

sammenfassung aller Funktionen zur Bearbeitung von Nachrichten, d. h. zur Übernahme von Informationen von einer Datenstation, zur Übergabe an die Datenstation und zur Bewältigung des Dialogverkehrs in herstellerunabhängigen Schnittstellen. Außerdem müssen auch die notwendigen Funktionen für den Datenschutz und die Datensicherung standardisiert werden. Wünschenswert wäre auch eine einheitliche Dateibeschreibungssprache.

Die Diskussion über compatible Datenbankschnittstellen soll nicht auf die Firmen IBM und Siemens beschränkt bleiben. Die Firma Telefunken-Computer ist im Augenblick dabei, die Vereinbarkeit der oben definierten Schnittstellen mit bereits vorhandenen Datenbanksystemen

zu untersuchen. Es erscheint sinnvoll, wenn für weitere Rechenanlagen gemeinsame Arbeitsgruppen zwischen Anwendern dieser Rechenanlagen in der öffentlichen Verwaltung und dem Hersteller gebildet werden, die die Konzipierung der Schnittstellen in enger Zusammenarbeit mit den Siemens- und den IBM-Gruppen durchführen.

#### Literaturhinweise

1. Muschner, Herstellerunabhängigkeit durch Standardisierung der Programmiersprachen, OVD 9/72
2. Vigier, Beurteilungskriterien für Datenbanksysteme, BTA 5/71
3. Schnupp, Wieler, Datenbank-Implementierung, Bürotechnik, 8/72
4. Steinmüller, Stellenwert der EDV in der öffentlichen Verwaltung und Prinzipien des Datenschutzes, OVD 11/72

falls eine Definition von Flächen in maschinell verarbeiteter Form. Auf allen Ebenen des Verwaltungsvollzuges werden Dateien über Verwaltungsgrenzen geführt und fortgeschrieben. Bisher erfolgte die Speicherung in analoger Form als Karten in verschiedenen Maßstäben, die manuell fortgeführt wurden. Die Laufendhaltung, z. B. auf Bundesebene im Institut für Landeskunde, erforderte erheblichen personellen und technischen Aufwand. Es wäre wünschenswert, den Aufwand zu verringern und außerdem mit der Möglichkeit der automatisierten Herstellung von flächenbezogenen thematischen Karten zu verbinden. Im folgenden sollen deshalb einige generelle Gesichtspunkte der Erfassung, Kodierung und Verarbeitung von administrativen Grenzen diskutiert werden.

Dipl.-Geogr. Wolf-Dieter Rase, Bonn – Bad Godesberg

# Definition und maschinelle Erfassung flächenhafter Bezugseinheiten

## 1. Einleitung

Nachdem in dieser Zeitschrift<sup>1)</sup> ein Bericht erschienen ist, der den Aufbau der EDV in der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung allgemein beschreibt, beschäftigt sich der vorliegende Aufsatz mit den topographisch-geometrischen Grundlagen eines landeskundlich-regionalwissenschaftlichen Informationssystems. Die verschiedenen Arten der Flächendefinition und Kodierung geometrischer Elemente werden behandelt. Die Segmentdarstellung erscheint als die optimale Möglichkeit; Probleme der Datenerfassung, Verarbeitung, Analyse und Fortschreibung werden diskutiert und Lösungsmöglichkeiten vorgeschlagen.

## 2. Problemstellung

Beim Aufbau regionaler und urbaner Informationssysteme ist den Beteiligten klar geworden, daß es nicht genügt, zahlreiche Auswertungsmöglichkeiten für die gesamt-

melten Daten in mehreren Aggregationsstufen und -richtungen zur Verfügung zu stellen, sondern daß auch der räumliche Bezug dieser Daten und die Möglichkeit zur graphischen Darstellung dieses Bezuges in Form von thematischen Karten vorhanden sein muß.

Der Zusammenhang zwischen räumlicher Einheit und Einzeldatum ist am einfachsten über eine Koordinate herzustellen, etwa den Flächenschwerpunkt einer Zählinheit. Diese Methode wird z. B. im DIME-System oder im GRDSR-System des kanadischen Statistischen Büros (2) zum Aufsuchen von Zählheiten verwendet, die z. B. in einem bestimmten Gebiet liegen. Für diesen Zweck ist die Methode in den meisten Fällen ausreichend, ebenfalls für einfache kartographische Darstellungen wie Proportionalssymbole. Es ist aber nicht möglich, anspruchsvolle thematische Karten, z. B. Flächenstufenkarten mit Flächenschraffierungen und Flächenfarben, herzustellen, weil die Flächennummern nicht kodiert sind. Ein weiterer Anwendungsbereich erfordert eben-

## 3. Numerische Kodierung geometrischer Elemente

Obwohl die Erde eine Kugel ist, nimmt man als Bezugssystem für kartographische Darstellungen die ebene Fläche der euklidischen Geometrie, denn die Kugeloberfläche kann mit definierter Genauigkeit auf die Ebene abgebildet werden. Die Frage des Bezugssystems, ob UTM, Gauß-Krüger oder eine beliebige Projektion, ist deshalb nur von sekundärer Bedeutung, sofern definierte Fixpunkte für den Übergang von der Ebenengeometrie zum Bezugssystem und umgekehrt vorhanden sind. Natürlich hat das eine oder andere Bezugssystem Vorteile in der Praxis, die aber hier nicht in extenso diskutiert werden können. Für die folgenden Betrachtungen vereinfachen wir dieses Problem, indem wir immer die Erdoberfläche als Ebene betrachten.

