

GERHARD BAHRENBERG

Zwecke und Methoden der Raumgliederung

Kurzfassung

Raumgliederungen stellen Klassifikationen von räumlichen Basiseinheiten dar. Sie können in formaler Hinsicht zu homogenen Raumtypen bzw. Strukturregionen, zu funktionalen Regionen (mit dem Spezialfall der Nodalregionen) oder zu sogenannten Universalregionen führen.

Da "Allzweckregionalisierungen" wenig sinnvoll sind, wird die "Güte" einer Regionalisierung von der Auswahl der für die Klassifikation herangezogenen Variablen und der räumlichen Basiseinheiten bestimmt. Sie muß den Zwecken entsprechend erfolgen. Darüber hinaus sind die Klassifikationsmethoden von Bedeutung. Sie werden am Beispiel einer homogenen Regionalisierung und der Raumgliederung in Nodalregionen kurz vorgestellt und diskutiert.

Unter Raumgliederung versteht man eine Zusammenfassung (Klassifikation) der einen Gesamtraum bildenden räumlichen Basiseinheiten zu Klassen (Gruppen, Typen) aufgrund der Ähnlichkeit hinsichtlich bestimmter Merkmale. Man spricht von Raumtypen oder Regionen, je nachdem ob die zu einer Klasse gehörenden Basiseinheiten nicht kontingent oder kontingent sind.

An eine Raumgliederung werden im allgemeinen zwei Bedingungen gestellt: Sie soll erschöpfend sein in dem Sinne, daß alle räumlichen Basiseinheiten wenigstens einer Klasse zugeordnet werden. Außerdem soll die Klassifikation eindeutig sein, d.h., jede Basiseinheit soll genau einer Klasse zugeordnet werden (Kriterium der disjunkten Klassifikation). Die Erfüllung dieser beiden Bedingungen ist nicht selbstverständlich, insbesondere nicht im Fall von "normativen" Regionalisierungen (s.u.).

Je nach Art der verwendeten Merkmale erhält man verschiedene Arten von Raumgliederungen. Sind die Merkmale einstellig, geben sie für jede Raumeinheit eine Eigenschaft an. In diesem Fall spricht man von einer homogenen oder strukturellen Raumgliederung, deren Ergebnisse homogene Raumtypen oder Strukturregionen sind. Beispiele für einstellige Merkmale sind die Bevölkerungsdichte, das BIP pro Einwohner, der Anteil der über 65jährigen Menschen, die Immissionswerte eines Schadstoffes u.ä.

Mehrstellige Merkmale kennzeichnen dagegen Beziehungen (Relationen) zwischen den Basiseinheiten, etwa in Form von Pendler- oder Lieferverflechtungen, Kaufkraftströmen oder anderen Interaktionen. Eine Raumgliederung auf der Grundlage mehrstelliger Merkmale nennt man funktional, die Ergebnisse sind sogenannte funktionale Regionen.

Ein Spezialfall funktionaler Regionen sind Nodalregionen. Sie bestehen aus einem Kern (Nodus) und solchen räumlichen Basiseinheiten im Umland des Kerns, die zu dem Kern in einer bestimmten Beziehung stehen, mit ihm also durch mehrstellige Merkmale verbunden sind.

Regionen, die durch Verwendung sowohl ein- als auch mehrstelliger Merkmale gebildet werden, heißen Universalregionen.

1. Zum Zweck von Raumgliederungen

Während man früher der Auffassung war, daß Regionen quasi natürliche, vorgegebene Einheiten seien, die es aufzufinden und zu identifizieren gelte, hat sich heute die Meinung durchgesetzt, daß Raumgliederungen immer zweckbestimmt sind, sei der jeweilige Zweck mehr theoretischer, praktisch-politischer oder schlicht "didaktischer" Natur (vgl. Grigg 1967, Sedlacek 1976).

Jede beliebige thematische Karte der Bundesrepublik Deutschland oder eines anderen Raumes ist das Resultat einer Regionalisierung. Sie dient zunächst vor allem der Übersichtlichkeit, der Informationsverdichtung und damit der leichteren Orientierung in der räumlichen Umwelt ("didaktischer" Zweck). Das "Thema" der Karte hängt nun von den interessierenden, im Raum lokalisierbaren Sachverhalten oder Phänomenen ab. Diese werden als Variable (Attribute, Merkmale) bezeichnet. Karten der Verdichtungsgebiete, der Arbeitsmarkregionen, der Luftqualität, des Gesundheitszustands der Bevölkerung liegen dabei jeweils eigene Variablen zugrunde. Man kann also offensichtlich einen Raum in beliebiger Weise gliedern und jedes gewünschte Resultat erhalten, je nachdem, welche Variablen man auswählt. D.h., es gibt keine richtigen oder falschen Raumgliederungen, sondern nur zweckmäßige oder unzweckmäßige.

Entscheidend für die Zweckmäßigkeit einer Raumgliederung ist darüber hinaus, für welche analytischen oder planerischen Zwecke die Raumtypen (Regionen) gebildet werden. Zur Verdeutlichung diene ein einfaches Beispiel. Untersucht werden soll einmal die wirtschaftliche Entwicklung, zum anderen die Entwicklung der Umweltbelastung (Immissionen verschiedener Schadstoffe) innerhalb und außerhalb der Verdichtungsgebiete in der Bundesrepublik Deutschland. Für beide Analysen benötigt man eine Abgrenzung der Verdichtungsgebiete. Sie wird allerdings in Abhängigkeit von den Hypothesen, die über die die Wirtschaft bzw. die Umweltbelastung beeinflussenden Faktoren bestehen, unterschiedlich ausfallen. Bei der Analyse der wirtschaftlichen Entwicklung werden wahrscheinlich mehr solche Variablen für die Regionalisierung benötigt, die sich auf die absolute Größe bestimmter Phänomene beziehen; für die Analyse der Umweltbelastung

werden dagegen eher Variablen herangezogen, die die Form von auf die Fläche bezogenen Dichtekennziffern haben. Es hat also wenig Sinn, von einer A-priori-Abgrenzung der Verdichtungsräume auszugehen. Allgemeiner ausgedrückt: Sogenannte Allzweckregionalisierungen erweisen sich als unbrauchbar. Ich denke, dies ist ein vernünftiger Grund für den gelegentlich beklagten Umstand, daß nämlich die einzelnen raumbezogenen Fachplanungen häufig unterschiedliche, nicht kompatible Raumgliederungen verwenden.

