

L I T E R A T U R

- AREGGER, H., Die Finanzplanung im Zusammenhang mit Gebiets- und Sachplanungen, Zürich 1970
- BARBY, J.v., Städtebauliche Infrastruktur und Kommunalwirtschaft, Bonn 1974
- BURBERG, P.-H., Neue Organisationsformen der Infrastruktur für dünnbesiedelte ländliche Räume, in: Materialien zum Siedlungs- und Wohnungswesen und zur Raumplanung Bd. 25, Münster 1981
- EWINGMANN, D., Zur Voraussage kommunaler Investitionsbedarfe, Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 2172, Opladen 1971
- GASSNER, E., Städtebauliche Kalkulation, Materialiensammlung Städtebau, Heft 5, Bonn 1972
- GRAUHAN, R.-R., Der politische Willensbildungsprozeß in der Großstadt, in: Großstadt-Politik, Texte zur Analyse und Kritik lokaler Demokratie, hrsg. von R.-R. GRAUHAN, Bauwelt Fundamente 38, S. 145-162, Gütersloh 1972
- HANSMEYER, K.-H., Der kommunale Finanzausgleich als Instrument zur Förderung zentraler Orte, in: Schriftenreihe des Vereins für Socialpolitik, N.F. Bd. 96/II, S. 83-150, Berlin 1980
- HEUER, H., Sozioökonomische Bestimmungsfaktoren der Stadtentwicklung, Stuttgart u.a. 1975
- JANSEN, P.G., TÖPFER, K., Zur Bestimmung von Mängeln der gewachsenen Infrastruktur, in: Theorie und Praxis der Infrastrukturpolitik, Schriften des Vereins für Socialpolitik, N.F. Bd. 54, Seite 401-426, Berlin 1970
- KOZŁOWSKI, J., Schwellenanalyse im Planungsprozeß, Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Arbeitsmaterial Nr. 20, Hannover 1979
- KOZŁOWSKI, J., HUGHES, J.T., Threshold Analysis, London, New York 1972
- LENORT, N.J., Strukturforschung und Gemeindeplanung - Zur Methodenlehre der Kommunalpolitik, Köln und Opladen 1960
- NAKE-MANN, B., NEUMANN, H., Infrastruktur in nordrhein-westfälischen Gemeinden: Analyse der sozio-ökonomischen Determinanten der kommunalen Ausstattung und Untersuchung der quantitativen und qualitativen Versorgung der Bevölkerung, Opladen 1976
- PETRI, W., Die staatlichen Zweckzuweisungen im kommunalen Finanzsystem, Berlin 1977
- RASKE, W., Die kommunalen Investitionen in der Bundesrepublik, Struktur - Entwicklung - Bedeutung, Schriftenreihe des Vereins für Kommunalwissenschaften Berlin Bd. 30, Stuttgart 1971
- SABOW, G., Infrastruktur- und Investitionsplanung in neugebildeten Flächengemeinden, Stuttgart 1976
- SEILER, G., Ziele und Mittel des kommunalen Finanzausgleichs - Ein Rahmenkonzept für einen aufgabenbezogenen kommunalen Finanzausgleich, in: Schriften des Vereins für Socialpolitik, N.F. Bd. 96/II,

STRUKTURANALYSE EMPIRISCHER WANDERUNGSMATRIZEN
DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Wolfram Eckert

Mommsenstr. 41
1000 Berlin 12

GLIEDERUNG :

1. Wanderungen und Wanderungsmatrizen
2. Bildung von Stadtregionen
3. Bearbeitung der Matrizen und Untersuchungsfragen
4. Zur Methode der Matrizen-Triangulation
5. Triangulation von Wanderungsmatrizen
6. Interpretation der Ergebnisse
7. Weiterführende Probleme
8. Literaturhinweise

1. Wanderungen und Wanderungsmatrizen

Mit dem Begriff "Wanderungen" sind hier die Binnenwanderungen gemeint, d.h. alle Wanderungen (als Wechsel des Wohnortes von Personen) zwischen den einzelnen Kreisen und kreisfreien Städten der Bundesrepublik Deutschland eines Jahres.

Die Bedeutung der Wanderungen zeigt sich allein bei Betrachtung des jährlichen Wanderungsvolumens der Bundesrepublik:

Tab. 1: Wanderungsvolumen

	1970	1974	1978
absolut	3 662 000	3 432 000	2 957 000
in vH der Einwohner	6	5,5	4,8

Sieht man die Wanderungen unter den Komponenten der Bevölkerungsentwicklung (Geburten, Sterbefälle, Fort- und Zuzüge Ausland), so zeigt sich insbesondere bei regionaler Betrachtung, daß die Wanderungen sowohl die wichtigste Komponente der regionalen Bevölkerungsentwicklung als auch der Veränderungen des regionalen Arbeitskräfteangebots darstellen¹⁾.

1) dazu H. Birg: Zur Interdependenz der Bevölkerungs- und Arbeitsplatzentwicklung. Grundlagen eines simultanen interregionalen Modells für die Bundesrepublik Deutschland, Berlin 1979, S. 91-92.

Vom Statistischen Bundesamt werden die jährlichen Fort- und Zuzüge gesammelt und als "hauptsächliche Wanderungen" zwischen den Kreisen des Bundesgebietes veröffentlicht¹⁾.

Zur weiteren Verarbeitung lassen sich diese in Matrizenform bringen, wobei sich die hier verwendeten Matrizen auf die Jahre 1974 und 1975 beziehen (mit dem gemeinsamen Gebietsstand von 1975). Ein Problem der Vergleichbarkeit beider Matrizen besteht darin, daß die Elemente der Matrix von 1975 sog. "Abschneidungsgrenzen" unterliegen²⁾ und insofern nicht vollständig sind, während dies für die Matrix von 1974 nicht gilt, d.h. diese vollständig ist.

