

Sonderdruck aus:

Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

Günter Buttler

Die Abgrenzung regionaler Arbeitsmärkte mit Hilfe
von Klassifikationsverfahren

8. Jg./1975

3

Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (MittAB)

Die MittAB verstehen sich als Forum der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Es werden Arbeiten aus all den Wissenschaftsdisziplinen veröffentlicht, die sich mit den Themen Arbeit, Arbeitsmarkt, Beruf und Qualifikation befassen. Die Veröffentlichungen in dieser Zeitschrift sollen methodisch, theoretisch und insbesondere auch empirisch zum Erkenntnisgewinn sowie zur Beratung von Öffentlichkeit und Politik beitragen. Etwa einmal jährlich erscheint ein „Schwerpunktheft“, bei dem Herausgeber und Redaktion zu einem ausgewählten Themenbereich gezielt Beiträge akquirieren.

Hinweise für Autorinnen und Autoren

Das Manuskript ist in dreifacher Ausfertigung an die federführende Herausgeberin Frau Prof. Jutta Allmendinger, Ph. D. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung 90478 Nürnberg, Regensburger Straße 104 zu senden.

Die Manuskripte können in deutscher oder englischer Sprache eingereicht werden, sie werden durch mindestens zwei Referees begutachtet und dürfen nicht bereits an anderer Stelle veröffentlicht oder zur Veröffentlichung vorgesehen sein.

Autorenhinweise und Angaben zur formalen Gestaltung der Manuskripte können im Internet abgerufen werden unter http://doku.iab.de/mittab/hinweise_mittab.pdf. Im IAB kann ein entsprechendes Merkblatt angefordert werden (Tel.: 09 11/1 79 30 23, Fax: 09 11/1 79 59 99; E-Mail: ursula.wagner@iab.de).

Herausgeber

Jutta Allmendinger, Ph. D., Direktorin des IAB, Professorin für Soziologie, München (federführende Herausgeberin)
Dr. Friedrich Buttler, Professor, International Labour Office, Regionaldirektor für Europa und Zentralasien, Genf, ehem. Direktor des IAB
Dr. Wolfgang Franz, Professor für Volkswirtschaftslehre, Mannheim
Dr. Knut Gerlach, Professor für Politische Wirtschaftslehre und Arbeitsökonomie, Hannover
Florian Gerster, Vorstandsvorsitzender der Bundesanstalt für Arbeit
Dr. Christof Helberger, Professor für Volkswirtschaftslehre, TU Berlin
Dr. Reinhard Hujer, Professor für Statistik und Ökonometrie (Empirische Wirtschaftsforschung), Frankfurt/M.
Dr. Gerhard Kleinhenz, Professor für Volkswirtschaftslehre, Passau
Bernhard Jagoda, Präsident a.D. der Bundesanstalt für Arbeit
Dr. Dieter Sadowski, Professor für Betriebswirtschaftslehre, Trier

Begründer und frühere Mitherausgeber

Prof. Dr. Dieter Mertens, Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Karl Martin Bolte, Dr. Hans Büttner, Prof. Dr. Dr. Theodor Ellinger, Heinrich Franke, Prof. Dr. Harald Gerfin,
Prof. Dr. Hans Kettner, Prof. Dr. Karl-August Schäffer, Dr. h.c. Josef Stingl

Redaktion

Ulrike Kress, Gerd Peters, Ursula Wagner, in: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit (IAB), 90478 Nürnberg, Regensburger Str. 104, Telefon (09 11) 1 79 30 19, E-Mail: ulrike.kress@iab.de: (09 11) 1 79 30 16, E-Mail: gerd.peters@iab.de: (09 11) 1 79 30 23, E-Mail: ursula.wagner@iab.de: Telefax (09 11) 1 79 59 99.

Rechte

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet. Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, fotografische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrofotos u.ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Herstellung

Satz und Druck: Tümmels Buchdruckerei und Verlag GmbH, Gundelfinger Straße 20, 90451 Nürnberg

Verlag

W. Kohlhammer GmbH, Postanschrift: 70549 Stuttgart; Lieferanschrift: Heßbrühlstraße 69, 70565 Stuttgart; Telefon 07 11/78 63-0; Telefax 07 11/78 63-84 30; E-Mail: waltraud.metzger@kohlhammer.de, Postscheckkonto Stuttgart 163 30. Girokonto Städtische Girokasse Stuttgart 2 022 309. ISSN 0340-3254

Bezugsbedingungen

Die „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ erscheinen viermal jährlich. Bezugspreis: Jahresabonnement 52,- € inklusive Versandkosten: Einzelheft 14,- € zuzüglich Versandkosten. Für Studenten, Wehr- und Ersatzdienstleistende wird der Preis um 20 % ermäßigt. Bestellungen durch den Buchhandel oder direkt beim Verlag. Abbestellungen sind nur bis 3 Monate vor Jahresende möglich.

Zitierweise:

MittAB = „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ (ab 1970)
Mitt(IAB) = „Mitteilungen“ (1968 und 1969)
In den Jahren 1968 und 1969 erschienen die „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ unter dem Titel „Mitteilungen“, herausgegeben vom Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit.

Internet: <http://www.iab.de>

Die Abgrenzung regionaler Arbeitsmärkte mit Hilfe von Klassifikationsverfahren

Günter Buttler*

Regionale Arbeitsmärkte sind Ausdruck der begrenzten räumlichen Mobilität der Produktionsfaktoren. In dem durch sie bestimmten Bereich entscheidet es sich, ob ein Marktausgleich erfolgt oder nicht. Ungleichgewichtige Situationen können daher auch nur innerhalb der jeweiligen Marktgrenzen behoben werden. Ihre Kenntnis ist folglich ausschlaggebend für die Wirksamkeit marktregulierender Maßnahmen.

Die bisherigen Vorschläge zur Bestimmung regionaler Arbeitsmärkte können methodisch nicht voll befriedigen, weil sie entweder auf Detailkenntnissen eines Forschers über das Untersuchungsgebiet beruhen und deshalb weder nachvollzogen noch auf andere Bereiche übertragen werden können, oder weil sie von willkürlich festzusetzenden Schwellenwerten abhängig sind. Diese Nachteile lassen sich bei einer Regionalisierung vermeiden, die auf Klassifikationsalgorithmen basiert.

Ausgangspunkt ist die Erfassung der Übereinstimmung in den Arbeitsmarktbeziehungen der Einwohner von jeweils zwei Gemeinden. Sie haben dann den gleichen Arbeitsmarkt, wenn ihre Auspendlerquoten in allen Gemeinden paarweise gleich sind. In einem solchen Fall ist der Wohnort ohne Einfluß auf die Wahl des Arbeitsortes.

Die Regionalisierung erfolgt durch Zusammenfassung der Orte, die untereinander die größte Übereinstimmung aufweisen. Durch die stufenweise Aggregation der Gemeinden mit Hilfe hierarchisch-agglomerativer Klassifikationsalgorithmen wird in einem Arbeitsgang eine Fülle von Alternativen in bezug auf Größe und Zahl der Regionen aufgezeigt.