Auch die Auswahl der räumlichen Basiseinheiten wird entscheidend bedingt durch den Zweck der Regionalisierung. Nehmen wir noch einmal das obige Beispiel. Für die Analyse der Wirtschaftsentwicklung ist es wahrscheinlich sinnvoller, von Arbeitsmärkten als räumlichen Basiseinheiten auszugehen und dann verdichtete von nicht verdichteten Arbeitsmärkten zu unterscheiden. Für die Analyse der Umweltbelastung empfiehlt sich dagegen eher, möglichst kleine und hinsichtlich der für die Regionalisierung ausgewählten Merkmale möglichst

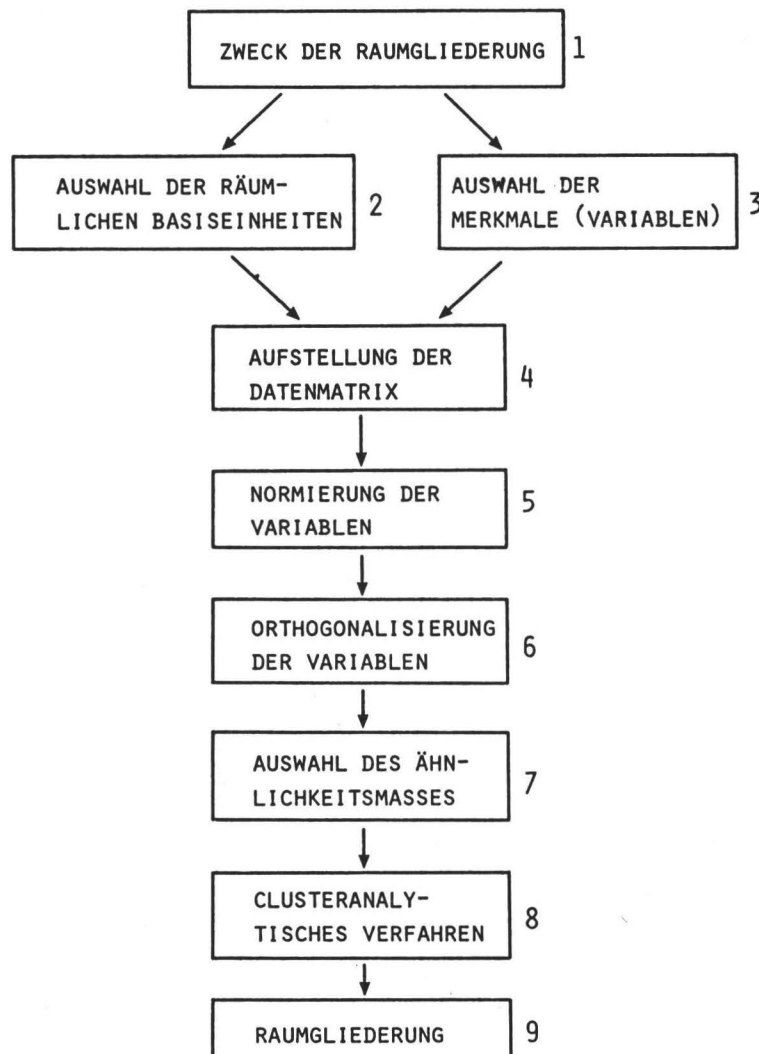
homogene räumliche Basiseinheiten (Gemeinden oder, im Fall größerer Gemeinden, Orts- bzw. Stadtteile) zu wählen.

Im folgenden werden einige methodische Probleme von Raumgliederungen kurz vorgestellt und diskutiert. Ich beschränke mich dabei auf die beiden Fälle, die in der Raumforschung von besonderem Interesse sind: homogene Regionen und Nodalregionen.

2. Zur Methodik homogener Raumgliederungen

Homogene Regionen dienen neben der Informationsverdichtung vor allem als Analyseeinheiten, etwa im Rahmen einer "laufenden Raumb Beobachtung" (vgl. Gatzweiler 1984 für die Ebene des Bundes) oder von in den o.g. Beispielen gesprochenen Analysen. Die Darstellung der Methodik erfolgt auf der Basis der in Abbildung 1 zusammengefaßten Arbeitsphasen in Anlehnung an Fischer 1982.

Abb. 1:
Arbeitsphasen der homogenen Raumgliederung



Ist die Wahl der Variablen und der räumlichen Basiseinheiten erfolgt, so kann eine Datenmatrix erstellt werden. Wir gehen aus von $i=1, \dots, m$ räumlichen Basiseinheiten und n Variablen $X_1, \dots, X_n$. Für jedes i ist der Wert x_{ij} zu bestimmen, den die Variable X_j in der Raumeinheit i annimmt (Phase 4).