2. Bildung von Stadtregionen

Die vorliegenden Matrizen mit jeweils über 117 000 Elementen erwiesen sich bei der praktischen Bearbei-

- 1) Statistisches Bundesamt Wiesbaden: Bevölkerung und Erwerbstätigkeit, Fachserie 1, Reihe 2.3 (Wanderungen).
- 2) Allgemein werden nur Wanderungen von 20 Personen und mehr statistisch erfaßt; dies sind 1975 nur ca. 73 vH der Gesamtwanderungen.

tung mit dem hier verwendeten Algorithmus der Triangulation als zu groß. Daher wurden statt dessen Wanderungen zwischen 36 Stadtregionen betrachtet, welche jeweils aus einem Kern (einer Großstadt) und ihrem Rand (mehrere umliegende Kreise) zusammengesetzt sind¹⁾. Die Namen der Stadtregionen enthält die folgende Tabelle 2 und ihre Grenzen sind aus der anschließenden Abb. 1 ersichtlich.

Tab. 2: Namen der Stadtregionen

1 Berlin (West) (nur Kern)	20 Trier
2 Flensburg	21 Saarbrücken
3 Kiel	22 Kaiserslautern
4 Lübeck	23 Pirmasens
5 Hamburg	24 Mannheim/Ludwigshafen
6 Bremen	25 Würzburg
7 Wilhelmshaven	26 Schweinfurt
8 Emden	27 Bayreuth
9 Münster	28 Nürnberg/Fürth/Erlangen
10 Osnabrück	29 Regensburg
11 Herford/Bielefeld	30 Ingolstadt
12 Hannover	31 Stuttgart
13 Braunschweig/Salzgitter	32 Karlsruhe
14 Kassel	33 Freiburg
15 Ruhrgebiet N.O. (nur Kern)	34 Ulm
16 Ruhrgebiet S.W. (nur Kern)	35 Augsburg
17 Gießen	36 München
18 Frankfurt/Offenbach	
19 Koblenz	

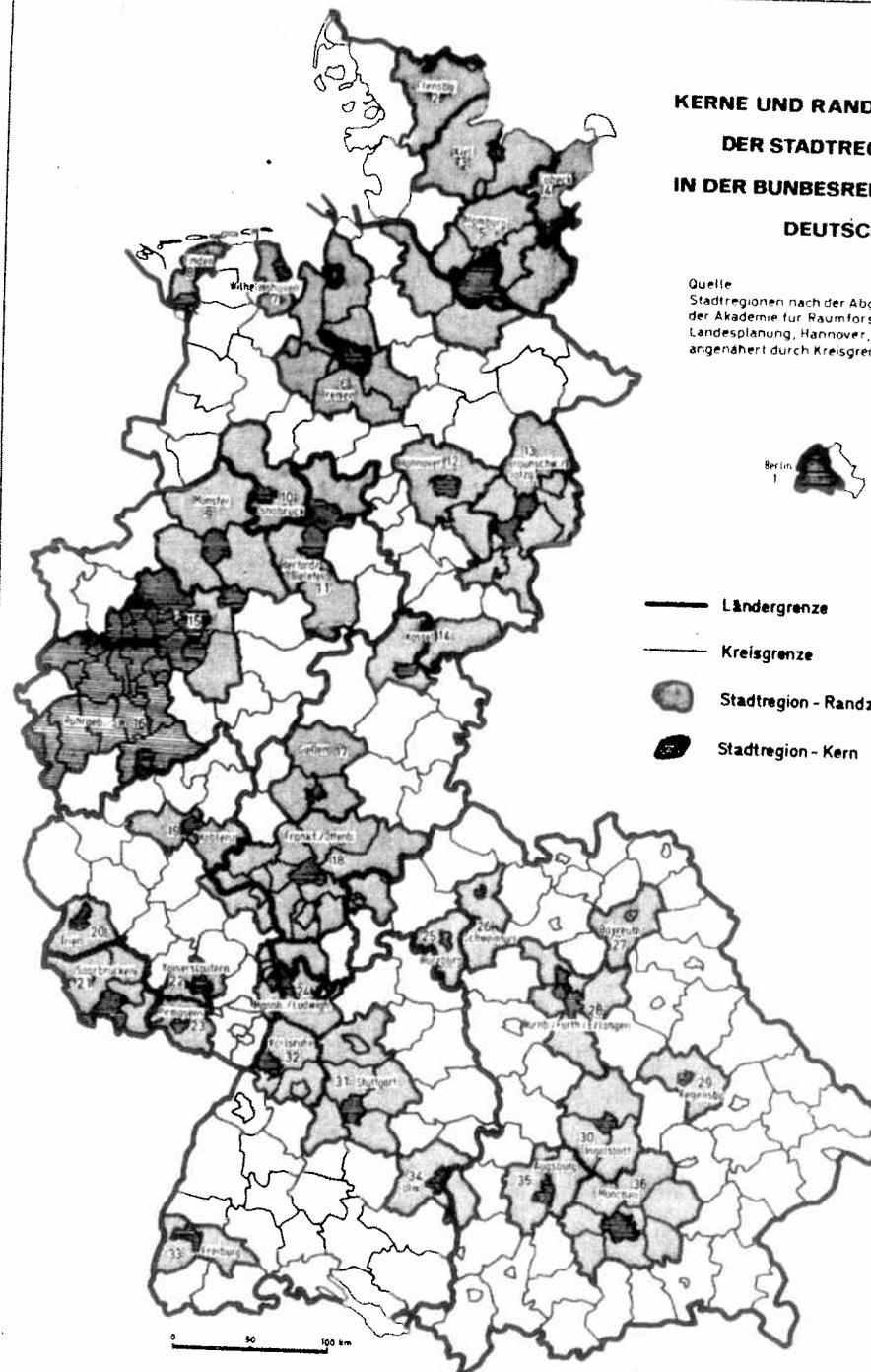
1) Diese kreisscharfen Abgrenzungen erfolgten am DIW durch H. Birg entsprechend dem gemeindegrenzscharfen Boustedt'schen Abgrenzungsvorschlag (Akademie für Raumforschung und Landesplanung).