Zur Überprüfung der verschiedenen Möglichkeiten wird das Land Nordrhein-Westfalen anhand der Pendelwanderungsdaten der Volkszählung 1970 in regionale Arbeitsmärkte aufgeteilt.

Gliederung

1. Zur Konzeption regionaler Arbeitsmärkte
2. Erfassung der Übereinstimmung in den Arbeitsmarktbeziehungen
3. Aggregation der Orte
 - 3.1. Iterative Regionalisierungen
 - 3.2. Hierarchisch-agglomerative Regionalisierungen
4. Empirische Ergebnisse

1. Zur Konzeption regionaler Arbeitsmärkte

Die Gleichwertigkeit der Lebensbedingungen, die das Grundgesetz fordert, wird in wesentlichen Teilen durch die Arbeitsmarktverhältnisse bestimmt. Der Mechanismus des Arbeitsmarktes reicht, wenn man ihn sich selbst überläßt, meist nicht aus, allen Erwerbwilligen einen ihren Fähigkeiten entsprechenden Arbeitsplatz zu verschaffen. Der Einsatz arbeitsmarktpolitischer Steuerungsinstrumente setzt aber eine genaue Diagnose der Störungsursachen voraus, die ohne eine Aufteilung des Arbeitsmarktes in überschaubare Einheiten kaum konkrete Ergebnisse liefern dürfte. Hierfür bieten sich zwei Kriterien an, die fachliche und die regionale Differenzierung. Bei ihnen handelt es sich um die wichtigsten Friktionsursachen, die einen Ausgleich zwischen Angebot und Nachfrage verzögern oder ganz verhindern, selbst wenn insgesamt ein quantitatives Gleichgewicht besteht:

1. Die unterschiedliche Qualifikation der Arbeitskräfte erschwert den Ausgleich zwischen Überschuß- und Mangelberufen.
2. Die Bindung von Menschen und Produktionsmitteln an bestimmte Standorte kann zu starken Unterschieden in der Auslastung des Erwerbspotentials eines Landes führen.

Hier soll nur die Regionalisierung des Arbeitsmarktes behandelt werden. Sie erscheint mir wichtiger, da auch ein

eventueller fachlicher Ausgleich zunächst stets innerhalb der Grenzen versucht wird, die durch die beschränkte räumliche Mobilität der Marktparteien gezogen werden. Da die Arbeitsplätze weitgehend ortsgebunden sind und auch die menschliche Arbeitsleistung kurzfristig nicht über beliebige Entfernungen transportiert werden kann, werden Angebot und Nachfrage auf dem Arbeitsmarkt nur innerhalb bestimmter Grenzen um ihren Standort marktrelevant. Außerhalb dieser Grenzen hat ihre Existenz keine unmittelbare Bedeutung für die Gegenseite.

Bei der Untersuchung der Marktreichweiten kann man sich auf die Angebotsseite beschränken und die Arbeitsplätze der Einfachheit halber zu den Bestimmungsgrößen zählen, die neben anderen Faktoren wie z. B. persönlichen Präferenzen, Informationsstand und Verkehrsmöglichkeiten die Bereitschaft der Erwerbstätigen determinieren, mehr oder minder weite Wege zur Arbeit in Kauf zu nehmen. Der Aktionsbereich des einzelnen Anbieters ist; folglich auf den Teil des Arbeitsmarktes bzw. der Arbeitsplätze beschränkt, der in seine Reichweite fällt.

Räumlich gesehen besteht der Arbeitsmarkt somit aus einer Vielzahl von Teilmärkten, die sich je nach Ausdehnung und Bevölkerungskonzentration überlagern. Regionale Arbeitsmärkte entstehen durch die Aufteilung dieser Arbeitsmarktlandschaft. Sie abstrahieren zwar von den individuellen Verhältnissen, ermöglichen dafür aber je nach Grenzziehung die räumliche Fixierung einer größeren Zahl von Markttransaktionen.

Regionale Arbeitsmärkte sollten jedoch nicht nur der Zuordnung der Anbieter zu räumlich fixierten Teilmärkten dienen, sie sollten auch repräsentativ für die Reichweiten dieser Personen sein. Das ist um so eher der Fall, je mehr sich die Reichweiten mit der Marktfläche decken. Dadurch ist gewährleistet, daß die innerhalb der Regionsgrenzen wohnenden Arbeitskräfte in der gesamten Region als Anbieter auftreten können. In der Regel dürfte es ausreichen, wenn sich die Reichweiten auf die Gebiete mit Arbeitsplatzkonzentrationen, im Normalfall also die Städte, er-

* Dr. Günter Buttler ist Akademischer Oberrat am Seminar für Wirtschaftsund Sozialstatistik der Universität zu Köln.

strecken. Innerhalb derartiger Grenzen kann man folglich weitgehende räumliche Mobilität der Arbeitskräfte unterstellen.

Schwierigkeiten ergeben sich bei dem Versuch, in größerem Umfange individuelle Reichweiten zu quantifizieren. Hilfsweise lassen sich dafür die Pendelwanderungen verwenden. Die tatsächlichen Reichweiten können definitionsgemäß nicht geringer sein. Es dürfte ferner ausreichen, anstelle der individuellen Wege zur Arbeit nur noch die aggregierten Pendlerströme zwischen den Gemeinden zu berücksichtigen. Das bedeutet, daß die Gemeinden die kleinsten Bausteine einer Regionalisierung sind. Ein detaillierteres Vorgehen ist zwar technisch möglich, es fragt sich jedoch, ob der Mehraufwand wegen des Stichtagcharakters der Daten und ihrer zeitlichen Instabilität gerechtfertigt ist. Die Verwendung der Pendelwanderungen und ihre Beschränkung auf den zwischengemeindlichen Austausch haben zur Folge, daß die arbeitsmarktmäßige Zusammengehörigkeit zweier Orte nicht mehr in den absoluten Pendlerzahlen zum Ausdruck kommt. An ihre Stelle müssen mit Rücksicht auf die unterschiedlichen Gemeindegrößen relativierte Werte, Pendlerquoten, treten. Sie charakterisieren die Intensität, mit der sich die weitgehend unbekanntes Reichweiten der Bewohner der einzelnen Orte überlagern.

Bei einer Bestandsaufnahme des methodischen Instrumentariums stößt man gewöhnlich auf eine Zweiteilung nach dem Charakter der zu bestimmenden Regionen:

Die Abgrenzung *homogener Regionen* erfordert eine Zusammenfassung von Orten nach ihrer Übereinstimmung in den relevanten Strukturmerkmalen. Es handelt sich dabei im Prinzip um ein Problem der Klassifikation (Vogel 1975, Bock 1974) mit der Zusatzbedingung, daß die Raumeinheiten einer jeden Klasse flächenmäßig aneinandergrenzen.