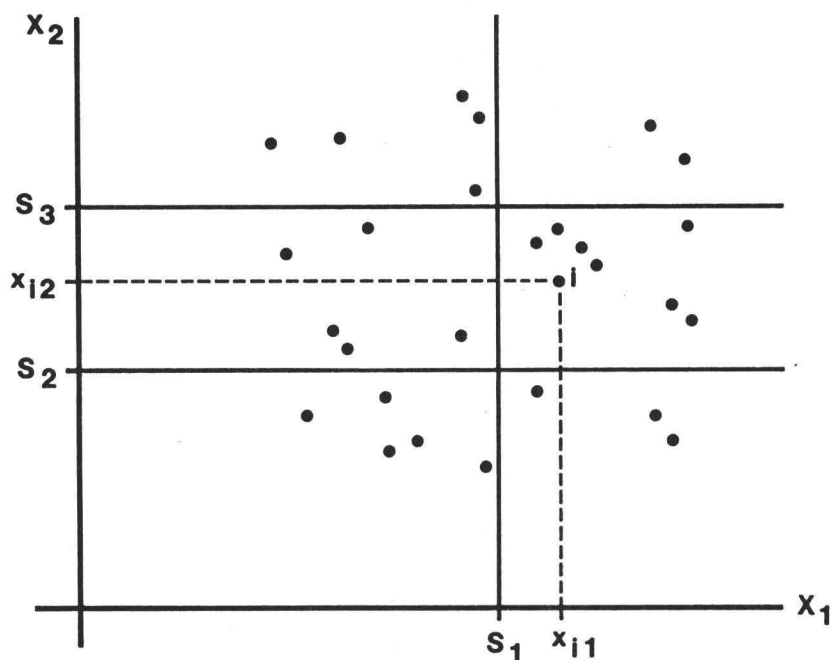
Um Skalierungseinflüsse bei der Regionalisierung auszuschalten, ist eine Normierung der Variablen notwendig, z.B. in Form einer Standardisierung (Phase 5).

Das Problem der homogenen Regionalisierung besteht nun

darin, die räumlichen Basiseinheiten so in Regionen zusammenzufassen, daß die innerhalb einer Region befindlichen hinsichtlich der Variablenwerte möglichst ähnlich sind, während die Unterschiede zwischen den Regionen möglichst groß sind.

Zur Erläuterung der nächsten Arbeitsphasen denken wir uns die räumlichen Basiseinheiten als Punkte in einem durch die n Variablen aufgespannten Koordinatensystem, dem sogenannten Merkmalsraum. Die Koordinatenwerte entsprechen dabei den x_{ij} (vgl. Abb. 2 für den Fall von 2 Variablen).

Abb. 2:
Darstellung räumlicher Basiseinheiten als Punkte
in einem zweidimensionalen Merkmalsraum



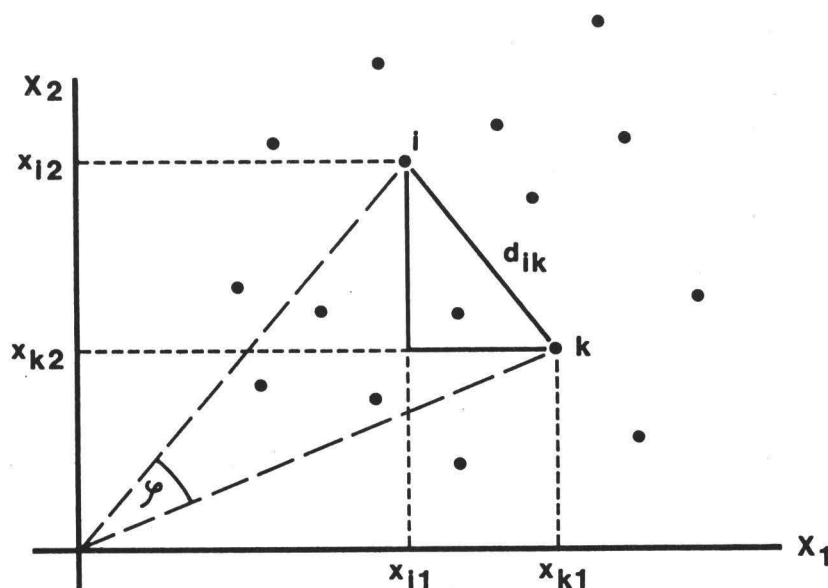
Ein besonders einfacher Fall liegt vor, wenn für die Regionalisierung theoretisch gesicherte oder politisch vorgegebene Schwellenwerte benutzt werden können (müssen). Räumliche Basiseinheiten diesseits oder jenseits bestimmter Schwellenwerte werden dann als ähnlich zusammengefaßt. In Abbildung 2 wurden für die Variable X_1 ein Schwellenwert S_1 , für die Variable X_2 zwei Schwellenwerte S_2 und S_3 festgelegt, die zu insgesamt 6 Raumtypen oder Regionen führen.

Diese sogenannte Schwellenwertmethode wird zwar sehr häufig angewandt, ist jedoch sehr kritisch zu bewerten. Sie bietet nämlich die Möglichkeit zu beliebigen Manipulationen, da selten theoretisch gesicherte Schwellenwerte vorliegen und politisch vorgegebene nur in den wenigsten Fällen unumstritten sind. In jedem Fall würde das Regionalisierungsproblem

damit zum Problem einer geeigneten Schwellenwertfindung.

Als Alternative bietet sich an, die Ähnlichkeit von räumlichen Basiseinheiten auf der Basis ihrer Lage zueinander in dem Merkmalsraum zu bestimmen (Phase 7). Zwei räumliche Basiseinheiten i und k sind offensichtlich um so ähnlicher hinsichtlich der betrachteten Variablen, je näher sie im Merkmalsraum beieinander liegen. Als Maß für die Ähnlichkeit kommen dann verschiedene Distanzmaße in Betracht, etwa die euklidische Distanz d_{ik} , die Manhattan Distanz d'_{ik} , der Cosinus des Winkels zwischen i und k oder eine verallgemeinerte Distanz im Sinne der Minkowski-Metrik (vgl. die ausführliche Diskussion von Distanzmaßnahmen bei Fischer 1982, S. 76 ff.). Abbildung 3 veranschaulicht die ersten drei genannten Distanzmaße.