KERNE UND RANDZONEN DER STADTREGIONEN IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Quelle:
Stadtregionen nach der Abgrenzung
der Akademie für Raumforschung und
Landesplanung, Hannover,
angenähert durch Kreisgrenzen



- Ländergrenze
- Kreisgrenze
- Stadtregion - Randzone
- Stadtregion - Kern



3. Bearbeitung der Matrizen und Untersuchungsfragen

Bei der Bearbeitung von Wanderungsmatrizen besteht zum einen das Interesse darin, die in den Matrizen steckenden Informationen nach bestimmten Aspekten abzufragen bzw. aufzubereiten, z.B. bezüglich von

- Wanderungsausmaß
- Wanderungssalden
- Wanderungsintensitäten
- Wanderungsmerkmalen (Wanderungen nur der Erwerbstätigen, der Ausländer, nach Altersgruppen, nach Distanzen, zwischen den Ländern).

Andererseits besteht ein Interesse daran, die Matrizeninformationen für spezielle Modelle (der Analyse und Prognose) zu verwenden, z.B.

- Wanderungen als stochastischer Prozeß (Markoff-Modell, Mover-Stayer-Modell)
- Messung der Entropie der dem Wanderungsprozeß zuordenbaren Wahrscheinlichkeitsverteilungen
- Prognosemodelle (Gravitationsmodelle, Simulationsmodelle).

In dieser Arbeit geht es jedoch hauptsächlich um den zuerst genannten Bereich, d.h. um Fragen bezüglich der deskriptiven Untersuchungsebene.

Aus den vielen, in der Wanderungsforschung aktuell untersuchten Problemen¹⁾, sei hier der folgende kleine Fragenkomplex betrachtet:

Wanderungsbilanzen bestehen lediglich darin, für eine Region die Gesamtfort- und -zuzüge zu saldieren. Zur genaueren Analyse des Wanderungsgeschehens wäre es aber von Interesse, auch die Einzelsalden der Zu- und Fortzüge zwischen allen Paaren von Regionen zu bilden. Dann wäre beispielsweise ersichtlich, welche der Regionen an alle übrigen zugleich am meisten abgibt, d.h. an jede andere Region durch Fortzüge mehr verliert als sie von diesen durch Zuzüge erhält. Dementsprechend ließe sich dann eine Rangfolge aller Regionen bilden, an deren Anfang diejenigen stehen, die an im Rang nachfolgende Regionen mehr Fortzüge verbuchen als Zuzüge von diesen, so daß sich am Ende diejenigen befinden, die bezüglich aller übrigen Regionen Wanderungsgewinne verzeichnen als Ausdruck ihrer besonderen Attraktivität für die Wandernden.

Fragen läßt sich dann auch, ob sich aus der Struktur der Wanderungsmatrix sozusagen Hauptwanderungsrichtungen

1) dazu H. Birg: Zum Stand der Wanderungsforschung in der Bundesrepublik Deutschland (Tagung der Deutschen Gesellschaft für Bevölkerungswissenschaft), Augsburg 1981.

gen für die Bundesrepublik abgrenzen lassen, die von einzelnen Wanderungsteilströmen gespeist werden. Dieses Gedankenbild ist in Analogie etwa zu Input-Output-Tabellen, bei denen die zeilen- und spaltenweise Anordnung der Wirtschaftssektoren die Hauptrichtung der Produktionsstufen bedeutet¹⁾. Allerdings wären hierfür Rechenverfahren erforderlich, die in diesem Sinne auf der Wanderungsmatrix eine hierarchische Ordnung bezüglich der Regionen bilden.

Die Benutzung von Wanderungsbilanzen als Saldenbildung von Fort- und Zuzügen einer Region insgesamt führt nur in wenig realistischen Ausnahmefällen zu einer solchen Rangbildung der Regionen und ist als allgemeingültiges Verfahren hierfür nicht geeignet.

Da hier das Ziel besteht, die Regionen entsprechend ihren paarweise gebildeten Einzelsalden in eine Rang-

1) hierzu: Helmstädter, Ernst: Produktionsstruktur und Wachstum, in: Jahrbücher f. Nationalökonomie u. Statistik, Bd. 169/1958. Chenery, H. und Watanabe, T.: International Comparisons of the Structure of Production, in: Econometrica, Vol. 26/1958. Jaksch, H.J. und König, H.: Zur Ordnung der Produktionsstruktur von Vielsektorenmodellen, in: Jahrbücher f. Nationalökonomie u. Statistik, Bd. 172/1960. Wessels, Hans: Zur "Hierarchie" der Wirtschaftszweige in der Bundesrepublik Deutschland - Ergebnisse der Triangulation einer Input-Output-Tabelle, in: Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung, Heft 3/1966.

folge zu bringen bzw. darin Gruppen ähnlicher Eigenschaft abzugrenzen (→ Teilströme), ist an die Verfahren Triangulation, Faktorenanalyse und Clusteranalyse zu denken.

Mit der Faktorenanalyse als einem multivariaten Verfahren ist es möglich, aus den 36 Stadtregionen einzelne Regionen zu Gruppen zusammenzufassen. Dabei stellen die Regionen die Variablen dar und die Faktoren die zu identifizierenden Subsysteme innerhalb der Wanderungsstruktur (Quellgebiete bzw. Zielgebiete von Wanderungen). Durch die errechneten Ladungen der Faktoren lassen sich die einzelnen Regionen zu Quell- bzw. Zielgebieten zusammenfassen, deren Raumrelevanz mit Hilfe gleichzeitig berechneter Kommunalitäten (bzw. Eigenwerten) der Faktoren beurteilbar wird¹⁾.

Die Clusteranalyse (als Klassifikationsverfahren) ermöglicht es entsprechend der Faktorenanalyse, die vorliegenden Stadtregionen in einzelne Teilgruppen zusammenzufassen, die jeweils homogene Gruppen darstellen bezüglich ihrer Eigenschaft, Quellgebiet von Zuwanderungen für andere Regionen zu sein bzw. jeweils ein gemeinsames Zielgebiet der Abwanderungen zu besitzen¹⁾.