Arbeitsmarktdaten werden häufig als Strukturmerkmale für Homogenitätsuntersuchungen verwendet (Brede/Ossorio 1967, Thelen/Lührs 1971, Geisenberger u. a. 1970). Das bedeutet aber keineswegs, daß homogene Regionen auch arbeitsmarktmäßig zusammengehören, d. h. regionale Arbeitsmärkte bilden. Eher ist das Gegenteil anzunehmen.

Die Übereinstimmung in der Arbeitsplatzstruktur läßt häufig auf nur schwach entwickelte Beziehungen schließen, da die angrenzenden Gebiete nichts aufzuweisen haben, was in der Heimatgemeinde nicht auch vorhanden ist. Das gilt besonders dort, wo ein großer Teil der Bevölkerung in der Landwirtschaft beschäftigt ist (Schwarz 1972).

Bei der Abgrenzung *funktionaler Regionen* geht es dagegen um die Erfassung der Intensität von Austauschbeziehungen der verschiedensten Art. „Wechselbeziehungen einschließlich der Bevölkerungsbewegung, des Warenverkehrs, des Nachrichtenwesens und anderer Verkehrsbeziehungen sind eine wesentliche Eigenschaft solcher Räume“ (BoustedtlRanz 1957, S. 37). Besonders geeignete Verflechtungsmerkmale sind die Pendelwanderungen. Sie können neben der arbeitsmarktmäßigen Verbindung eine Reihe weiterer Austauschbeziehungen repräsentieren, denn „mit dem auswärtigen Arbeitsplatz ist gleichzeitig die Präferenz des dortigen Dienstleistungsangebotes gegeben“ (Otremba u. a. 1970, S. 35). Regionale Arbeitsmärkte

sind vom Typ her zu den funktionalen Regionen zu rechnen.

Die verschiedenen Vorschläge zur Bestimmung funktionaler Regionen sind mit methodischen Unzulänglichkeiten behaftet, sei es, daß sie zu schematisch vorgehen, wie z. B. die Gravitations- und Potentialmodelle (Carrothers 1966, Isard u. a. 1969), sei es, daß sie Schwierigkeiten haben mit der Erfassung der mittelbaren Beziehungen, die nicht im direkten Austausch zwischen zwei Orten bestehen. Dies gilt z. B. für den graphentheoretischen Ansatz von Nyström und Dacey (1961) wie für die Verwendung von Markovketten durch Brown und Holmes (1971).¹⁾

Die Einteilung in homogene und funktionale Regionen ist jedoch nicht zwingend. Es ist durchaus möglich, nicht nur von einer Homogenität der Strukturen zu sprechen, sondern auch von einer Homogenität der Beziehungen (Grigg 1965). Da regionale Arbeitsmärkte aus den Reichweiten der Arbeitskräfte hergeleitet werden sollen, richtet sich ihre Homogenität nach der räumlichen Übereinstimmung im Angebot, wie sie in den Pendelwanderungen zum Ausdruck kommt. Gelingt es, die Homogenität dieser Beziehungen zu messen, wird es möglich, das umfangreiche und methodisch ausgereifte Instrumentarium der Klassifikation für die Bestimmung regionaler Arbeitsmärkte einzusetzen. Das Ziel ist, Regionen zu bilden, deren Arbeitsmarktbeziehungen möglichst homogen sind.

2. Erfassung der Übereinstimmung der Arbeitsmarktbeziehungen

Die arbeitsmarktmäßige Zusammengehörigkeit zweier Gemeinden zeigt sich darin, inwieweit ihre Beziehungen in Gestalt der Pendlerquoten nicht nur untereinander, sondern auch mit den übrigen Orten des Untersuchungsgebietes übereinstimmen. Sind diese Beziehungen in allen Fällen gleich, verfügen die betreffenden Gemeinden über einen räumlich identischen Arbeitsmarkt. Die in ihnen beheimateten Arbeitskräfte bieten ihre Leistungen in gleichem Maße in denselben Orten an; der Wohnort ist für die Wahl des Arbeitsortes unerheblich.

Die Vorgehensweise bei der Messung der Übereinstimmung der beiderseitigen Arbeitsmärkte soll hier für den einfachen Fall erläutert werden, daß lediglich zwei Orte *i* und *h* ohne Außenbeziehungen, also ohne Auspendler in Drittorde, zu untersuchen sind. Da die in den beiden Orten wohnenden Erwerbstätigen auch dort arbeiten, muß die Zahl der Arbeitsplätze also mindestens so groß sein wie die der Erwerbstätigen. Einpendler von Drittorde sind in diesem Zusammenhang unerheblich, da nur die Arbeitsmarktbeziehungen, die von den Einwohnern von *i* und *h* ausgehen, miteinander verglichen werden.

Wenn die Wahl des Arbeitsortes unabhängig vom Wohnort sein soll, werden beispielsweise die Arbeitsplätze des Ortes *i* in gleichem Maße von den Erwerbstätigen aus *i* und *h* besetzt. Das gleiche gilt für die Stellen in *h*. Die Wahrscheinlichkeit, daß ein zufällig ausgewählter Erwerbstätiger aus *i* auch in *i* arbeitet, ist dann gleich der Wahrscheinlichkeit, daß ein Erwerbstätiger aus *h* in *i*

$$[1] \quad P_{ii} = P_{hi} \cdot$$

Da die Erwerbstätigen wie unterstellt nur in *i* oder *h* arbeiten, gilt

$$[2] \quad P_{ii} + P_{ih} = P_{hh} + P_{hi} = 1 \cdot$$

Daraus folgt zwangsläufig, daß auch

$$[3] \quad P_{hh} = P_{ih} \cdot$$

¹⁾ Zur Kritik vgl. Buttler, 1974.

Zur Schätzung der Wahrscheinlichkeiten werden die Quoten q der Pendler und der Nichtpendler verwendet:

$$[4] \quad \hat{p}_{ii} = \frac{E_{ii}}{E_i} = q_{ii}$$

E_{ii} = Zahl der Erwerbstätigen, die in i wohnen und arbeiten

E_i = Zahl der Erwerbstätigen, die in i wohnen.

Entsprechend ergeben sich für die übrigen Wahrscheinlichkeiten die Schätzwerte

$$[5] \quad \hat{p}_{ih} = \frac{E_{ih}}{E_i} = q_{ih}$$

$$[6] \quad \hat{p}_{hh} = \frac{E_{hh}}{E_h} = q_{hh}$$

$$[7] \quad \hat{p}_{hi} = \frac{E_{hi}}{E_i} = q_{hi}$$

Der Grad der Homogenität läßt sich im konkreten Fall daran messen, inwieweit Abweichungen von diesem Idealzustand vorkommen:

$$[8] \quad d_{ih}^{(a/b)} = \{ |q_{ii} - q_{hi}|^a + |q_{hh} - q_{ih}|^a \}^{1/b}$$

Der Exponent a ermöglicht eine unterschiedliche Gewichtung der Differenzen. Je größer a ist, desto stärker werden große Unterschiede berücksichtigt. Üblicherweise wird man nur $a = 1$ oder $a = 2$ wählen. Es handelt sich dabei um die bekannten Abstandsmaße. Für $a = 1$ und $b = 1$ ergibt sich die absolute Distanz, für $a = 2$ und $b = 2$ die euklidische und für $a = 2$ und $b = 1$ die in der Klassifikation viel verwendete quadrierte euklidische Distanz.