Da die aktuelle Datenerfassung und -ausgabe auf jeden Fall in der durch zwei rechtwinklige Achsen bestimmten Ebenen vorgenommen wird, sollen andere Achsen- und Bezugssysteme für die folgenden Ausführungen außer acht gelassen werden.

Da eine elektronische Datenverarbeitungsanlage keine geometrischen Elemente, sondern nur Zahlen verarbeiten kann, muß ein Weg gefunden werden, um eine Konvertierung durchzuführen. Der Weg ist durch die Analytische Geometrie vorgegeben.

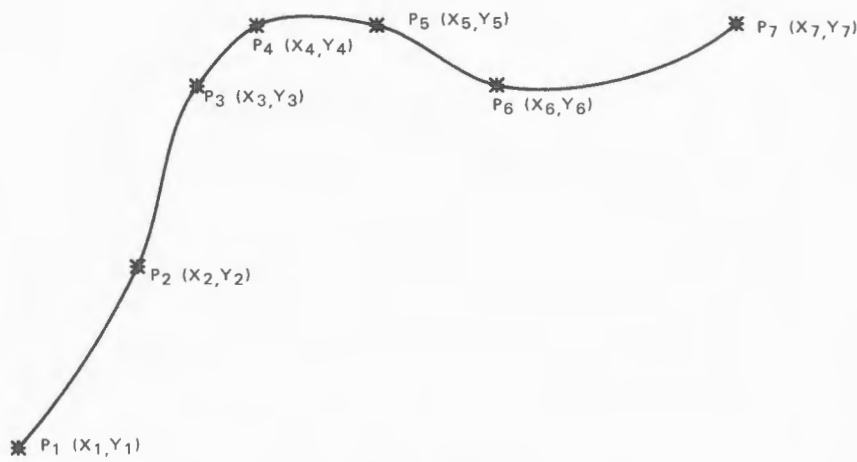


Abb. 1a

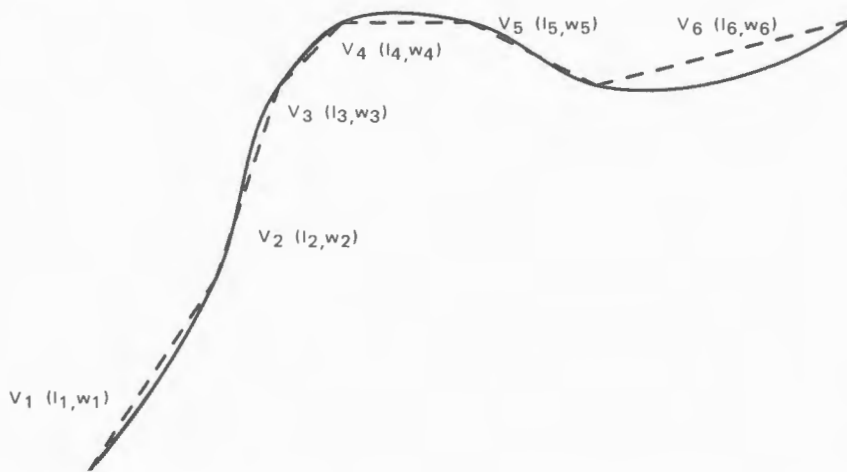
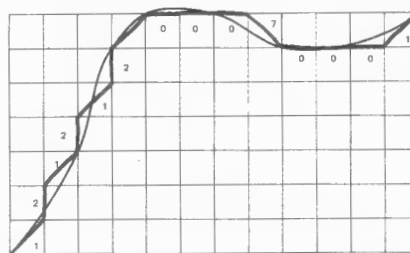


Abb. 1b

Abb. 1c

Abb. 1 Approximation einer Kurve durch

- a) Punkte mit x-y-Koordinaten
- b) Vektoren mit Längen- und Winkelangaben
- c) Inkremente mit Richtungsnummern



a) *Punkt*

In der Regel ist ein Punkt durch die Angabe der Achsenabschnitte bestimmt, die x-y-Werte, Abzissen und Ordinaten, Rechts- und Hochwerte genannt werden. Die Definition als Polarkoordinaten (Radius und Winkel) ist in unserem Anwendungsbereich selten gebräuchlich. Graphische Ein- und Ausgabegeräte arbeiten im konventionellen orthogonalen Achsensystem mit der horizontalen x-Achse und der vertikalen y-Achse. Die numerische Darstellung besteht somit in zwei Zahlen.

b) *Linie*

Die Linie ist die nächste Stufe in der Hierarchie der graphischen Elemente. Obwohl eine Linie als Kontinuum, z. B. durch eine mathematische Funktion, beschrieben werden kann, wird man in der praktischen

Anwendung eine Annäherung durch eine ausreichend große Anzahl von Punkten vorziehen, weil die auftretenden Linien meistens nicht durch einfache Funktionen dargestellt werden können. Für die Approximation durch eine Reihe von Punkten gibt es mehrere Möglichkeiten.

aa) *Koordinatendarstellung:*

Die Linie ist durch eine Folge von x-y-Koordinaten repräsentiert (Abb. 1 a).

bb) *Vektorendarstellung:*

Eine Reihe von Vektoren, jeder mit variabler Länge und variablem Winkel, approximieren die Linie (Abb. 1 b).

cc) *Inkrementdarstellung:*

Diese Art ist eine Sonderform der Vektorendarstellung, indem man gleichlange Vektoren mit festen Winkeldifferenzen annimmt und die

Winkel durch Zahlenkodes angibt (Abb. 1 c).