1) Faktorenanalyse und Clusteranalyse sind vom Verfasser auf das vorliegende empirische Material zwischenzeitlich angewendet worden; die Darstellung dieser Ergebnisse in einer umfassenderen Arbeit befindet sich in Vorbereitung.

Ziel der Triangulation ist es, genau die hierarchische Reihenfolge der Regionen zu finden, bei der die Zahl der gesamten Fortzüge der zuvorderst stehenden Regionen an jeweils alle nachfolgenden Regionen maximal ist bezüglich aller anderen möglichen Anordnungen der Reihenfolge (hier $36! = 3,72 \cdot 10^{41}$ mögliche Permutationen).

Dies bedeutet ein ständiges Vertauschen von Zeilen und Spalten, bis die Anordnung gefunden ist, bei der die Summe aller oberhalb der Hauptdiagonalen stehenden Elemente (Dreieckmatrix) ihr Maximum hat.

Eine gefundene Anordnung wird optimale Rangfolge genannt, wenn sie i.d.S. maximal ist und gleichzeitig folgenden Ordnungskriterien genügt:

$$\text{a) } \sum_{v=i}^j w_{iv} \geq \sum_{v=i}^j w_{vi} \quad , \quad i = 1(1)n \quad , \quad i \leq j = 1(1)n$$

$$\text{b) } \sum_{v=j}^i w_{vi} \geq \sum_{v=j}^i w_{iv} \quad , \quad j \leq i = 1(1)n$$

d.h. ausgehend von einem beliebigen Element der Hauptdiagonalen werden in der entsprechenden Zeile horizontal und der entsprechenden Spalte vertikal beliebig gleichlange Summen gebildet, wobei die Zwischensummen im oberen Dreieck größer gleich denen im unteren Dreieck sein müssen; vgl. M2 in Abbildung 2.

Als Maßzahl für die Abhängigkeit von Zuwanderungen der Regionen im Wanderungsprozeß untereinander dient der Linearitätsgrad (λ_r):

$$\lambda_r = \frac{\sum_{j=i+1}^n w_{ij}}{\sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad \text{für } i = 1(1)n \quad \text{und } j \neq i$$

d.h. die Summe aller Elemente der oberen Dreiecksmatrix (ohne die Elemente der Hauptdiagonalen) dividiert durch die Summe aller Elemente der W-Matrix.

Für empirische Werte des Linearitätsgrades gilt:

$$\frac{1}{2} \leq \lambda_r \leq 1 \quad ,$$

d.h. im Fall $\lambda_r = 1/2$ folgt aus der zugehörigen Anordnung von Zeilen und Spalten der Matrix keine echte Rangordnung der Regionen, da die Summe der Wanderungen so groß ist wie die der Rückwanderungen; während im Fall $\lambda_r = 1$ die stärkste mögliche Rangbildung der Regionen in Form einer reinen (oberen) Dreiecksmatrix vorliegt, vgl. das Beispiel M3 in Abbildung 2¹⁾. Es treten keine Rückwande-

1) In den Beispielen M2 und M3 sind die Werte für die intraregionalen Wanderungen nicht eingetragen worden, da diese keinen Einfluß auf die mit dem Triangulationsverfahren errechnete Rangfolge haben.

rungen auf, so daß es nur eine einzige Hauptrichtung des Wanderungsstroms gibt.

Für jede Wanderungsmatrix läßt sich der durch Zeilen- und Spaltentausch theoretisch erreichbar größte Linearitätsgrad berechnen:

$$\lambda_{th} = \frac{\sum_{j=i+1}^n \max(w_{ij}, w_{ji})}{\sum_{j=1}^n w_{ij}}, \quad \begin{matrix} i = 1, \dots, n \\ j \neq i \end{matrix}$$

Dieser läßt sich insbesondere bei Verwendung suboptimierender Triangulationsalgorithmen als Gütemaß der damit jeweils erreichten Triangulation betrachten. Daß bei empirischen Wanderungsmatrizen nach erfolgter Triangulation der tatsächliche Linearitätsgrad mehr oder minder stark vom theoretischen abweicht, liegt auch darin, daß in allen möglichen Permutationen Einzelwidersprüche verbleiben, d.h. es befinden sich im Hauptwanderungsstrom z.T. erheblich große Wanderungsrückströme.

Das Maß des Einzelwiderspruchs läßt sich definieren als:

$$\omega = 100 \frac{\sum_{j=i+1}^n \max(w_{ij}, w_{ji}) - w_{ij}}{\sum_{j=i+1}^n |w_{ij} - w_{ji}|}, \quad \begin{matrix} i = 1, \dots, n \\ j \neq i \end{matrix}$$

Es gilt: $\omega \geq 0$ und falls $\lambda_r = \lambda_{th}$ ist, wird $\omega = 0$; mit wachsenden Differenzen $(\lambda_{th} - \lambda_r)$ bzw. $(1 - \lambda_{th})$ wird auch ω größer.

Zur Lösung der Triangulationsaufgabe sind verschiedene Verfahren insbesondere im Bereich des Operations Research entwickelt worden¹⁾. Infrage kommen daraus: Heuristische Verfahren, 0-1-Verfahren der ganzzahligen Optimierung sowie Entscheidungsbaumverfahren.

Bei den Entscheidungsbaumverfahren sind es hauptsächlich Verfahren der Begrenzten Enumeration und Branch and Bound-Verfahren. Korte/Oberhofer (1968 und 1969) entwickelten zwei Verfahren speziell zur Triangulation. Das erste ist ein lexikographischer Suchalgorithmus (des Branch and Bound) mit sehr hohem Rechenaufwand und für nur relativ kleine Probleme geeignet; das zweite ist ein suboptimierendes Iterationsverfahren²⁾, das bei zwar geringem Rechenaufwand nicht zwangsläufig die optimale Rangfolge findet.