Das dargestellte Modell zweier Orte ohne Außenbeziehungen läßt sich leicht der Realität anpassen, wenn es darum geht, die paarweise Übereinstimmung der vielfältigen Beziehungen von n Orten zu messen. Es ergibt sich das Maß

$$[9] \quad d_{ih}^{(a/b)} = \left[\sum_{g=1}^n |q_{ig} - q_{hg}|^a \right]^{1/b}$$

Mit diesem Abstandsmaß läßt sich die Homogenität der Arbeitsmarktbeziehungen zweier Orte in einer einzigen Zahl²⁾ erfassen. Dabei werden nicht nur die direkten Verbindungen, der Pendleraustausch zwischen den beiden Orten, berücksichtigt, sondern auch alle mittelbaren Beziehungen, d. h. alle ihre Auspendlerquoten.

Die Homogenitätsmessung wird für alle $\binom{n}{2}$ Paare von Orten durchgeführt, so daß es wegen der Symmetrie von Abstandsmaßen insgesamt $n(n-1)/2$ Werte gibt.

In diesem Zusammenhang stellt sich noch die Frage, inwieweit die Verteilung der Arbeitsplätze die Homogenität der Beziehungen beeinflusst. Auch hierfür mag zur Erläuterung das Modellbeispiel zweier Orte ohne Außenbeziehungen dienen. In i sollen 200, in h 800 Erwerbstätige wohnen. Es sind verschiedene Annahmen über die Zahl und Aufteilung der Arbeitsplätze möglich:

a) In jedem Ort ist die Zahl der Arbeitsplätze gleich der der Erwerbstätigen. Es gibt also in i 200, in h 800 Arbeitsplätze.

²⁾ Zur Frage des Wertebereichs von d_{ih} vergleiche *Buttler (1974)*.

Beide Orte bilden dann und nur dann einen einheitlichen Arbeitsmarkt, wenn von i nach h sowie von h nach i jeweils 160 Personen pendeln. Es ergibt sich

$$q_{ii} = \frac{40}{200} = 0,2 \quad q_{hi} = \frac{160}{800} = 0,2$$

$$q_{ih} = \frac{160}{200} = 0,8 \quad q_{hh} = \frac{640}{800} = 0,8$$

so daß $d_{ih} = 0$.

b) Die Summe der Arbeitsplätze in i und h entspricht der Zahl der Erwerbstätigen beider Orte. Einpendler aus Dritorten kommen folglich nicht vor.

Sind beispielsweise in i 100 und in h 900 Arbeitsplätze, liegt ein einheitlicher Arbeitsmarkt dann vor, wenn 180 Personen von i nach h und 80 Personen von h nach i pendeln. In diesem Fall ist $d_{ih} = 0$.

c) Die Zahl der Arbeitsplätze unterliegt nur der Beschränkung, daß sie nicht kleiner sein darf als die Summe der in i und h wohnenden Erwerbstätigen. Sind mehr Arbeitsplätze als — ortsinterne — Bewerber vorhanden, bleiben Stellen frei oder werden von Einpendlern aus Dritorten besetzt. Für beliebige Werte von q_{ii} , die konkret von der Verteilung der Arbeitsplätze abhängen, lassen sich die Bedingungen für einen einheitlichen Arbeitsmarkt angeben. Ist z. B. $q_{ii} = 0,5$, müssen auch die übrigen 3 Quoten = 0,5 sein, um zu einem $d = 0$ zu führen. Das setzt allerdings voraus, daß in i mindestens $100 + 400 = 500$, in h ebenfalls mindestens 500 Arbeitsplätze vorhanden sein müssen.

Die 3 Beispiele zeigen, daß Homogenität der Arbeitsmärkte zwar nur bei bestimmten Arbeitsplatzkonstellationen möglich ist, Informationen darüber sind jedoch für die Messung nicht erforderlich. Es reicht aus, die Pendlerquoten paarweise miteinander zu vergleichen.

3. Aggregation der Orte

Mit der Messung der paarweisen Homogenität ist die Voraussetzung geschaffen, um Klassifikationsalgorithmen für die Ermittlung regionaler Arbeitsmärkte anwenden zu können. Die Aufgabe besteht darin, Klassen von Orten zu bestimmen, deren interne Arbeitsmarktbeziehungen möglichst übereinstimmen. Hierfür bieten sich grundsätzlich zwei Vorgehensweisen an, der sogenannte iterative und der hierarchisch-agglomerative Ansatz.

3.1. Iterative Regionalisierungen

Iterative Verfahren setzen voraus, daß zumindest ungefähre Vorstellungen über die Zahl der Regionen existieren. Ausgangspunkt ist die Vorgabe von Kristallisationskernen, hier also von Zentren der zu bildenden regionalen Arbeitsmärkte. Die verbleibenden Orte werden anschließend den Zentren zugeordnet, mit denen sie die engsten Beziehungen haben. Die Aggregation wird allerdings dadurch erschwert, daß in der Regel nach Zuordnung einer Gemeinde die Pendlerquoten der neuen Region revidiert werden müssen. Dabei handelt es sich um die Berechnung eines — mit den anteiligen Erwerbstätigenzahlen — gewichteten arithmetischen Mittelwertes, oder in geometrischer Deutung, die Bestimmung des Centroides der neuen Region. Mit jeder Zuordnung einer Gemeinde verschiebt sich der Schwerpunkt der Region, so

daß die Regionalisierung von der Reihenfolge der Aggregation beeinflusst werden kann.

Sind alle Orte in Regionen zusammengefaßt, können sich weitere Arbeitsgänge anschließen, um durch eine Variation in der Zahl der Regionen u. U. eine bessere Aufteilung zu erreichen.

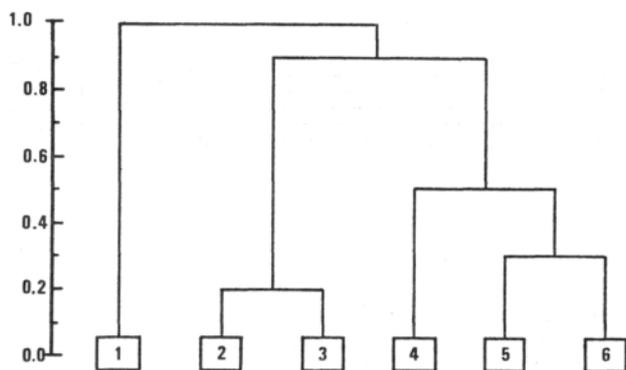
Iterative Verfahren sind recht anschaulich, haben aber den Nachteil, durch die Vorgabe der Zentren wenig flexibel zu sein. Dieser Nachteil wird meist auch durch mehrere Iterationsphasen nicht behoben.