Abb. 3:
Ähnlichkeitsmaße für räumliche Basiseinheiten
(am Beispiel eines zweidimensionalen Merkmalsraumes)



$$d_{ik} = \sqrt{(x_{k1} - x_{i1})^2 + (x_{k2} - x_{i2})^2}$$

$$d_{ik}' = |x_{k1} - x_{i1}| + |x_{k2} - x_{i2}|$$

$$d_{ik}'' = \cos \varphi$$

Voraussetzung für die Anwendung dieser Ähnlichkeitsmaße ist, daß die Variablen paarweise orthogonal zueinander sind, daß sie also im statistischen Sinn unkorreliert sind. Andernfalls ist der Merkmalsraum schiefwinkelig. Die Variablen sind dann vor Phase 7 so zu rotieren, daß sie ein rechtwinkliges System bilden (z.B. mit Hilfe hauptkomponentenanalytischer Verfahren (Phase 6)), oder die Ähnlichkeitsmaße sind anders zu berechnen (vgl. *de Lange* 1981).

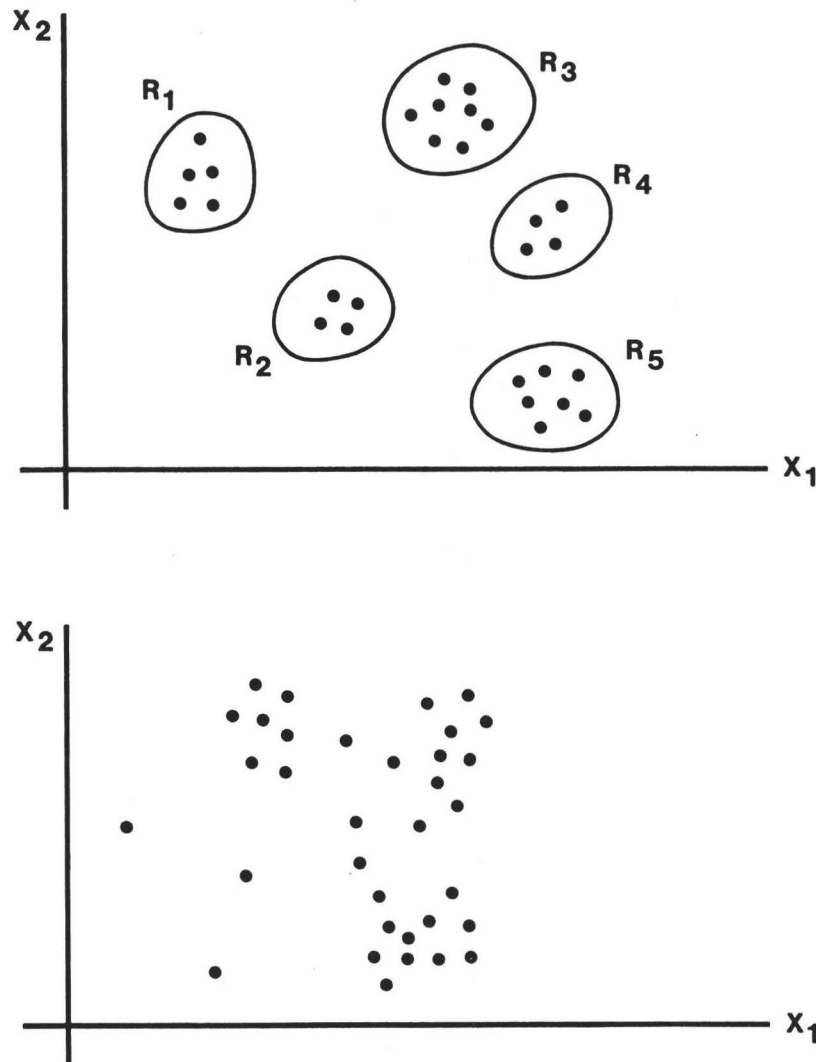
Für die nächsten Phasen nehmen wir ohne Beschränkung der Allgemeinheit ein orthogonales Koordinatensystem von normierten Variablen an. Außerdem soll für jedes Paar (i,k) von räumlichen Basiseinheiten als Maß für die Ähnlichkeit der Wert d_{ik} gegeben sein. Danach kann das eigentliche Klassifikationsverfahren (Typisierungs-, Regionalisierungsverfahren) erfolgen. Gesucht werden dabei sogenannte Cluster, die aus Anhäufungen von nahe beieinander liegenden (ähnlichen) Punkten (räumlichen Basiseinheiten) bestehen, weshalb man auch allgemein von clusteranalytischen Verfahren spricht (Phase 8).

Sind die Punkte etwa in "natürlichen" Clustern angeordnet wie in Abbildung 4 a, lassen sich leicht Raumtypen oder Regionen bilden. Häufiger ist jedoch eine schwerer zu handhabende Situation wie in Abbildung 4 b.

Eine häufig angewandte Methode der Suche nach Clustern ist das folgende hierarchische Verfahren: Zunächst werden in einem ersten Schritt die beiden ähnlichsten räumlichen Basiseinheiten, also diejenigen mit dem kleinsten d_{ik} , zu einem Typ zusammengefaßt. Man erhält somit m-1 Raumtypen: nämlich m-2, die den räumlichen Basiseinheiten zu Beginn entsprechen, und einen Raumtyp, der sich aus den beiden zusammengelegten Basiseinheiten ergibt. Von diesen (m-1) Raumtypen fassen wir wieder die beiden ähnlichsten zusammen und fahren damit so lange fort, bis alle räumlichen Basiseinheiten in einem Typ zusammengefaßt sind (vgl. Abb. 5). Man erhält auf diese Weise eine Folge von Raumgliederungen in

m	Raumtypen	(= die einzelnen räumlichen Basiseinheiten), (nach dem 0. Schritt)
m-1	Raumtypen	(nach dem 1. Schritt)
m-2	Raumtypen	(nach dem 2. Schritt)
.		
.		
2	Raumtypen	(nach dem (m-2)ten Schritt)
1	Raumtyp	(= Zusammenfassung aller räumlichen Basiseinheiten = Gesamttraum) (nach dem (m-1)ten Schritt)

Abb. 4:
Mögliche Anordnungen von räumlichen Basiseinheiten
in einem zweidimensionalen Merkmalsraum



Im Falle von Regionen ist bei der schrittweisen Zusammenfassung das sogenannte Kontingenzkriterium zu berücksichtigen, wonach nur solche Basiseinheiten bzw. Raumtypen zusammengefaßt werden, die räumlich kontingent sind.