1) Korte, B. und Oberhofer, W.: Zwei Algorithmen zur Lösung eines komplexen Reihenfolgeproblems, in: Unternehmensforschung, Bd. 12/1968; dieselben: Zur Triangulation von Input-Output-Matrizen, in: Jahrbücher für Nationalökonomie u. Statistik, Bd. 182/1969; Jaksch, H.J.: Eine Bemerkung zur Triangulation von Input-Output-Matrizen, in: Jahrbücher für Nationalökonomie u. Statistik, Bd. 186/1972.

2) Ähnlich dem Jacobi-Verfahren zur Eigenwertbestimmung hermetischer Matrizen.

Zur praktischen Bearbeitung der Wanderungsmatrizen von Stadtregionen waren die von Korte/Oberhofer entwickelten und in Fortran IV programmierten Algorithmen verfügbar, von denen das Iterationsverfahren hier benutzt wurde.

5. Ergebnisse der Triangulation

Trianguliert wurden fünfzehn 36x36-Matrizen¹⁾, die zuvor aus Teilen der Wanderungsmatrizen von 1974 und 1975 der Bundesrepublik wie oben geschildert bezüglich 36 Stadtregionen aggregiert wurden, wobei für jedes Jahr noch folgende Typen unterschieden wurden:

- a) Wanderungen insgesamt
- b) Kern-Kern-Wanderungen
- c) Kern-Rand-Wanderungen
- d) Rand-Kern-Wanderungen
- e) Rand-Rand-Wanderungen
- f) Wanderungen von Personen von 50 Jahren u. mehr (nur für 1974, in der Form wie a)-e)).

Die folgende Tab. 3 enthält die Rechenergebnisse, wobei jede Spalte die Nummern der Stadtregionen als errechnete Rangfolge enthält für den betreffenden Typus des Jahres 1974 bzw. 1975.

1) Empirische Matrizen wurden am DIW bereits zuvor trianguliert: Wessels, H.: Triangulation und Blocktriangulation von Input-Output-Tabellen und ihre Bedeutung; Diss., Berlin, 1980.

Tab.3: Durch Triangulation ermittelte Rangfolgen der 36 Stadtregionen

Rang	1974						1975					
	Insgesamt		Kern-Kern		Rand-Rand		Insgesamt		Kern-Kern		Rand-Rand	
	Kern	Rand										
1.	26	21	26	21	6	8	23	23	23	23	23	23
2.	21	18	18	18	27	33	27	22	22	22	22	24
3.	23	23	23	20	29	33	24	21	33	33	17	22
4.	1	1	17	22	33	34	17	20	7	20	21	21
5.	15	15	20	21	36	26	22	1	21	3	19	28
6.	20	17	7	24	30	18	28	26	20	4	14	9
7.	20	11	21	14	32	36	23	25	1	5	9	13
8.	11	2	28	13	34	19	34	29	13	17	28	10
9.	11	4	4	17	22	14	32	33	27	8	36	34
10.	19	30	29	32	19	30	14	36	29	13	12	13
11.	10	14	5	31	20	29	13	35	30	6	8	7
12.	12	8	12	6	14	4	27	11	14	3	11	11
13.	12	23	27	8	24	28	30	30	33	26	13	6
14.	13	10	5	3	28	9	31	20	31	25	8	30
15.	17	34	36	11	17	25	35	25	15	34	10	35
16.	27	9	35	9	8	26	6	4	8	4	9	12
17.	16	20	30	20	6	11	2	5	34	14	2	32
18.	34	3	30	10	25	20	9	19	7	35	14	21
19.	31	29	28	4	26	10	4	10	11	10	20	20
20.	4	12	11	19	18	7	3	9	10	12	19	22
21.	32	13	10	22	7	2	29	21	9	15	22	26
22.	8	3	9	10	2	8	36	26	12	11	21	3
23.	24	3	19	12	9	16	10	6	17	27	33	25
24.	3	32	8	27	23	23	25	12	6	6	31	29
25.	2	7	3	5	4	5	21	14	19	9	35	31
26.	7	19	2	4	5	31	11	31	24	19	25	33
27.	35	31	13	33	31	24	22	32	30	24	26	27
28.	24	3	6	27	3	3	19	3	35	7	27	28
29.	14	13	31	25	11	13	12	24	32	32	29	7
30.	5	27	34	29	10	12	20	34	16	31	30	12
31.	18	16	14	28	16	22	7	17	3	16	18	36
32.	18	38	32	7	13	15	5	13	2	18	17	5
33.	33	28	37	35	12	17	28	18	4	5	32	4
34.	23	33	24	(11)	15	18	(16)	8	5	29	24	(15)
35.	22	36	23	(15)	21	21	(1)	2	18	28	23	(1)
36.	36	6	18	(16)	1	21	(15)	23	36	36	34	(16)
λ_{th}	0,552	0,565	0,823	0,814	0,614	0,631	0,862	0,847	0,567	0,579	0,842	0,840
λ_r	0,548	0,539	0,817	0,806	0,607	0,617	0,854	0,835	0,564	0,575	0,834	0,827
	3,7	4,4	0,9	1,3	2,9	5,5	1,1	1,7	1,8	2,4	1,2	1,9

1) Bei dieser Rangfolge spielen die Regions-Nr. 1,15,16 keine Rolle, da diese Stadtregionen nur als Kerne ohne Rand definiert sind.

6. Interpretation der Ergebnisse

Dies bedeutet, daß eine in der Folge zuerst auftretende Stadtregion an jeweils jede der nachfolgenden Regionen mehr "Wanderungen abgibt" als sie von jeder einzelnen an "Wanderungen bekommt", und die in der Folge letztgenannten erhalten von jeweils jedem der Vorgänger in der Rangfolge mehr als sie an diesen abgeben, weisen also jeweils größere Zuzüge als Fortzüge bezüglich jener auf.

Kennziffern

Bei Betrachtung der errechneten Werte für λ_{th} , λ_r und ω fällt zunächst auf, daß für alle Triangulationen beider Jahre die erreichten suboptimalen Lösungen kaum verbesserbar sind, denn die Differenzen zwischen den jeweiligen λ_{th} und λ_r fallen sehr klein aus.