3.2. Hierarchisch-agglomerative Regionalisierungen

Agglomerative Verfahren erzeugen i. d. R. eine Hierarchie von Regionen unterschiedlicher Größe und Zusammengehörigkeit. Ausgangspunkt sind die einzelnen Orte. Stufenweise werden je zwei Einheiten zu immer größeren Regionen zusammengefaßt. Die Reihenfolge richtet sich nach der Stärke der Zusammengehörigkeit. Da sich die Zahl der Einheiten auf jeder Stufe um 1 verringert, weist die Klassenhierarchie bei n Orten n-1 Stufen auf. Durch die Fusion verringert sich aber nicht nur die Zahl der Einheiten, mit wachsender Größe sinkt auch die Homogenität der Regionen.

Die Hierarchie der Regionen wird anschaulich in einem Dendrogramm wiedergegeben, wie es Abb. 1 für 6 Orte darstellt. Es zeigt die Reihenfolge der Fusionen. Eine Skalierung der senkrechten Verbindungslinien ermöglicht die Angabe der unterschiedlichen Homogenität.

Abbildung 1:
Dendrogramm einer Hierarchie von Regionen



Die Hierarchie von Regionen hat eine Reihe praktischer Vorteile:

- Es sind keine Annahmen über die günstigste Regionenzahl vorzugeben.
- Regionen unterschiedlicher Aggregationsstufen stehen nebeneinander und können direkt miteinander verglichen werden.
- Die Wiedergabe der Aggregationsstufen entspricht der Stetigkeit räumlicher Phänomene besser als die Fixierung einer oder ganz weniger der vielfältigen Aufteilungsmöglichkeiten.

Das Verfahren hat auch gewisse Nachteile:

- Fusionsentscheidungen sind nachträglich nicht mehr zu korrigieren. Zuordnungen auf vorgelagerten Stufen können sich jedoch nachträglich als unzuweckmäßig herausstellen und müßten eigentlich rückgängig gemacht werden.

- Durch die paarweisen Homogenitätsmessungen werden sehr hohe Anforderungen an die Speicherkapazität der Rechenanlagen gestellt.

Die Hierarchie der Regionen ist, abgesehen von der ersten und der letzten Stufe, nicht nur abhängig von der Homogenitätsmessung zwischen den einzelnen Orten, sondern auch von der zwischen den Regionen. Sofern diese nur aus jeweils einem Ort bestehen, werden dafür die ursprünglichen Distanzen verwendet. Das geht jedoch nicht mehr, wenn eine Region sich bereits aus mehreren Orten zusammensetzt. Dann ist entweder ein Bezugspunkt, ein echtes oder fiktives Element auszuwählen, das die Region repräsentiert, oder es sind die Abstände aller Elementepaare von jeweils zwei Klassen zu berücksichtigen. Je nach Vorgehensweise gibt es eine Reihe von Regionalisierungsstrategien (Cormack 1971, Vogel 1975), die hier jedoch nicht alle vorgestellt werden können.

Das einfachste und anschaulichste Verfahren ist der Einfache Abstand (single linkage). Auf jeder Stufe werden die beiden Regionen fusioniert, die den kleinsten Abstand zwischen zwei ihrer Orte aufweisen. Es kommt dabei nicht auf die Größe und Gestalt der Regionen an, sondern nur auf die Entfernung bzw. Homogenität von zwei ihrer Elemente. In der Literatur findet sich für diese Vorgehensweise auch die Bezeichnung „nearest neighbour“.

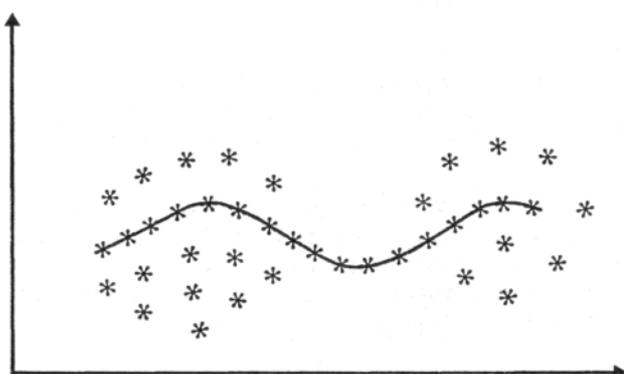
Die Homogenität der Beziehungen zweier Regionen I und HG, wobei HG aus H und G entstanden ist, ergibt sich

$$[10] \quad d_{I, HG} = \min \{ d_{IH}, d_{IG} \} .$$

Es wird also einfach das Minimum der bisherigen Distanzen verwendet.

Das Verfahren hat einen erheblichen Nachteil. Es kommt häufig nicht zur Bildung anschaulicher, d. h. kompakter Regionen. Die einzelnen Orte werden vielmehr kettenförmig aneinander gehängt. Abbildung 2 verdeutlicht diesen Effekt. Die Abstände d zwischen den Orten, die durch Kreuze bezeichnet sind, kommen in der räumlichen Entfernung zum Ausdruck. Zunächst werden in aller Regel die Gemeinden miteinander verbunden, die entlang der großen Entwicklungs- bzw. Verkehrsachsen liegen. Für die Abgrenzung von regionalen Arbeitsmärkten ist ein solches Vorgehen daher weniger geeignet, da es nicht allein auf die Beziehungen zum nächsten Nachbarort ankommt, sondern auf die Verbindungen innerhalb der gesamten Region.

Abbildung 2:
Ketteneffekt des Einfachen Abstandes



Sollen sämtliche Orte einer Region berücksichtigt werden, sind nach jeder Aggregation generell neue Pendlerquoten für die betroffenen Einheiten zu berechnen und miteinander

der zu vergleichen. Ein solches Vorgehen ist nicht nur sehr zeitraubend, sondern beansprucht auch viel Speicherplatz, da die Ausgangsdaten jederzeit verfügbar sein müssen.

Es läßt sich zeigen (Lance/ Williams 1966, 1967), daß Klassenabstände auch rekursiv aus den Einzelabständen berechnet werden können. Als Gewichte dienen bei der Regionalisierung die anteiligen Erwerbstätigenzahlen (Buttler 1974). Ist z. B. die Region I aus den beiden Orten i und h entstanden, ergibt sich bei Verwendung quadrierter euklidischer Distanzen der Abstand von I zu einem

$$[11] \quad d_{Ig}^2 = g_i d_{ig}^2 + g_h d_{hg}^2 - g_i g_h d_{ih}^2,$$

hierin bedeuten

$$[12] \quad g_i = \frac{E_i}{E_i + E_h} \quad \text{und} \quad g_h = \frac{E_h}{E_i + E_h}$$

die anteiligen Erwerbstätigenzahlen.