Alle Darstellungen haben spezifische Vor- und Nachteile. Bestehen die Linienzüge bereits aus geraden Strecken, wie etwa in Abb. 4, so haben Koordinaten- und Vektorendarstellung Vorteile gegenüber der Inkrementdarstellung, weil mit relativ wenig Angaben die Linie repräsentiert wird. Die Koordinatendarstellung wäre der Vektorendarstellung auch vorzuziehen, denn die Vektordarstellung braucht einen absoluten Anfangspunkt.

Stetig gekrümmte oder kurvenreiche Linien werden jedoch ökonomischer als Inkremente kodiert. Koordinaten und Vektoren benötigen zwei Zahlen, d. h., in der Regel auch zwei Worte im Computer oder auf dem Speichermedium. Die Zahlenkodes der Inkremente jedoch kommen mit weniger Informationseinheiten aus: In der meistverbreiteten Darstellung in acht Achsenrichtungen genügen 3 bit für ein Inkrement, während für eine Koordinate 2 Worte, bei 32 bit Wortlänge also 64 bit benötigt werden. Aus Sicherheitsgründen wird man den Anfangs- und Endpunkt der Linie in absoluten x-y-Werten angeben.

Die meisten graphischen Geräte benutzen intern die Inkrementdarstellung, denn damit läßt sich eine Bewegung auf der Zeichenoberfläche relativ einfach durch Schrittmotoren in beiden Achsenrichtungen realisieren.

Absolute Koordinaten und Inkremente werden also vorwiegend für die Approximation von Linien verwendet, wobei für bestimmte Funktionen die eine oder andere Form mehr Vorteile bietet, beide Arten also gegenseitig konvertierbar sein müssen.

c) *Flächen*

Eine funktionelle und strukturierte Ansammlung von Linien ist ein Netzwerk, administrative Flächen sind eine Sonderform des Netzwerkes. Für die numerische Erfassung und Speicherung dieser Flächen gibt es mehrere Methoden, z. B. eine geschlossene Linie, eine Zuordnungstabelle, die sich auf einen Satz von Punkten oder Linien bezieht, eine Listenstruktur mit miteinander verketteten Punkten oder Linien, und noch andere Möglichkeiten.

Welche Formen für die verschiedenen Anwendungen geeignet sind, soll nach den Ausführungen über Datenstrukturen und Geräte besprochen werden.

#### 4. Koordinatenerfassung

Die Umwandlung von geometrischen Darstellungen, die in unserem Fall in Form von Karten der administrativen Einheiten vorliegen, muß mit maschineller Unterstützung erfolgen.

Nur bei wenig Einheiten kann die Erfassung manuell mit Lineal oder Koordinatentisch vorgenommen werden, denn sehr schnell wird man die Grenzen dieser einfachen Methode erreichen. Deshalb wird man ein entsprechendes Gerät verwenden, das die Koordinaten unter Operateurkontrolle oder vollautomatisch in eine computerlesbare Form bringt. Während vollautomatische Geräte (Scanner, Linienverfolger) bisher nicht die gewünschte Flexibilität und Geschwindigkeit bei der Digitalisierung des analogen Kartenmaterials aufweisen können und außerdem für unseren Anwendungsbereich aus ökonomischen Gründen nicht sehr sinnvoll erscheinen, gibt es eine Reihe von manuell zu bedienenden Koordinatenerfassungsgeräten, die für diese Arbeiten gut zu verwenden sind.

Die einfachste Form eines solchen *Digitizers* besteht aus einem Tisch, auf den die Karte aufgespannt wird. In der x-Richtung bewegt sich ein Schlitten, auf dem Schlitten in y-Richtung eine Fadenkreuzlupe. Eine Elektronik mißt die jeweilige Stellung der Lupe in beiden Achsenrichtungen und überträgt die Zahlen auf einen Datenträger, etwa einen Lochstreifen oder ein Magnetband. Diese relativ billige Konstruktion hat den Nachteil, daß das schwere Gewicht des Schlittens vom Operateur bewegt werden muß. Zügiges Arbeiten und auch Linienverfolgung ist deshalb kaum möglich. Deshalb hat man bei neueren *Digitizern* (d-mac-pencil follower, gradicon) die Mechanik unter die Tischplatte verlegt und besorgt die Nachführung des Schlittens durch Servomotoren. Der Operateur bewegt nur eine leichte Fadenkreuzlupe über die Karte; die Lupe sendet Signale aus, die vom elektromechanischen System unter der Tischplatte erkannt und ausgewertet werden (Abb. 2).

