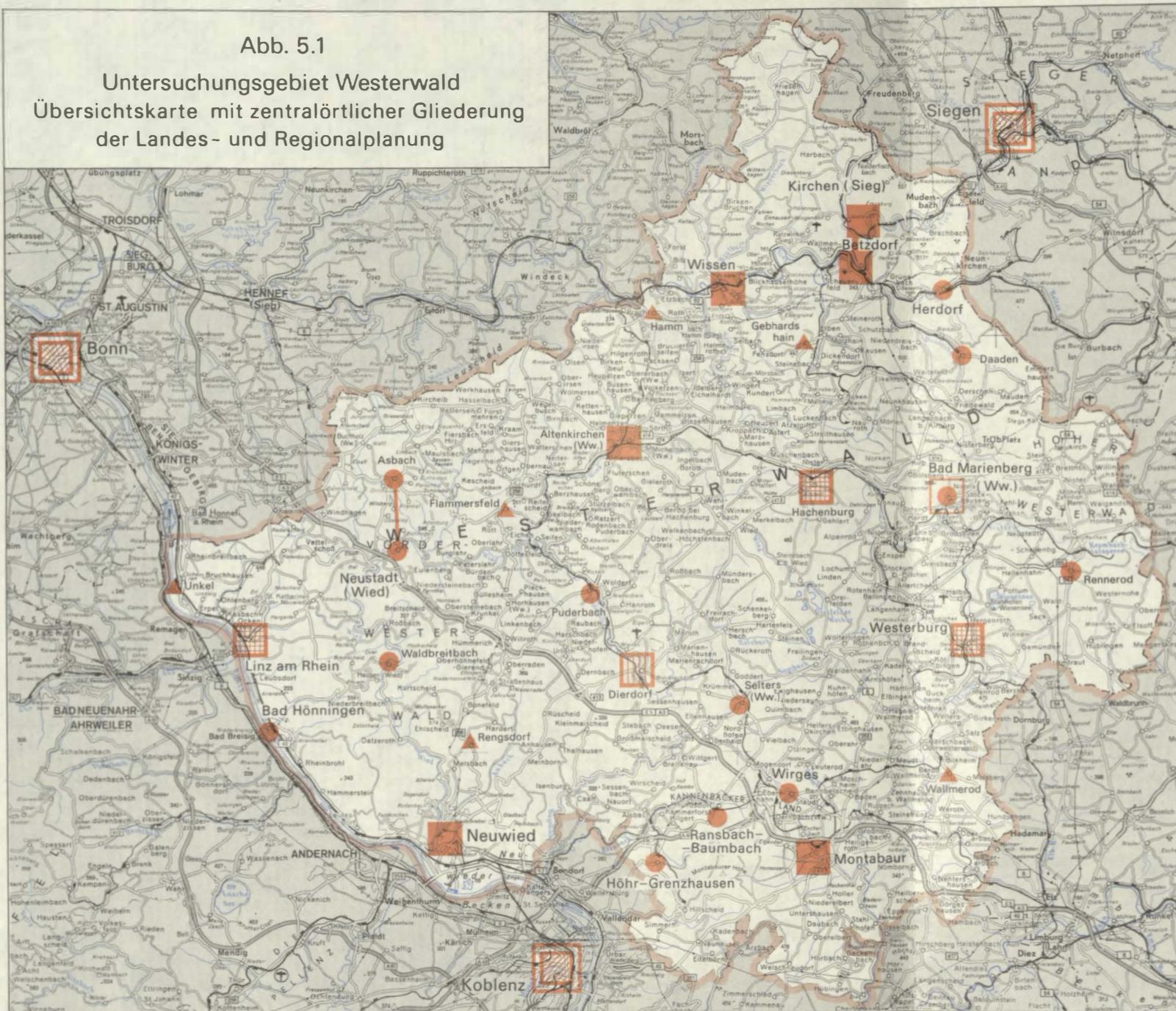


Abb. 5.1

Untersuchungsgebiet Westerwald
Übersichtskarte mit zentralörtlicher Gliederung
der Landes- und Regionalplanung



Verkleinerter Ausschnitt aus der Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz 1:250 000, vervielfältigt mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Rheinland-Pfalz vom 1. 2. 1978 Az.: 3 4062/12/78 durch Jürgen Deiters, Trier