Da, wie bereits erwähnt, die Neuberechnung der Pendlerquoten der Bestimmung des Centroides einer Region gleichkommt, ergibt sich als Klassendistanz der sog. Centroid-Abstand, die Distanz zwischen den Schwerpunkten oder Durchschnitten zweier Klassen.

Statt des Centroidabstandes, der die unschöne Eigenschaft hat, daß die im Zuge der Aggregation ermittelten Werte keine monoton wachsende Funktion darstellen, wird meist der Durchschnittliche Abstand (average linkage)

$$[13] \quad d_{Ig}^2 = g_i d_{ig}^2 + g_h d_{hg}^2$$

verwendet. Er bestimmt sich rekursiv nach

Es handelt sich dabei um den Durchschnitt aus den paarweisen Distanzen zwischen den Elementen von I und g.

Für die Bestimmung regionaler Arbeitsmärkte erscheint der Durchschnittliche Abstand am besten geeignet. Entscheidend für die Zusammenfassung zweier Regionen sind nicht die Beziehungen zwischen nur zwei, sondern die zwischen sämtlichen ihrer Orte. Da Regionen mit wachsender Größe immer heterogener werden, nehmen die derart gemessenen Beziehungen entsprechend ab. Der Durchschnittliche Abstand begünstigt folglich das Zustandekommen gleich großer Gebietseinheiten, soweit die Arbeitsmarktverhältnisse das überhaupt zulassen.

4. Empirische Ergebnisse

Die Eignung der dargestellten Klassifikationsverfahren zur Regionalisierung soll anhand der Pendelwanderungstatistik aus der Volkszählung vom 27. 5. 1970 untersucht werden. Eine Beschränkung auf das Land Nordrhein-Westfalen ist aus Kapazitätsgründen erforderlich. Sie erscheint deshalb zulässig, weil die Daten kaum nennenswerte Pendelwanderungen über die Landesgrenzen hinweg ausweisen.

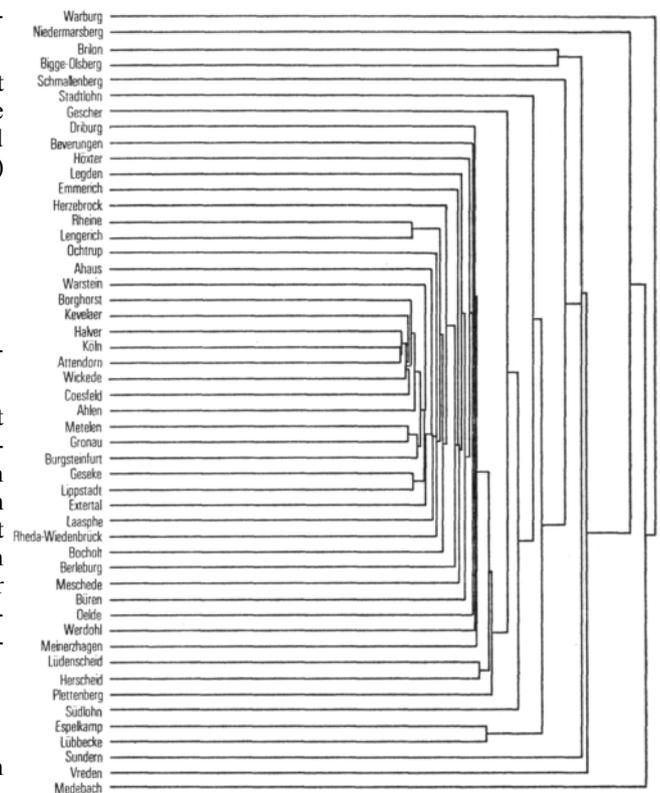
Eine weitere Beschränkung erfolgt auf die 465 Gemeinden mit mehr als 5000 Einwohnern. In ihnen leben knapp 93 % der Bevölkerung des Landes. Um eine lückenlose Regionalisierung zu erreichen, werden die im ersten Arbeitsgang nicht erfaßten kleinen Gemeinden nachträglich aufgrund ihrer Pendelwanderungen den vorab gebildeten Regionen zugeschlagen.

³⁾ Deutsche Gesellschaft für Landentwicklung (1970). Diese Zahl wird auch von Verwaltungswissenschaftlern als Richtgröße für eine Reform der Kreisgrenzen genannt. Vgl. Jockimsen/Knobloch/ Treuner 1971.

Von den verschiedenen Möglichkeiten zur Messung der Homogenität der Beziehungen soll hier nur die quadrierte euklidische Distanz verwendet werden. Durch die stärkere Gewichtung großer Differenzen zwischen den Pendlerquoten begünstigt sie die Bildung gleich großer Regionen.

Wird die Fusion nach dem Verfahren des Einfachen Abstandes durchgeführt, wirkt sich der Ketteneffekt äußerst negativ aus. Nur auf den unteren Stufen zeigen sich im unmittelbaren Einzugsbereich der Großstädte schwache Ansätze zur Bildung mehrerer getrennter Regionen. Die Mehrzahl der Gemeinden wird jedoch einzeln nacheinander an die Region Köln angebunden. Das Dendrogramm der 50 letzten Fusionsstufen führt neben Köln, zu dem mittlerweile nicht nur die Rhein-Ruhr-Region, sondern auch Aachen, Münster und Bielefeld gehören, nur noch 49 mehr oder minder isolierte kleinere Orte aus Randgebieten auf (vgl. Abb. 3). Damit mag die funktionelle Verflechtung korrekt wiedergegeben sein, für eine Regionalisierung sind die Ergebnisse jedoch völlig unbrauchbar.