Bei der schrittweisen, sogenannten hierarchischen Raumgliederung stellen sich drei Probleme:

(1) Wie ist die Ähnlichkeit zwischen Raumtypen zu messen, die bereits aus mehreren räumlichen Basiseinheiten bestehen? Mit anderen Worten: Durch welchen Punkt soll ein bereits aus mehreren Punkten bestehender Cluster repräsentiert werden?

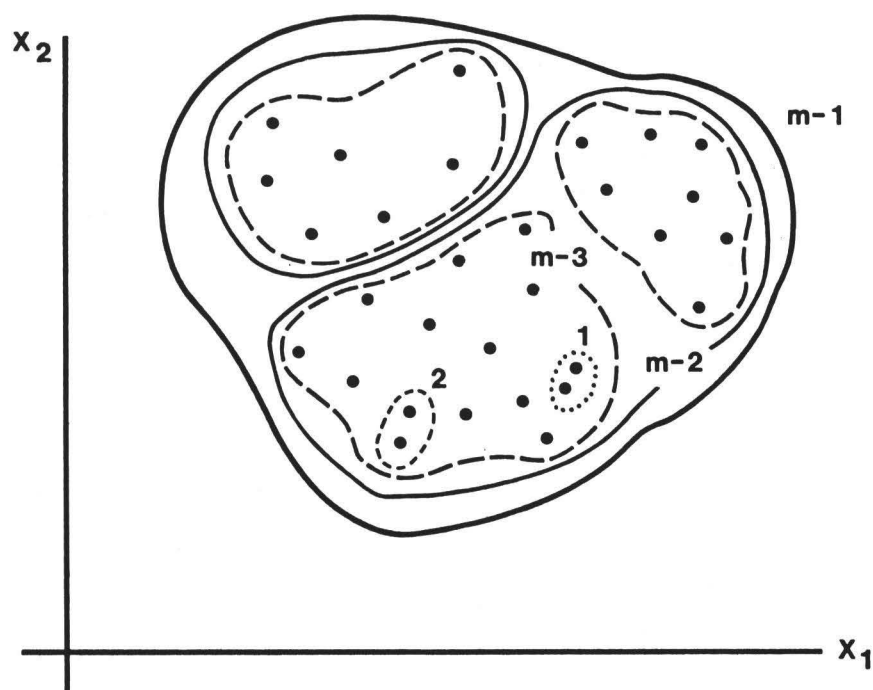
(2) Wie viele Typen bzw. Regionen sollen gebildet werden? Sucht man z.B. für ein regionalpolitisches Förderprogramm zu fördernde und nicht zu fördernde Regionen, ist die Zahl der Typen, nämlich 2, von vornherein gegeben. Häufig ist jedoch die Anzahl der Typen nicht a priori bekannt.

(3) Das schrittweise Vorgehen impliziert, daß die Raum-

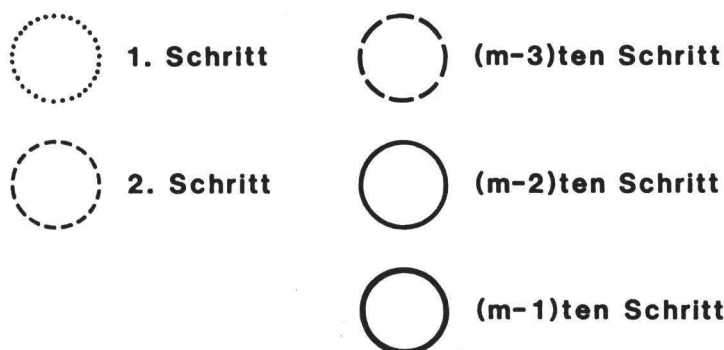
gliederung nach dem x -ten Schritt von dem Ergebnis nach dem $(x-1)$ -ten Schritt abhängt. Benötigt wird also eine Ergänzung des hierarchischen durch ein nicht-hierarchisches Verfahren.

An dieser Stelle kann nur darauf hingewiesen werden, daß es verschiedene Möglichkeiten zur Lösung dieser Probleme gibt (vgl. Fischer 1982). Wichtig ist dabei festzuhalten, daß das Ergebnis der Raumgliederung in starkem Maß von den angewandten Methoden abhängt (vgl. Abb. 6). D.h., das Ergebnis einer Raumgliederung wird nicht nur durch die Auswahl der Merkmale und der räumlichen Basiseinheiten bestimmt, sondern auch durch die Entscheidungen bei den Arbeitsphasen 7 und 8. Die Wahl eines Ähnlichkeitsmaßes ist dabei unproblematischer als die Wahl eines clusteranalytischen Verfahrens. Entscheidend für die "Güte" einer Raumgliederung ist damit weniger das Ergebnis als vielmehr die intersubjektive Nachvollziehbarkeit und Kritisierbarkeit der Entscheidungen in den einzelnen Arbeitsphasen.

Abb. 5:
Schrittweise Clusterbildung



Zusammenfassung zu Typen nach dem



3. Raumgliederungen auf der Basis von Nodalregionen

Im Zuge der zunehmenden Arbeitsteilung und funktionalen Ausdifferenzierung der Gesellschaft und der damit einhergehenden räumlichen Separierung von Aktivitätenstandorten wurden die menschlichen Lebensräume immer mehr zu Nodalregionen. Sie bestehen aus einem Kern (Zentrum, Knoten), in dem zahlreiche Aktivitäten ausgeübt werden, und den umliegenden, ihm durch funktionale Verflechtungen zugeordneten Standorten, die im wesentlichen Wohnstandorte sind. Bekannte Beispiele von Nodalregionen sind Standorte zentraler Einrichtungen und ihre Einzugsbereiche, zentrale Orte und ihre Hinterländer, Arbeitsmarktregionen usw.