Mit überall auftretendem $\lambda_r > \frac{1}{2}$ lassen sich - wenn auch nicht gleichmäßig stark - im Gesamtwanderungsgeschehen als auch in Teilen daraus generell Hauptwanderungsströme identifizieren. Und es läßt sich vermuten, daß die sich hier bereits abzeichnenden Ströme insgesamt noch prägnanter ausfallen würden (steigende λ -Werte), wenn nicht mit absoluten, sondern mit relativen Wanderungszahlen (bezogen auf die Einwohner der jeweiligen Stadtregion) gerechnet werden würde.

Hier fällt auf, daß die Wanderungsrichtung bei den Kern-Rand-Wanderungen (bzw. auch Rand-Kern-Wanderungen) über die identifizierten Rangfolgen besonders deutlich hervortritt.

Beim Maß des Einzelwiderspruchs treten mit niedrigen λ_r -Werten für die Teile "Wanderungen Insgesamt", "Kern-Kern-Wanderungen" und "Rand-Rand-Wanderungen" erwartungsgemäß große ω -Werte auf. Allerdings folgert bei den "Kern-Kern-Wanderungen" und besonders den "Rand-Rand-Wanderungen" aus den relativ hohen ω -Werten (beide mit niedrigem λ_r -Wert), daß innerhalb der Hauptwanderungsrichtung starke einzelne Gegenströme existieren müssen (Einzelwidersprüche).

Unabhängigkeit bzw. Attraktivität

Eine Stadtregion, die sich in einer Rangfolge im Mittelfeld oder oberen Drittel befindet, bezieht ihre Wanderungsgewinne hauptsächlich von den Regionen, die sich in der Rangfolge davor befinden. Und dies sind natürlich viel weniger als wenn sich diese Stadtregion am unteren Ende der Rangfolge befände und ihre Wanderungsgewinne sich durch Saldenüberschüsse bezüglich sehr vieler davorliegender Regionen realisieren. Im ersten Fall läßt sich so von einer "gewissen Abhängigkeit" der Wanderungs-

gewinne dieser Stadtregion von bestimmten anderen Regionen reden, im anderen Fall von "gewisser Unabhängigkeit" bezüglich irgendwelcher bestimmter Regionen.

So haben Region 36 und Region 16 im Jahr 1975 beide große Wanderungsgewinne (6822 Personen bzw. 9054 bei den Wanderungen insgesamt). Trotzdem läßt sich feststellen, daß München sowohl bei den "Wanderungen insgesamt" als auch bei den "Kern-Kern-Wanderungen" von einigen wenigen bestimmten Regionen viel weniger abhängig ist als im Vergleich dazu die Stadtregion "Ruhrgebiet S.W."

Bemißt man die Attraktivität einer Stadtregion nicht allein nach ihrem Wanderungszustrom, sondern auch danach, wie er sich zusammensetzt, d.h., ob dieser Zustrom nicht nur von einigen Regionen aus erfolgt, sondern von möglichst vielen anderen, so läßt sich eine durch Triangulation gefundene Rangfolge gleichzeitig auch als Skala der "allseitigen Beliebtheit" der Regionen interpretieren.

So scheint das ganze Saarland für die Bundesbürger insgesamt wenig attraktiv zu sein, wie (leider) auch Berlin. Hohe Attraktivität als Wohnort besitzen demgegenüber besonders die Regionen München, Augsburg, Nürnberg, aber auch Hamburg und Frankfurt.

So betrachtet, befinden sich in einer durch Triangulation ermittelten Rangfolge zuoberst solche Regionen, die für die übrigen eine große Dispersion, einen großen Streueffekt haben und für viele andere Regionen wandlungsmäßig von großer Bedeutung sind. Zum Schluß dagegen stehen die Regionen, die auf alle übrigen eine besonders große Sogwirkung ausüben.

Wanderungsströme

Die Triangulation führt in einer Wanderungsmatrix zu einer Umordnung der Zeilen bzw. Spalten mit den dazugehörigen Stadtregionen. Allerdings ist es keineswegs so, daß die Rangordnung der triangulierten Wanderungsmatrix gleichzeitig auch einen vollständigen, durchgängigen Wanderungsstrom von der Region auf dem 1. Platz bis hin zu der Region auf dem 36. Platz darstellen würde. Dies steht im Gegensatz zu beispielsweise triangulierten Input-Output-Tabellen. Dort handelt es sich um Güter, die im Produktionsprozeß hintereinander einzelne Sektoren durchlaufen, so daß tatsächlich die durch Triangulation gefundene Rangfolge der Sektoren gleichzeitig auch die durchgängige Richtung des volkswirtschaftlichen Produktionsprozesses darstellt.

Da entsprechendes bei Wanderungsmatrizen unmittelbar nicht gegeben ist, ist es sinnvoller, nicht nach einem

einzigem geschlossenen Wanderungsfluß bezüglich sämtlicher Regionen zu suchen, sondern innerhalb der durch Triangulation gefundenen Rangfolge nach zusammenhängenden Blöcken von Regionen, Wanderungssysteme, innerhalb derer sich eventuell prägnante Teilwanderungsströme identifizieren lassen.

Um dieses zu erreichen, werden Informationen über die empirische Verteilung der Wanderungsdistanzen verwertet. Und zwar verteilen sich für den hier betrachteten Zeitraum die Wandernden über folgende Distanzen¹⁾:

ca. 22 % wandern	bis 25 km weit
ca. 37 % "	" 50 " "
ca. 55 % "	" 100 " "
ca. 72 % "	" 200 " "
nur ca. 12 % "	mehr als 400 " "

Bezüglich der ihrer Häufigkeit wegen wichtigen Wanderungsdistanzen "bis 100 km" bzw. "bis 200 km" werden in der Karte der Bundesrepublik entsprechend benachbart liegende Stadtregionen gesucht, die gleichzeitig in den Rangfolgen Ähnlichkeiten aufweisen (Platzverhalten),

1) entsprechend H. Birg: Berechnungen zur langfristigen Bevölkerungsentwicklung in den 343 kreisfreien Städten und Landkreisen der Bundesrepublik Deutschland, in: Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung, Heft 2/1980, S. 205, Tab. 7.