Eine andere Technik wird im *Digitizer* der Firma Bendix (in der Bundesrepublik auch als Aristogrid, Digigrad oder Freescan bekannt) angewendet. Man läßt die aufwendige Mechanik unter der Tischplatte weg und erkennt die Signale und damit die Position der Fadenkreuzlupe durch ein Gitter von in der Platte eingelassenen Drähten.

Abb. 2 Koordinatenerfassung mit frei beweglicher Fadenkreuzlupe



Alle *Digitizer* können sowohl *off-line* als auch *on-line* betrieben werden. Im *Off-line*-Betrieb überträgt man die Koordinaten über eine Zwischenelektronik direkt auf einen Datenträger, der anschließend in eine EDV-Anlage eingelesen wird. Im *On-line*-Betrieb erfolgt die Koordinatenaufnahme unter Programmkontrolle. Die durch eine festverdrahtete Elektronik vorgegebenen Funktionen werden durch ein in einem Prozeßrechner gespeichertes Programm nachgebildet. Außerdem kann man Plausibilitätskontrollen und andere logische und mathematische Operationen vornehmen und auch die verschiedenen Funktionen nach Belieben austauschen und ändern. Dadurch wird der *Digitizer*, der in der *Off-line*-Version ein reines Eingabegerät ist, zum dialogfähigen Mensch-Maschine-System, insbesondere, wenn ein zusätzliches Bildschirmgerät eine optische Kontrolle der aufgenommenen Daten beim Digitalisieren ermöglicht. Fehler können sofort lokalisiert und korrigiert werden (3).

Die Kosten für ein *On-line*-*Digitizer*-System liegen nicht höher als die für ein *Off-line*-Gerät, wenn man in Betracht zieht, daß Rechner und Ausgabegerät auch für andere Zwecke benutzt werden können, etwa für die Steuerung eines Zeichentisches. Zudem arbeiten moderne Kleinrechner auch im Multiprogramm-Betrieb, sodaß mehrere Aufgaben simultan abgewickelt werden können.

In der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung ist ein Koordinatenerfassungsgerät *d-mac pencil follower* mit einer nutzbaren Fläche von 122 × 122 cm und einer Auflösung von 0,025 mm installiert. Die Aufnahme wird von einem Prozeßrechner PDP-11/20 mit verschiedenen Peripheriegeräten, unter anderem auch eine industriekompatible Magnetbandeinheit, überwacht. Verschiedene Typen von Fadenkreuzlupe, eine Koordina-

tenanzeige, eine alphanumerische Tastatur und ein Bildschirmgerät (das natürlich auch für andere Zwecke benutzt werden kann) ergänzen das System (4).

#### 5. Datenstrukturen

Dieser Abschnitt soll einen kurzen Überblick über die verschiedenen Typen der Datenorganisation geben, wie sie im EDV-Bereich und insbesondere bei graphischen Anwendungen vorkommen können. Das Verständnis der behandelten Strukturen für die Flächendefinition soll dadurch erleichtert werden.

Nach Dodd (5) und Williams (6) können die verschiedenen Möglichkeiten zur Speicherung von Daten in Kernspeicher und magnetischen Massenspeichern in drei Gruppen zusammengefaßt werden: sequentielle, wahlfreie und Listen-Speicherform.

Bei der *sequentiellen* Organisation sind die Daten fortlaufend gespeichert und können auch nur fortlaufend aufgesucht werden. Wird ein Datum benötigt, muß der ganze Datensatz geprüft werden, wenn keine Sortierfolge vorliegt; im Falle einer Sortierfolge können effizientere Suchalgorithmen wie binäres Suchen angewandt werden (Abb. 3a).

Sind die Daten *wahlfrei* gespeichert, kann auf sie über einen *Zeiger* oder einen *Schlüssel* direkt zugegriffen werden. Auch hier gibt es eine Reihe von Möglichkeiten der Speicherung und des Zugriffs, abhängig vom Speichermedium und Verwendungszweck (Abb. 3b).

Im Falle der *Listenstrukturen* enthält jedes Datenelement einen Zeiger auf das nächste Element. Die Zeigerliste des wahlfreien Zugriffs ist hier unmittelbar mit den Daten verknüpft. Da die Daten eine Kette bilden, spricht man auch von *verketteter* Speicherungsform (Abb. 3c). Listen werden vorwiegend dort angewandt, wo die Reihenfolge der