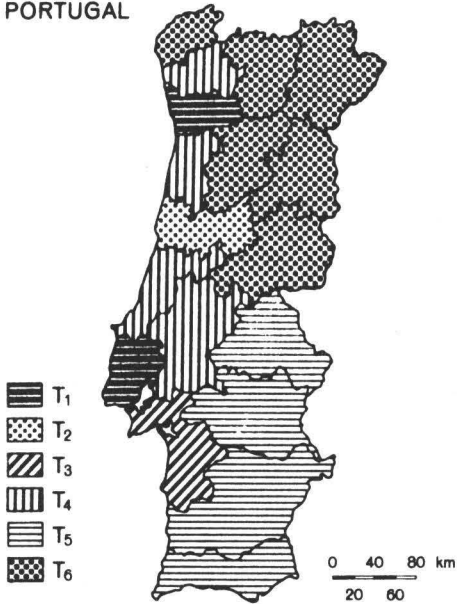
Nodalregionen sind empirisch leicht zu ermitteln, die Verfügbarkeit von Daten entsprechender Verflechtungsmerkmale vorausgesetzt. Dies gilt insbesondere für den Fall univariater Nodalregionen, die nur auf einem Verflechtungsmerkmal beruhen. Entsprechende Raumgliederungen gibt es in

nahezu beliebiger Zahl. Multivariate Nodalregionen sind dagegen schwieriger zu erfassen, was vor allem an dem Problem der Gewichtung der verschiedenen Verflechtungsmerkmale liegt (vgl. u.a. die zahlreichen Arbeiten zur Erfassung der Einzugsbereiche zentraler Orte, insbesondere *Kluczka* 1970).

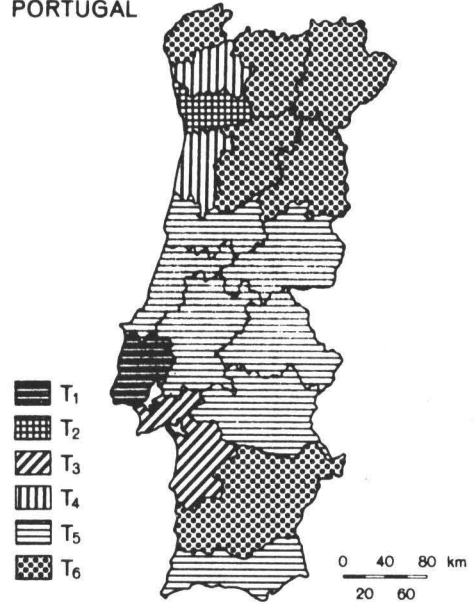
Empirische Untersuchungen zur nodalregionalen Raumgliederung verdienen insofern Beachtung, als sie einen Eindruck von der funktionsräumlichen Organisation der Gesellschaft und deren Entwicklung zu vermitteln vermögen. Notwendig sind derartige empirische Bestimmungen von Nodalregionen auch als Grundlage sich anschließender homogener Regionalisierungen, als deren räumliche Basiseinheiten eben die Nodalregionen fungieren. So ist es z.B. sinnvoll, einer homogenen Regionalisierung der Bundesrepublik Deutschland in regionalpolitische Förder- und Nichtfördergebiete Arbeitsmarktreionen zugrunde zu legen (vgl. dazu den Beitrag von *Eckey in diesem Heft*).

Abb. 6:
*Alternative Regionalisierungsergebnisse bei gleichen räumlichen
Basisdaten und Merkmalen, aber Anwendung unterschiedlicher
clusteranalytischer Verfahren am Beispiel Portugals*
(Quelle: Fischer 1982, S. 188)

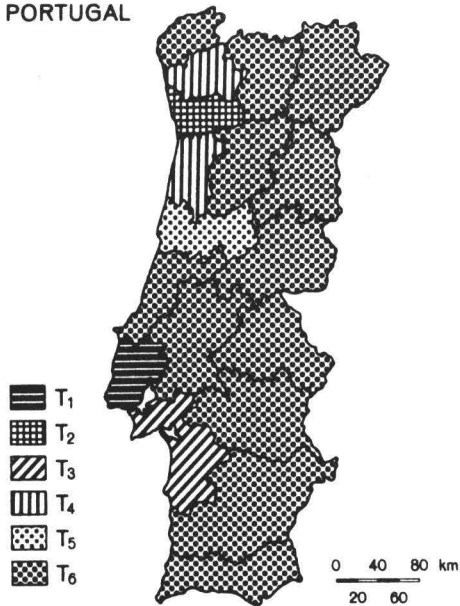
PORTUGAL



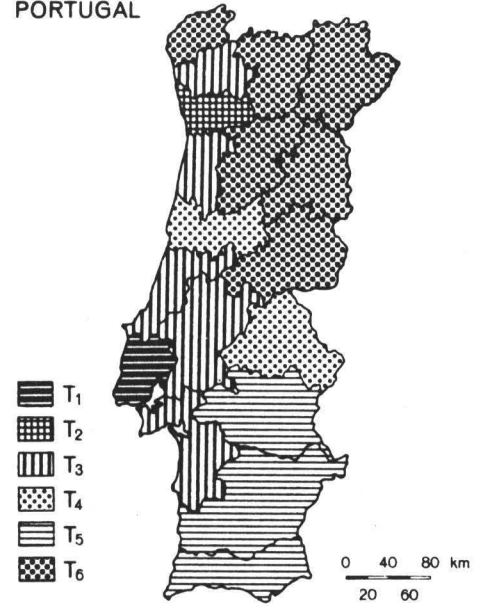
PORTUGAL



PORTUGAL



PORTUGAL



Darüber hinaus sind Nodalregionen aber als normative Regionen von besonderem Interesse. Bestehende Nodalregionen können aufgrund ihrer intraregionalen Verflechtungen ja in erster Annäherung als gegenwärtige Lebensräume einer je spezifischen hierarchischen Stufe aufgefaßt werden. Die Frage einer zukünftigen "räumlichen Ordnung der Gesellschaft" ist daher immer auch eine Frage nach den zukünftigen Nodalregionen, d.h. danach, wie Ordnungs-, Handlungs-, Programm-, Planungsräume als Nodalregionen zugeschnitten sein sollen.