Zentrale Orte
der Landes- und
Regionalplanung

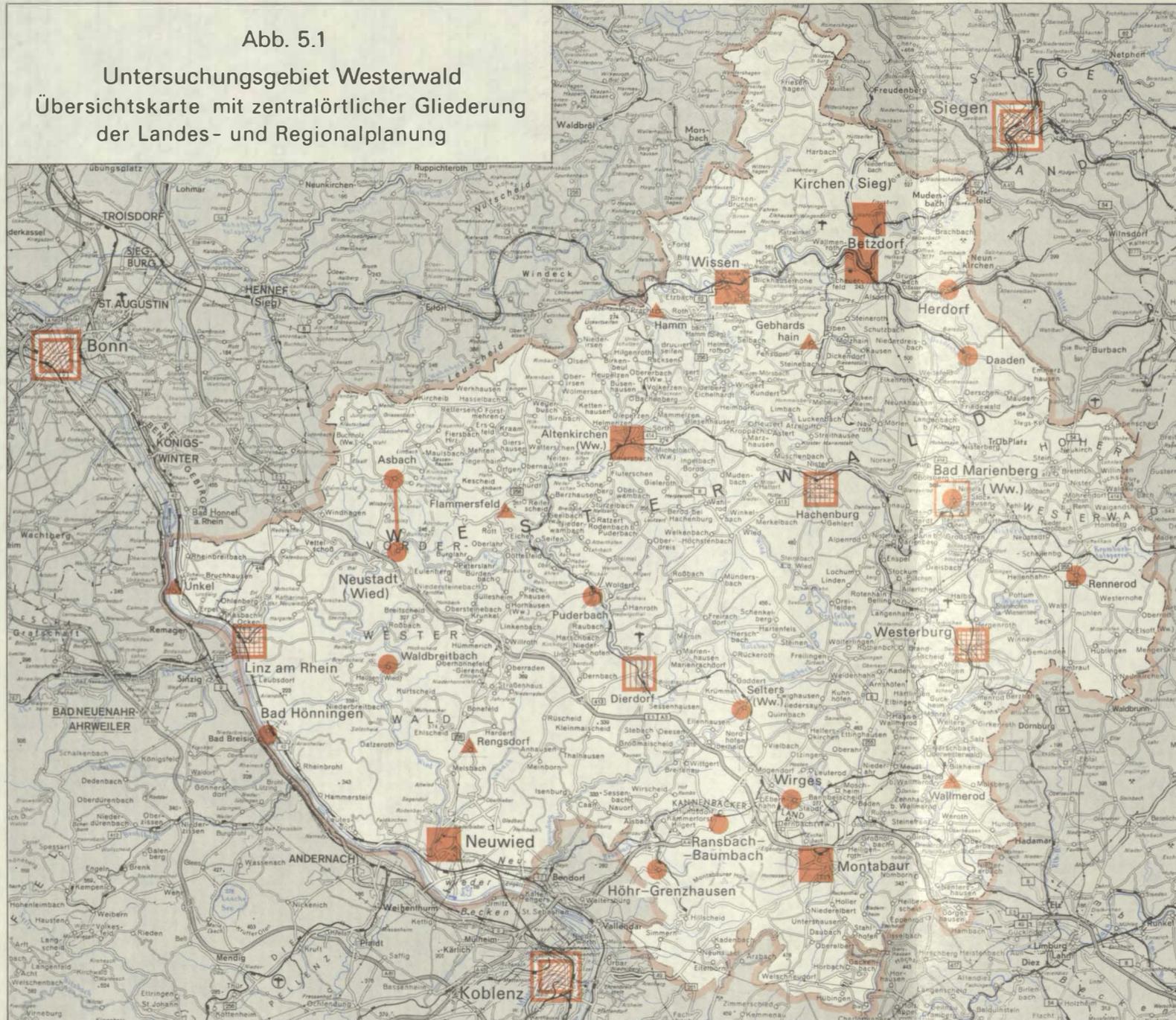
-  Oberzentrum
-  Mittelzentrum, voll ausgestattet
-  Mittelzentrum mit Teilfunktion, weiter auszubauen
-  Mittelzentrum mit Teilfunktion
-  Unterzentrum, in Richtung Mittelzentrum auszubauen
-  Unterzentrum
-  Kleinzentrum

Die mit einem Strich verbundenen zentralen Orte sind als Doppelzentrum ausgewiesen.

Quelle für das Untersuchungsgebiet
Regionaler Raumordnungsplan Westerwald,
3. Abschnitt: Planungsziele, 1974

Abb. 5.1

Untersuchungsgebiet Westerwald
Übersichtskarte mit zentralörtlicher Gliederung
der Landes- und Regionalplanung



Zentrale Orte
der Landes- und
Regionalplanung

-  Oberzentrum
-  Mittelzentrum, voll ausgestattet
-  Mittelzentrum mit Teilfunktion, weiter auszubauen
-  Mittelzentrum mit Teilfunktion
-  Unterzentrum, in Richtung Mittelzentrum auszubauen
-  Unterzentrum
-  Kleinzentrum

Die mit einem Strich verbundenen zentralen Orte sind als Doppelzentrum ausgewiesen.

Quelle für das Untersuchungsgebiet:
Regionaler Raumordnungsplan Westerwald,
3. Abschnitt: Planungsziele, 1974

Verkleinerter Ausschnitt aus der Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz 1:250.000, vervielfältigt mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Rheinland-Pfalz vom 1. 2. 1978 Az. 3.4062/12/78 durch Jürgen Deiters, Trier