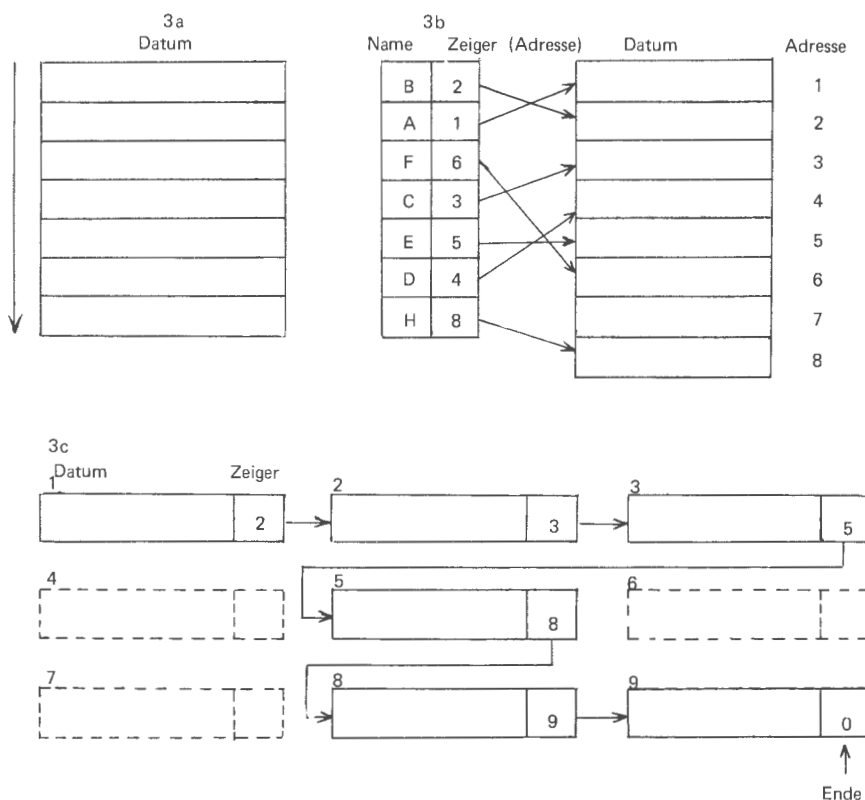


Abb. 3 Datenorganisation: a) Sequentiell  
b) Wahlfrei  
c) Liste

Daten sehr häufigen Änderungen unterworfen ist. Um die Reihenfolge zu ändern, braucht das Datenelement selbst nicht bewegt zu werden, sondern nur der Zeiger auf das nächste Element wird geändert. Durch weitere Zeiger können Vorwärts-, Rückwärts- und Ringreferenzen gebildet werden.

Mischformen aus den verschiedenen Typen von Datenstrukturen sind sehr häufig, deshalb ist es auch nicht immer leicht, klare Trennungen auszumachen. Bereits im trivialen Beispiel für den wahlfreien Zugriff (Abb. 3 b) haben wir eine solche Mischung; die Namen werden sequentiell abgearbeitet, der Zugriff zu den Daten ist wahlfrei.

### 6. Flächendefinition

Nachdem die Datenerfassung und Datenstruktur behandelt wurden, soll nun die Frage der zweckmäßigsten Speicherungsform für Flächenbegrenzungen diskutiert werden. Zunächst müssen wir uns im klaren darüber sein, für welchen Zweck die Flächenbegrenzungen verwendet werden sollen:

- kartographische Repräsentation von Daten, die sich auf flächenhafte Einheiten beziehen
- Fortschreibung der Grenzen

- Analyse von Nachbarschaftsbeziehungen
- Regionalisierung, d. h. geometrische Aggregation mehrerer Einheiten zu einer neuen größeren Einheit
- Verknüpfung mit anderen geometrisch erfaßten Raumelementen (Ortskoordinaten, Verkehrs- und Gewässernetz).

Damit sind wohl die meisten Aufgaben abgedeckt, die sich in der räumlichen Planung ergeben.

#### a) Geschlossene Linie

Die einfachste Form der Flächendefinition ist eine Reihe von Punkten, die eine geschlossene Linie ergeben (Abb. 4).

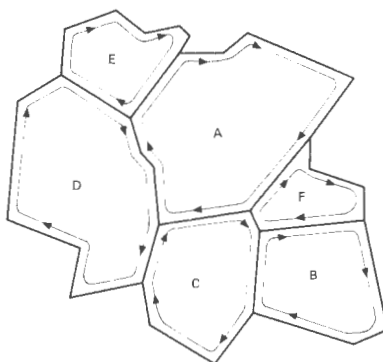


Abb. 4 Flächendarstellung durch eine geschlossene Linie, im Uhrzeigersinn digitalisiert

Für die unmittelbare Verarbeitung wird man in jedem Fall auf diese Art der Flächendefinition angewiesen sein; für Schraffierungen, zur Feststellung, ob ein Punkt in einem Polygon liegt, zur Berechnung des Flächenschwerpunktes. Das SYMAP-Programm verlangt deshalb als Eingabe für Choroplethenkarten geschlossene Linien (= Conformolines) (7).

Die Erfassung, Speicherung, Ausgabe und weitergehende Verarbeitung ist aber ziemlich schwerfällig; bei der Erfassung umfährt man die betreffenden Flächen mit dem Digitalisiergerät, um die geschlossene Linie zu erhalten. Da benachbarte Flächen die gleichen Grenzlinien besitzen, werden die meisten Linien zweimal digitalisiert. Ungenauigkeiten des Digitizers und des menschlichen Operateurs führen zu Abweichungen, die bereits im groben Raster eines SYMAP-Ausdrucks zu sichtbaren Fehlern führen und die im Falle der Plotter-Ausgabe nicht tolerierbar sind. Nachträgliche manuelle Fehlerbeseitigung ist zu aufwendig, um wirtschaftlich sinnvoll zu sein. Die gleiche Information, gemeinsame Grenzlinien, wird zweimal abgespeichert, eine Verschwendung von Speicherplatz, die bei großen Datensätzen erheblich ins Gewicht fallen kann. Weiterhin sind aus dem Datensatz keinerlei Informationen über die Nachbarschaftsbeziehungen der Bezugsflächen ableitbar.