Methodisch handelt es sich dabei um folgendes Problem. Gegeben seien n Standorte oder Gebiete als räumliche Basis-einheiten $i = 1, \dots, n$. Ohne Beschränkung der Allgemeinheit

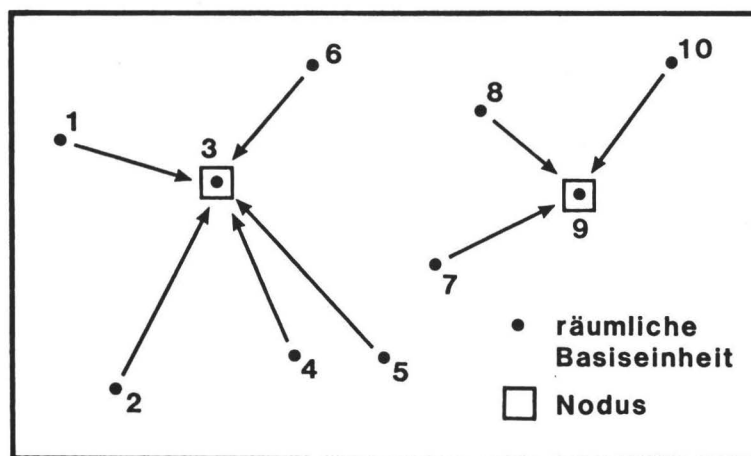
wird angenommen, daß die Kerne (Knoten, Zentren), Elemente dieser Menge räumlicher Basiseinheiten sind. Wir definieren nun eine Zuordnungsvariable x_{ij} wie folgt:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{falls die räumliche Basiseinheit } i \text{ der räumlichen Basiseinheit/dem Knoten } j \\ & \text{zugeordnet wird} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

Die Aufgabe, den Raum in Nodalregionen zu gliedern, besteht nun darin, die einzelnen Werte der Variablen x_{ij} zu bestimmen. Abbildung 7 veranschaulicht die Definition der x_{ij} an einem hypothetischen Beispiel.

Abbildung 7:

Klassifikation von $n = 10$ räumlichen Basiseinheiten in $m = 2$ Nodalregionen mit zugehöriger Matrix der Variablenwerte x_{ij}

[illegible]

Von besonderer Bedeutung sind die x_{ij} . Sie geben an, welche der räumlichen Basiseinheiten Kern einer Nodalregion sind. Es gilt nämlich gemäß obiger Definition (vgl. Abb. 7):

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{falls die räumliche Basiseinheit } j \text{ Kern einer} \\ & \text{Nodalregion ist} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

Daß die Variable x_{ij} keine Werte zwischen 0 und 1 annehmen soll, hat seinen Grund darin, daß die Nodalregionen aus vollständigen Basiseinheiten bestehen, also keine nicht eindeutigen Zuordnungen erlaubt sein sollen. Diese Forderung findet ihren Ausdruck auch darin, daß Nodalregionen als staatliche Programm- und Planungsräume mit Verwaltungsgrenzen kompatibel sein müssen.

An Raumgliederungen auf der Basis von Nodalregionen werden im allgemeinen folgende Bedingungen gestellt, die sich leicht formal beschreiben lassen.

(B1) Jede räumliche Basiseinheit muß genau einem Kern zugeordnet werden:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad (\text{für alle } i = 1, \dots, n)$$

(B2) Der Raum soll in m Nodalregionen gegliedert werden, bzw. die Anzahl der Kerne soll m sein:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = m \quad (\text{vgl. Abb. 7 mit } m = 2)$$

Damit Nodalregionen funktionsfähig sind, müssen bestimmte Anforderungen an ihre Größe (ausgedrückt in Flächeneinheiten, Einwohnern, Arbeitsplätzen o.ä.) gestellt werden. Von besonderer Bedeutung ist das Überschreiten einer Mindestgröße MIN, damit z.B. Versorgungsfunktionen aufrecht erhalten werden können. Sei b_i ein Maß für die Größe eines bestimmten Merkmals in der räumlichen Basiseinheit. Dann hat die Bedingung einer Mindestgröße die Form

(B3)

$$\sum_{j=1}^n b_i x_{ij} \geq \text{MIN} \quad (\text{für alle } j \text{ mit } x_{ij} = 1)$$

Häufig soll auch eine maximale Größe MAX nicht überschritten werden, um die Funktionsfähigkeit und Überschaubarkeit der Regionen nicht zu gefährden:

(B4)

$$\sum_{j=1}^n b_i x_{ij} \leq \text{MAX} \quad (\text{für alle } j)$$

Schließlich ist zu gewährleisten, daß der Kern von allen räumlichen Basiseinheiten der Nodalregion aus gut erreichbar ist, daß also ein gegebener maximaler Raumüberwindungsaufwand D nicht überschritten wird. Sei d_{ij} der Aufwand (in Zeiteinheiten, monetären Kosten o.ä.), um von i nach j zu gelangen, dann läßt sich die Bedingung in der Form

(B5)

$$\max_{i,j} x_{ij} d_{ij} \leq D$$

schreiben.

Schließlich werden noch Anforderungen an die Kerne selbst zu stellen sein. Damit sie ihre Aufgaben als Zentrum einer Nodalregion erfüllen können, müssen sie in der Regel ebenfalls eine bestimmte Schwellengröße erreichen; d.h.

(B6)

$$\text{Wenn } x_{ij} = 1, \text{ so } b_j \geq S$$

Die Bedingungen (B1)–(B6) stellen nur einen Minimalkatalog dar, und zwar für univariate Nodalregionen. Im Fall von multivariaten Nodalregionen erhöht sich die Anzahl der Bedingungen vom Typ (B3), (B4) und gegebenenfalls (B6) entsprechend.