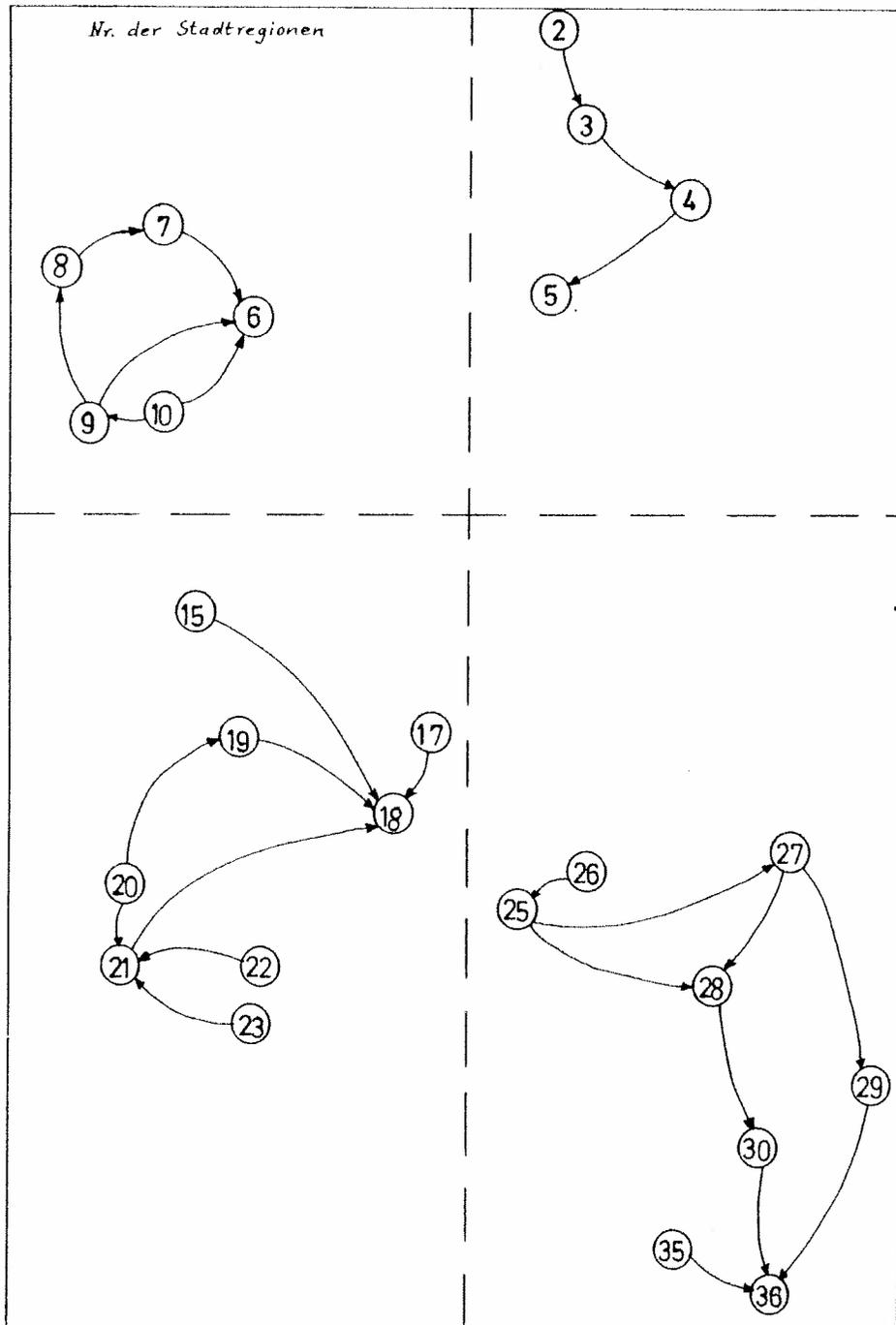
so daß sich Blöcke von Stadtregionen ergeben, die als Wanderungssysteme jeweils Quell- und Zielgebiet eines großen Teilwanderungsstroms beinhalten.

Für die Bundesrepublik lassen sich derart für 1974/1975 vier größere Wanderungssysteme abgrenzen:

- | | | | |
|----|----------------------|---------------------|-------------------|
| 1. | (2) Flensburg | 2. | (6) Bremen |
| | (3) Kiel | | (7) Wilhelmshaven |
| | (4) Lübeck | | (8) Emden |
| | (5) Hamburg | | (9) Münster |
| | | | (10) Osnabrück |
| 3. | (15) Ruhrgebiet N.O. | (20) Trier | |
| | (17) Gießen | (21) Saarbrücken | |
| | (18) Frankfurt | (22) Kaiserslautern | |
| | (19) Koblenz | (23) Pirmasens | |
| 4. | (25) Würzburg | (29) Regensburg | |
| | (26) Schweinfurt | (30) Ingolstadt | |
| | (27) Bayreuth | (35) Augsburg | |
| | (28) Nürnberg | (36) München | |

Die Wanderungssysteme sind in der Abb. 3 dargestellt, wobei die Richtung der einzelnen Teilströme aus den Rangfolgen der triangulierten Matrizen abgeleitet worden ist.

Abb. 3: Teilströme in den vier Wanderungssubsystemen

Rangverschiebungen

Werden die Triangulationsergebnisse der beiden Querschnitte von 1974 und 1975 miteinander verglichen, so ergeben sich Rangverschiebungen der Stadtregionen.

Dazu werden die 36 Ränge in drei Felder aufgeteilt: Im ersten befinden sich die Ränge 1.-10. (gleichsam die "Verlierer" bei den Fort- und Zuzügen), im Mittelfeld die Ränge 11.-26. und im dritten Feld die Ränge 27.-36. (die "Gewinner"), wie in Abb. 4 dargestellt. Die Pfeile geben den Rangwechsel der Stadtregionen an, falls diese in dem entsprechenden Feld der "Verlierer" bzw. "Gewinner" verbleiben.