#### b) Punkte-Zuordnungstabelle

Die Nachteile der Flächendefinition durch geschlossene Linien haben zu einer anderen Möglichkeit geführt, die in verschiedenen Systemen verwandt wird. Ein Satz von nummerierten x-y-Werten gibt die Lage von Punkten auf der Karte an.

Eine Sequenz von Nummern bezeichnet eine aus den entsprechenden Punkten zusammengesetzte geschlossene Linie, die ihrerseits die Fläche definiert. Damit vermeidet man die möglichen Abweichungen beim doppelten Erfassen und Speichern von Linien und die anderen Nachteile. Der manuelle Aufwand bei diesem Verfahren ist größer, weil alle Punkte vor der Digitalisierung nummeriert und die Zuordnungstabellen manuell kodiert werden müssen. Auf jeden Fall muß ein Programmteil vor der Verarbeitung aus den Koordinaten und der Zuordnungstabelle eine geschlossene Linie aufbauen.

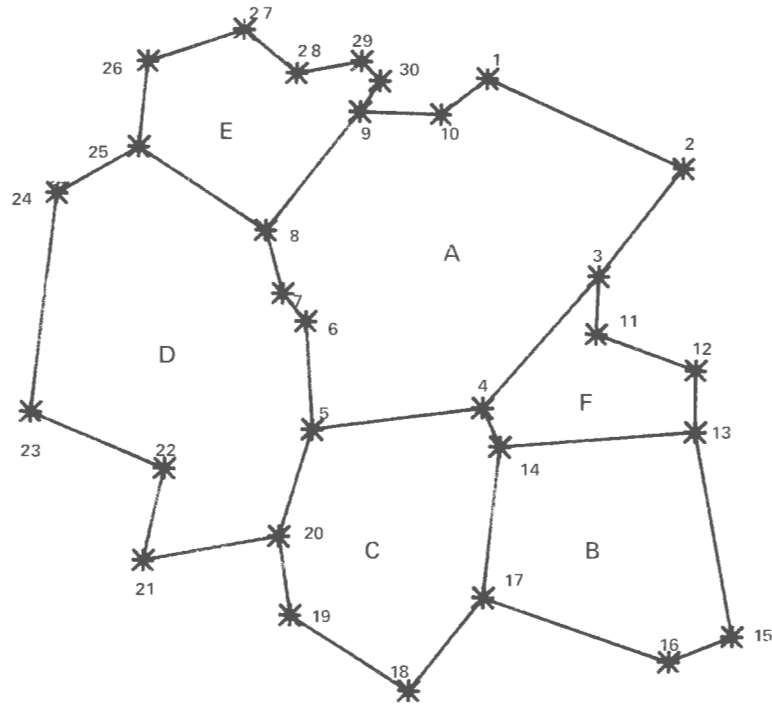
Die Methode ist im CALFORM-Programm des ICCSA (8) und im

MAP/MODEL-System (9) verwirklicht. (Abb. 5).

c) *Knoten-Zuordnungstabelle*

Eine Variation der Punkte-Zuordnungstabelle ist die Knoten-Zuordnungstabelle. Anstatt aller Koordinaten werden nur *die* Punkte aufgenommen und abgespeichert, wo drei Linien in einem Knoten zusammentreffen. Die Grenzen werden als Strecken zwischen den Knoten angenommen. Dieses Verfahren ist selbst für anspruchslöse kartographische Darstellungen mit dem Schnelldrucker (SYMAP-Verfahren) nicht brauchbar, weil die sich ergebende Generalisierung doch zu grob wird.

Wenn vier Linien in einem Knoten zusammentreffen, funktioniert das vorgeschlagene Verfahren nicht mehr, gerade aber im großmaßstäblichen Bereich tritt dieser Fall gehäuft auf. Es gibt auch keine Möglichkeiten, Enklaven (z. B. eine kreisfreie Stadt in einem Kreis) oder Exklaven befriedigend darzustellen.



Zuordnungstabelle

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| A | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| B | 13 | 15 | 16 | 17 | 14 |    |    |    |    |    |
| C | 4  | 14 | 17 | 18 | 19 | 20 | 5  |    |    |    |
| D | 25 | 8  | 7  | 6  | 5  | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| E | 27 | 28 | 29 | 30 | 9  | 8  | 25 | 26 |    |    |
| F | 3  | 11 | 12 | 13 | 14 | 4  |    |    |    |    |