Abbildung 3:
Dendrogramm der 50 letzten Fusionsstufen



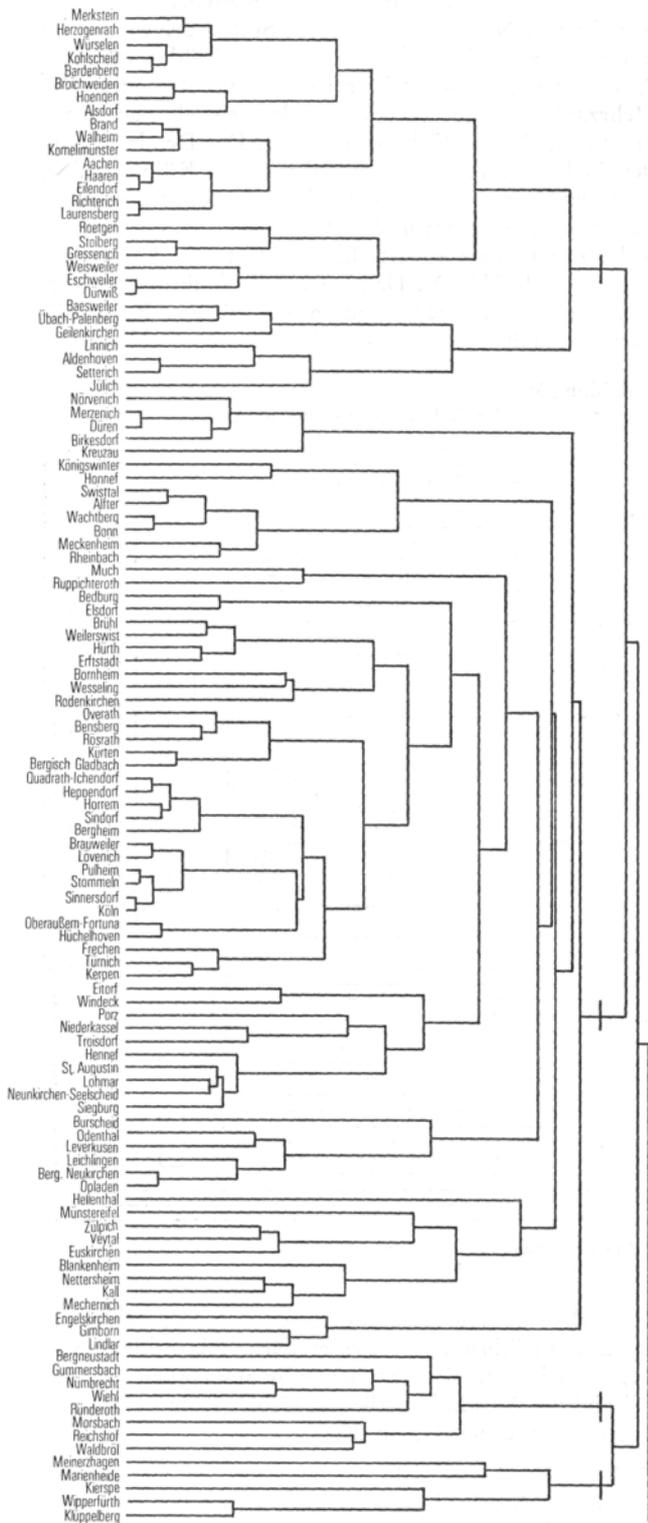
Maß: Quadrierte euklidische Distanz
Verfahren: Einfacher Abstand

Wesentlich bessere Resultate lassen sich mit Hilfe des Durchschnittlichen Abstandes erzielen. Die Bildung von Regionen ist auf allen Stufen recht ausgeprägt, wie am Beispiel des Ausschnittes für das Gebiet Köln — Bonn — Aachen deutlich wird (Abb. 4).

Zu klären bleibt die Zahl der Regionen, da das Dendrogramm alle Möglichkeiten zwischen 1 und 465 offenläßt. Als Entscheidungskriterium werden hier Vorstellungen über die Mindestgröße, die ein regionaler Arbeitsmarkt im Interesse seiner Entwicklungsfähigkeit haben sollte, hinzugezogen. Richtgröße sei eine Zahl von 200 000 Einwohnern, das entspricht ca. 90 000 Erwerbstätigen.³⁾ Um diese Größenordnung zu erreichen, empfiehlt es sich, auf

der 90 %-Ebene einen Schnitt durch das Dendrogramm zu legen. Ergebnis sind 33 vorläufige Regionen, deren Größe allerdings ganz erheblich schwankt (vgl. Aufstellung 1).

Abbildung 4:
Ausschnitt aus dem Dendrogramm für das Gebiet
Köln—Bonn—Aachen



Maß: Quadrierte euklidische Distanz
Verfahren: Durchschnittlicher Abstand

Die gewünschte Mindesteinwohnerzahl wird nur von 14 Regionen erreicht. Einige von ihnen sind überdimensioniert.

Aufstellung 1:
Vorläufige Arbeitsmarktregionen in Nordrhein-Westfalen
nach der Zahl der Erwerbstätigen

Rang	Region	Erwerbstätige insgesamt	Erwerbstätige des größten Ortes
1	Köln	1 128 700	389 500
2	Essen	1 103 200	274 300
3	Düsseldorf	992 200	317 600
4	Dortmund	533 100	251 300
5	Wuppertal	519 000	192 600
6	Duisburg	402 800	186 100
7	Bielefeld	318 700	75 000
8	Hagen	267 700	85 400
9	Aachen	245 300	69 800
10	Münster	216 500	77 100
11	Siegen	119 000	23 500
12	Detmold	113 100	26 100
13	Gütersloh	100 800	33 800
14	Paderborn	91 700	26 000
15	Lüdenscheid	80 400	36 600
16	Neheim-Hüsten	70 300	15 200
17	Minden	64 400	20 500
18	Kleve	56 800	16 800
19	Plettenberg	55 000	13 000
20	Gummersbach	52 900	18 000
21	Lipstadt	51 100	18 800
22	Lengerich	49 700	8 300
23	Ahlen	49 500	19 800
24	Bocholt	39 500	19 600
25	Warendorf	36 200	7 400
26	Espelkamp	34 900	5 100
27	Höxter	31 100	11 900
28	Brilon	29 100	5 300
29	Coesfeld	28 200	10 000
30	Gronau	28 200	10 000
31	Meinerzhagen	26 900	7 800
32	Schmallenberg	8 100	2 200
33	Vreden	6 400	6 400

Maß: Quadrierte euklidische Distanz
Verfahren: Durchschnittlicher Abstand

Auf der Grundlage dieser, durch die tatsächlichen Verhältnisse bestimmten Einteilung, lassen sich aus dem Dendrogramm gewisse Modifikationen herleiten. Dabei gilt, daß grundsätzlich nur Regionen gebildet werden, deren interne Zusammenhänge die Verbindungen zu anderen Gebieten übersteigen. Der einzige Unterschied besteht darin, daß nicht mehr ein einheitliches Maß an innerer Homogenität vorgegeben wird, dessen Unterschreiten zu einer automatischen Trennung führt. Gegenüber der Ausgangssituation sind folgende wesentlichen Änderungen zu nennen:

(1) Aufgeteilt werden

- der Großraum Köln in die Regionen Köln, Bonn, Leverkusen, Düren und Euskirchen,
- der Großraum Düsseldorf in die Regionen Düsseldorf, Krefeld und Mönchengladbach,
- der Großraum Essen in die Bereiche Essen, Gelsenkirchen und Marl,
- der Raum Hagen in die Regionen Hagen und Iserlohn,
- der Raum Bielefeld in die Regionen Bielefeld und Minden.

(2) Zusammengefaßt werden

- Brilon und Schmallenberg mit Neheim-Hüsten,
- Meinerzhagen mit Gummersbach,
- Vreden mit Gronau und Coesfeld,
- Lengerich und Warendorf mit Münster,
- Höxter mit Paderborn.