Daraus und aufgrund berechneter Rangkorrelationen läßt sich bei dem hier vorliegenden Datenmaterial eine relativ große Zeitstabilität der Stadtregionen bezüglich ihrer Zugehörigkeit zu den "Verlierern" oder "Gewinnern" feststellen und die Vermutung anschließen, daß sich Änderungen in der Wanderungsstruktur (hier insbesondere der Wanderungsströme) in der Tendenz eher langsam vollziehen als abrupt.

Tab. 4: Rangverschiebungen der Stadtregionen von 1974 nach 1975

	Wanderungen Insgesamt		Kern-Kern- Wanderungen		Kern-Rand- Wanderungen		Rand-Kern- Wanderungen		Rand-Rand- Wanderungen	
	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975
Ränge 1.-10.	26	23	26	23	16	16	26	23	21	23
	21	22	21	22	1	15	18	24	9	24
	23	21	23	33	15	1	23	17	20	22
	1	20	1	2	22	7	17	18	22	21
	15	1	15	21	20	3	21	19	23	28
	20	26	17	20	7	4	24	14	19	9
	30	25	11	1	21	5	14	9	12	13
	22	13	2	17	28	28	13	10	1	27
	11	27	4	8	4	36	34	34	17	31
	19	29	30	13	29	12	32	13	16	1
	⋮								⋮	
	⋮		M i t t e l f e l d						⋮	
	⋮								⋮	
Ränge 27.-36.	35	30	31	24	13	26	33	27	25	26
	24	35	5	7	6	27	27	28	5	4
	14	32	18	32	31	29	25	7	30	19
	5	16	27	31	34	30	29	12	6	18
	18	3	16	16	14	18	28	36	36	25
	28	2	35	18	32	17	7	5	2	29
	33	4	28	5	17	32	36	4	35	32
	29	5	33	29	24	24	1	15	33	34
	25	18	36	28	23	23	15	1	29	35
	36	36	6	36	18	34	16	16	7	2

7. Weiterführende Probleme

Gerade Aussagen zum Problem der Strukturstabilität lassen sich dann etwas genauer formulieren, wenn statt der unvollständigen Wanderungsmatrix von 1975 der neue Querschnitt von 1977 benutzt wird, da dieser um Ungenauigkeiten durch bestehende Abschneidungsgrenzen bereinigt ist (entsprechend dem Querschnitt von 1974).

Weiterhin ist es möglich, ergänzend zu der hier verwendeten Verteilungsfunktion der Wanderungsdistanzen, auch die Faktorenanalyse und Verfahren der Clusteranalyse zur Abgrenzung von Subsystemen in der Wanderungsmatrix anzuwenden.

Schließlich besteht ein wichtiges Problem noch darin, daß Wanderungen zwar einen stochastischen Prozeß im Zeitablauf darstellen, aber die empirischen Wanderungsmatrizen lediglich nur einen Querschnitt daraus abbilden. So gilt es noch theoretisch nachzuweisen, daß das Verfahren der Triangulation (und damit die Analyse von Wanderungsstrukturen) die realiter zeitbezogenen, mit diesem aber lediglich aus einem Querschnitt abgeleiteten Wanderungsströme so identifiziert, daß diese den Ergebnissen des tatsächlich in der Wirklichkeit ablaufenden Zeitprozesses der Wanderungen entsprechen.

8. Literaturhinweise

Birg, Herwig: Analyse und Prognose der Bevölkerungsentwicklung in der Bundesrepublik Deutschland und in ihren Regionen bis zum Jahr 1990.

In: Beiträge zur Strukturforchung, Heft 35/1975

Birg, Herwig: Zur Interdependenz der Bevölkerungs- und Arbeitsplatzentwicklung. Grundlagen eines simultanen interregionalen Modells für die Bundesrepublik Deutschland, Berlin 1979.

Birg, Herwig: Berechnungen zur langfristigen Bevölkerungsentwicklung in den 343 kreisfreien Städten und Landkreisen der Bundesrepublik Deutschland.

In: Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung, Heft 2/1980

Birg, Herwig: Zum Stand der Wanderungsforschung in der Bundesrepublik Deutschland (Tagung der Deutschen Gesellschaft für Bevölkerungswissenschaft), Augsburg 1981.

Chenery, H. und Watanabe, T.:

International Comparisons of the Structure of Production.

In: Econometrica, Vol. 26/1958

Helmstädter, Ernst: Produktionsstruktur und Wachstum.

In: Jahrbücher für Nationalökonomie u. Statistik, Bd. 169/1958

Jaksch, H.J. und König, H.:

Zur Ordnung der Produktionsstruktur von Vielsektorenmodellen.

In: Jahrbücher für Nationalökonomie u. Statistik, Bd. 172/1960

Jaksch, H.J.: Eine Bemerkung zur Triangulation von Input-Output-Matrizen.

In: Jahrbücher für Nationalökonomie u. Statistik, Bd. 186/1972

Korte, B. und Oberhofer, W.:

Zwei Algorithmen zur Lösung eines komplexen Reihenfolgeproblems.

In: Unternehmensforschung, Bd. 12/1968

Korte, B. und Oberhofer, W.:

Zur Triangulation von Input-Output-Matrizen.

In: Jahrbücher für Nationalökonomie u. Statistik, Bd. 182/1969

Statistisches Bundesamt:

Bevölkerung und Erwerbstätigkeit.

Fachserie 1, Reihe 2.3 (Wanderungen)

Wessels, Hans: Zur "Hierarchie" der Wirtschaftszweige in der Bundesrepublik Deutschland - Ergebnisse der Triangulation einer Input-Output-Tabelle.

In: Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung, Heft 3/1966

Wessels, H.: Triangulation und Blocktriangulation von Input-Output-Tabellen und ihre Bedeutung.

Diss., Berlin, 1980