Punktstabelle

| Nr. | X     | Y    | Nr. | X     | Y    | Nr. | X    | Y     |
|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|------|-------|
| 1   | 9.16  | 9.73 | 11  | 10.94 | 5.90 | 21  | 4.16 | 2.25  |
| 2   | 12.18 | 8.46 | 12  | 12.47 | 5.40 | 22  | 4.44 | 3.66  |
| 3   | 10.95 | 6.78 | 13  | 12.49 | 4.47 | 23  | 2.38 | 4.46  |
| 4   | 9.25  | 4.73 | 14  | 9.53  | 4.15 | 24  | 2.67 | 7.79  |
| 5   | 6.67  | 4.32 | 15  | 13.15 | 1.38 | 25  | 3.89 | 8.53  |
| 6   | 6.52  | 5.95 | 16  | 12.20 | 0.97 | 26  | 3.99 | 9.83  |
| 7   | 6.15  | 6.36 | 17  | 9.35  | 1.85 | 27  | 5.44 | 10.36 |
| 8   | 5.86  | 7.32 | 18  | 8.26  | 0.40 | 28  | 6.26 | 9.72  |
| 9   | 7.24  | 9.16 | 19  | 6.42  | 1.49 | 29  | 7.24 | 9.93  |
| 10  | 8.47  | 9.16 | 20  | 6.21  | 2.68 | 30  | 7.53 | 9.64  |

Abb. 5 Die Flächen werden durch eine Zuordnungstabelle definiert, die sich auf einen Satz von Punkten bezieht.

d) *Segment-Zuordnungstabelle*

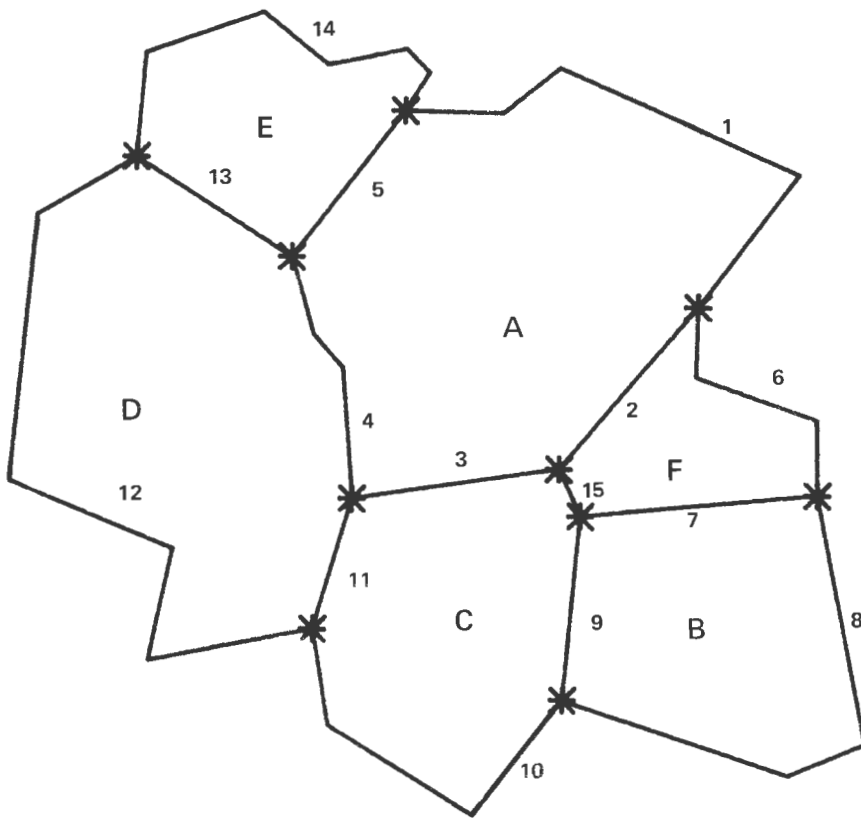
Die unmittelbare Definition der Fläche durch Punktkoordinaten ist für nordamerikanische Verhältnisse gedacht, wo die Flächen im Idealfall quadratisch sind und in der Regel nicht sehr von der rechteckigen Form abweichen, in den meisten Fällen also durch nicht wesentlich mehr als vier Punkte darstellbar sind. Das gilt natürlich nicht mehr für europäische, insbesondere deutsche Grenzlinien. Die Zuordnungstabellen würden viel zu lang und die manuellen Vorarbeiten zu umfangreich. Deshalb muß eine andere Form der Flächendefinition gefunden werden. Anstatt von Punkten wird ein Satz numerischer Linien oder *Segmente* verwendet, die von Knoten zu Knoten reichen. Ein Knoten ist dabei das Zusammentreffen von mindestens drei Linien (Abb. 6).

Ein weiteres Kriterium sind die programmtechnischen Gesichtspunkte. Auch bei kleineren Datensätzen wird man die Flächendefinitionen kaum ständig im Kernspeicher aufbewahren können, sondern wird sie auf einem externen Medium zwischenspeichern.

Die Zwischenspeicherung von geschlossenen Flächen ist problemlos, weil sie sequentiell verarbeitet werden, das Medium deshalb sequentiell organisiert sein kann, z. B. ein Magnetband. Die Definition der Fläche durch Zuordnungstabellen setzt den wahlfreien Zugriff zu Punkten und Linien voraus. Im CALFORM-Programm werden alle Punkte im Kernspeicher aufbewahrt, was einerseits den Zugriff trivial macht, andererseits aber den Umfang des Datensatzes sehr beschränkt. Die Linien können ebenfalls im Kernspeicher untergebracht werden, wenn man ihre unterschiedliche Längen durch entsprechende Programmier Techniken berücksichtigt. Aber für größere Datensätze ist die Benutzung von Zugriffstechniken zu wahlfreiem externen Speichern unerlässlich, was die Programmierung nicht gerade erleichtert. Die Erhöhung der Rechenzeiten fällt bei modernen Rechenanlagen nicht ins Gewicht, weil der Rechner während der Ein- und Ausgabe ja andere Aufgaben erledigen kann.