Einen Raum in Nodalregionen normativ zu gliedern, bedeutet, die Werte x_{ij} so zu bestimmen, daß die Bedingungen (B1)–(B6) erfüllt sind. Dafür lassen sich verschiedene heuristische Algorithmen anwenden (vgl. *Bahrenberg* und *Matthiesen* 1981). Im Prinzip geht man dabei von denjenigen räumlichen Basiseinheiten als Kerne aus, die die Bedingung (B6) erfüllen, und ordnet dann die umliegenden räumlichen Basiseinheiten den Kernen schrittweise zu (vgl. u.a. *Bartels* 1975).

Häufig tritt jedoch der Fall ein, daß die kritischen Parameter m , MIN, MAX, D und S , die ja Ausdruck bestimmter gesellschaftlicher Normen und Kenntnisse sind, so festgelegt werden, daß es kein die Bedingungen (B1)–(B6) erfüllendes System von Nodalregionen gibt. Insbesondere die Bedingungen (B3) und (B5) widersprechen sich leicht, so z.B., wenn in dünnbesiedelten Gebieten Nodalregionen einer bestimmten Mindestgröße gebildet werden sollen, deren Kerne in kurzer Zeit zu erreichen sind. Oder die Bedingungen (B5) und (B6) bereiten Schwierigkeiten, wenn etwa Oberzentren auszuweisen sind, die eine bestimmte Größe überschreiten und gleichzeitig von allen Teilen ihres jeweiligen Hinterlandes innerhalb einer bestimmten Fahrzeit zu erreichen sein sollen. Die nicht durchgängige Realisierbarkeit von Nodalregionen bietet dann, falls die Werte der genannten kritischen Parameter verbindliche gesellschaftliche Ziele darstellen, Hinweise, in welchen Gebieten regionalpolitische Maßnahmen anzusetzen haben.

Andererseits lassen sich auch die Werte der kritischen Parameter in Frage stellen. Die Aufgabe wäre dann, solche Werte zu finden, für die überhaupt ein die Bedingungen (B1)–(B6) erfüllendes System von Nodalregionen gebildet werden kann. Zu empfehlen ist dann ein systematisches Experimentieren mit verschiedenen Parameterwerten, um die in den Bedingungen enthaltenen Ziele hinsichtlich ihrer gegenseitig bedingenden und eingrenzenden Realisierungsgrade abschätzen zu können. Mit anderen Worten, die Frage wäre, welche Ziele unter Abschwächung welcher anderen erreichbar sind (vgl. als Anwendungsbeispiel für ein derartiges systematisches Experimentieren *Bahrenberg* 1980).

Das vorgestellte Modell zur Gliederung eines Raumes in Nodalregionen kann als elementarer Baustein zu einer Reihe von komplexeren statisch-diskreten Standort-Allokationsmodellen aufgefaßt werden, deren Einsatz bei zahlreichen raumordnungspolitischen Problemen (vgl. z.B. *Bartels* 1975) und bei räumlich orientierten Fachplanungen (vgl. *Deiters* 1985, *Bahrenberg* 1980) von Nutzen ist. In der Entwicklung und "Handhabung" derartiger Modelle für konkrete Planungsaufgaben sehe ich einen wichtigen Beitrag der Regionalwissenschaften zur Lösung lebensräumlicher Gestaltungsprobleme.

Literaturverzeichnis

- Bahrenberg, G.*: Standort-Zuordnungsmodelle und ihre Anwendung in der Standortplanung zentraler öffentlicher Einrichtungen. In: Gesellschaft für Regionalforschung, Seminarberichte 15, 1980, S. 1—28.
- Bahrenberg, G.* und *Matthiessen, G.*: A maximal supply dispersion model for solving location-allocation problems of central facilities. In: Associazione Italiana di Ricerca Operativa. Atti Giornate di lavoro Airo, Bd. 2. — Turin 1981, S. 1—15.
- Bartels, D.*: Die Abgrenzung von Planungsregionen in der Bundesrepublik Deutschland — eine Operationalisierungsaufgabe. In: Ausgeglichenere Funktionsräume. Grundlagen für eine Regionalpolitik des mittleren Weges. — Hannover 1975. = Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Forschungs- und Sitzungsberichte Bd. 94, S. 93—115.
- Deiters, J.*: Der Beitrag der Geographie zur politisch-administrativen Regionalisierung. In: *Heinritz, G.* (Hrsg.): Standorte und Einzugsbereiche tertiärer Einrichtungen. — Darmstadt 1985. = Wege der Forschung Bd. 591, S. 263—290.
- De Lange, N.*: Zum Problem interkorrelierter Variablen bei clusteranalytischen Verfahren. In: Berichte des Symposiums des Arbeitskreises "Theorie und quantitative Methodik in der Geographie" vom 24.2. bis 28.2.1981 in Klagenfurt. — Klagenfurt 1981. = Klagenfurter Geographische Schriften, H. 2, S. 167—184.
- Fischer, M. M.*: Eine Methodologie der Regionaltaxonomie: Probleme und Verfahren der Klassifikation und Regionalisierung in der Geographie und Regionalforschung. — Bremen 1982. = Bremer Beiträge zur Geographie und Regionalforschung Bd. 3.
- Gatzweiler, H.-P.*: Laufende Raumb Beobachtung, Stand und Entwicklungsperspektiven des numerischen Informationssystems "Raum- und Stadtentwicklung". In: Informationen zur Raumentwicklung 1984, H. 3/4, S. 285—324.
- Grigg, D. R.*: Regions, models and classes. In: *Chorley, R. J.* und *Haggett, P.* (Hrsg.): Models in Geography. — London 1967, S. 461—509.
- Kluczka, G.*: Zentrale Orte und zentralörtliche Bereiche mittlerer und höherer Stufe in der Bundesrepublik Deutschland. — Bonn-Bad Godesberg 1970. = Forschungen zur deutschen Landeskunde Bd. 194.
- Sedlacek, P.*: Einleitung. In: *Sedlacek, P.* (Hrsg.): Regionalisierungsverfahren. — Darmstadt 1978. = Wege der Forschung Bd. 195, S. 1—19.