Damit ergeben sich insgesamt 30 Regionen (vgl. Aufstellung 2). Ihre Lage und Ausdehnung wird aus Abb. 5 deutlich.

Aufstellung 2:
Arbeitsmarktregionen in Nordrhein-Westfalen nach der Zahl der Erwerbstätigen

Rang	Region	Erwerbstätige insgesamt	Erwerbstätige des größten Ortes
1	Köln	754 900	389 500
2	Düsseldorf	572 500	317 600
3	Essen	543 900	274 300
4	Dortmund	533 100	251 300
5	Wuppertal	519 000	192 600
6	Gelsenkirchen	458 200	133 400
7	Duisburg	402 800	186 100
8	Münster	302 400	77 100
9	Aachen	245 300	69 800
10	Krefeld	235 800	95 000
11	Bielefeld	219 300	75 000
12	Gütersloh	201 400	33 800
13	Hagen	186 900	85 400
14	Mönchengladbach	183 900	64 400
15	Siegen	174 100	23 500
16	Bonn	161 600	116 600
17	Paderborn	122 800	26 000
18	Detmold	113 100	26 100
19	Marl	101 100	29 200
20	Neheim-Hüsten	100 000	15 200
21	Minden	99 300	20 500
22	Gummersbach	89 900	18 000
23	Leverkusen	89 400	46 700
24	Iserlohn	80 800	25 100
25	Lüdenscheid	80 400	36 600
26	Coesfeld	62 700	10 000
27	Düren	59 700	21 500
28	Kleve	56 800	16 800
29	Euskirchen	52 900	16 700
30	Bocholt	39 500	19 600

Maß: Quadrierte euklidische Distanz
Verfahren: Durchschnittlicher Abstand

Auch diese Aufstellung kann nicht voll befriedigen. Von der Einwohnerzahl zu klein sind die fünf letzten Regionen. Düren und Euskirchen liegen jedoch am Rande des Kölner Ballungsraumes. Sofern es gelingt, Köln zu entlasten, sind ihre Wachstumsaussichten nicht ungünstig. Die Bereiche Kleve und Bocholt grenzen — nur durch den Rhein getrennt — aneinander und könnten daher zusammenwachsen. Schwierigkeiten gibt es lediglich mit der Region Coesfeld, da ihr ein größeres Zentrum fehlt. Sowohl Coesfeld als auch Gronau verfügen nur über 27 000 Einwohner. Einige andere Regionen, z. B. Münster, Paderborn, Gütersloh, Neheim-Hüsten und Siegen, sind flächenmäßig zu groß. Sie könnten zwar anhand des Dendrogramms ohne Schwierigkeiten aufgeteilt werden. Die entstehenden Einheiten sind in der Mehrzahl zu klein.

Dieser Mangel ist jedoch bedingt durch die Realität und kann folglich nicht dem Verfahren angelastet werden.

Immerhin dürften die Beispiele gezeigt haben, daß Klassifikationsverfahren geeignet sind, Entscheidungsalternativen für die Abgrenzung regionaler Arbeitsmärkte zu liefern. Die Vielfalt der Möglichkeiten, die hier bei der Beschränkung auf einige wenige Verfahren nur angedeutet werden konnte, macht jedoch deutlich, daß es keine objektiven regionalen Arbeitsmärkte gibt. Ihre Abgrenzung wird durch das gewählte Verfahren beeinflusst. Da es für die Verfahrenswahl keine eindeutigen Prioritäten gibt, ist die Entscheidung für eine bestimmte Aufteilung letztlich unter politischen Aspekten zu treffen.

Literaturverzeichnis

- Bock, H. H. (1974): Automatische Klassifikation, Göttingen/Zürich.
- Boustedt, O./Ranz, H. (1957): Regionale Struktur- und Wirtschaftsforschung — Aufgaben und Methoden, Bremen-Horn.
- Brede, H./Ossorio, C. (1967): Begriff und Abgrenzung der Region, unter besonderer Berücksichtigung der Agglomerationsräume, München.
- Brown, L. A./Holmes, J. (1971): The Delimitation of Functional Regions, Nodal Regions, and Hierarchies by Functional Distance Approaches, *Journal of Regional Science*, 11, S. 57—72.
- Buttler, G. (1974): Methoden zur Abgrenzung regionaler Arbeitsmärkte, Habilitationsschrift, Köln.
- Carrothers, G. A. P. (1956): A Historical Review of the Gravity and Potential Concepts of Human Interaction, *Journal of the American Institute of Planners*, 22, S. 94—102.
- Cormack, R. M. (1971): A Review of Classification, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 134, S. 321 bis 367.
- Deutsche Gesellschaft für Landentwicklung mbH (1970): Möglichkeiten zur Abgrenzung arbeitsmarktpolitischer Aktionsräume im Lande Nordrhein-Westfalen, Vorstudie — Im Auftrag des Arbeits- und Sozialministers des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.
- Geisenberger, S./Mälich, W./Müller, J. H./Strassert, G. (1970): Zur Bestimmung wirtschaftlichen Notstands und wirtschaftlicher Entwicklungsfähigkeit von Regionen, Hannover.
- Grigg, D. B. V. (1965): The Logic of Regional Systems, *Annals, Association of American Geographers*, 55, S. 465—491.
- Isard, W. u. a. (1969): *Methods of Regional Analysis: An Introduction to Regional Science*, 6. Aufl. Cambridge/Mass. u. London.
- Jochimsen, R./Knobloch, P./Treuner, P. (1971): Gebietsreform und regionale Strukturpolitik. Das Beispiel Schleswig-Holstein, Opladen.
- Lance, G. N./Williams, W. T. (1966): A Generalized Sorting Strategy for Computer Classifications, *Nature*, 212, S. 218.
- Lance, G. N./Williams, W. T. (1967): A General Theory of Classificatory Sorting Strategies I: Hierarchical Systems. *Computer Journal*, 9, S. 373—380.
- Nystuen, J. D./Dacey, M. F. (1961): A Graph Theory Interpretation of Nodal Regions, *Regional Science Association, Papers and Proceedings*, 7, S. 29—42.

Otremba, E./Altrup, H. F./Kessler, M./Küpper, U. L (1970): Der Kreis Grevenbroich, Gesellschaft und Wirtschaft in räumlicher Ordnung, Köln.

Schwarz, K. V. (1972): Demographische Grundlagen der Raumforschung und Landesplanung, Hannover.

Thelen, P./Lührs, G. (1971): Abgrenzung von Fördergebieten. Die Messung der Wirtschaftskraft und der strukturellen Gefährdung von Regionen, Hannover.

Vogel, F. (1975): Probleme und Verfahren der numerischen Klassifikation, Göttingen.

Abbildung 5:
Aufteilung Nordrhein-Westfalens in 30 regionale Arbeitsmärkte