Enklaven oder Exklaven erhalten entweder die gleichen Bezeichnungen wie die Hauptflächen oder wer-

den Speichern unerlässlich, was die Programmierung nicht gerade erleichtert. Die Erhöhung der Rechenzeiten fällt bei modernen Rechenanlagen nicht ins Gewicht, weil der Rechner während der Ein- und Ausgabe ja andere Aufgaben erledigen kann.



Zuordnungstabelle

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| A | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  |
| B | 7  | 8  | 9  |    |    |
| C | 3  | 15 | 9  | 10 | 11 |
| D | 4  | 11 | 12 | 13 |    |
| E | 14 | 5  | 13 |    |    |
| F | 6  | 7  | 15 | 2  |    |

Segmenttabelle

|    |       |      |       |      |       |       |       |      |       |      |      |      |
|----|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|------|
| 1  | 7.24  | 9.16 | 8.47  | 9.16 | 9.16  | 9.73  | 12.18 | 8.46 | 10.95 | 6.78 |      |      |
| 2  | 10.95 | 6.78 | 9.25  | 4.73 |       |       |       |      |       |      |      |      |
| 3  | 9.25  | 4.73 | 6.67  | 4.32 |       |       |       |      |       |      |      |      |
| 4  | 6.67  | 4.32 | 6.52  | 5.95 | 6.15  | 6.36  | 5.86  | 7.32 |       |      |      |      |
| 5  | 5.86  | 7.32 | 7.24  | 9.16 |       |       |       |      |       |      |      |      |
| 6  | 10.95 | 6.78 | 10.94 | 5.90 | 12.47 | 5.40  | 12.49 | 4.47 |       |      |      |      |
| 7  | 12.49 | 4.47 | 9.53  | 4.15 |       |       |       |      |       |      |      |      |
| 8  | 12.49 | 4.47 | 13.15 | 1.38 | 12.20 | 0.97  | 9.35  | 1.85 |       |      |      |      |
| 9  | 9.53  | 4.15 | 9.35  | 1.85 |       |       |       |      |       |      |      |      |
| 10 | 9.35  | 1.85 | 8.26  | 0.40 | 6.42  | 1.49  | 6.21  | 2.68 |       |      |      |      |
| 11 | 6.21  | 2.68 | 6.67  | 4.32 |       |       |       |      |       |      |      |      |
| 12 | 6.21  | 2.68 | 4.16  | 2.25 | 4.44  | 3.66  | 2.38  | 4.46 | 2.67  | 7.79 | 3.89 | 8.53 |
| 13 | 3.89  | 8.53 | 5.86  | 7.32 |       |       |       |      |       |      |      |      |
| 14 | 3.89  | 8.53 | 3.99  | 9.83 | 5.44  | 10.36 | 6.26  | 9.72 | 7.24  | 9.93 | 7.53 | 9.64 |
| 15 | 9.25  | 4.73 | 9.53  | 4.15 |       |       |       |      |       |      |      |      |

Abb. 6 Die Zuordnungstabelle bezieht sich auf einen Satz von Segmenten, die ihrerseits durch eine Folge von Punktkoordinaten repräsentiert sind

den durch Hilfslinien „angebunden“, die in manchen Fällen nicht gezeichnet werden dürfen. Wäre z. B. in Abb. 6 die Flächeneinheit F ein Auslieger von Einheit D, hätte die entsprechende Zuordnungstabelle folgende Form:

D 13 4 3 2 6 7 15 3 11 12.

Vom Gesichtspunkt der Datenstruktur haben wir einmal eine sequentielle Organisation der Flächen, die nacheinander abgearbeitet werden. Die Zuordnungstabelle für jede Fläche ist eine Zeigerliste für den wahlfreien Zugriff zu den einzelnen Segmenten, die selbst wieder aus sequentiellen Koordinaten oder Inkrementen bestehen.

#### e) *Listenstruktur*

Alle Speicherformen mit Zuordnungstabelle haben den Nachteil, daß zwei Datensätze notwendig sind: die geometrischen Koordinaten und die Tabelle. Bei einer Listenstruktur erspart man sich einen Datensatz, indem der Datensatz mit den Koordinaten bereits die Zuordnungsinformation enthält. Die Liste der Begrenzungsflächen enthält einen Zeiger auf das erste Liniensegment, dieses wiederum zeigt auf das nächste Segment. Das letzte Segment zeigt wieder auf das erste Segment. Da ein Segment nur maximal zwei aneinandergrenzenden Flächeneinheiten gemeinsam hat, die Koordinatenrichtung aber gegenläufig ist, genügt je ein Zeiger am Anfang und Ende des Segmentes.

Diese Flächendefinition ist sehr effizient, wenn bestimmte Voraussetzungen gegeben sind. Die Aggregation auf höhere Stufen (Gemeinden → Kreis) ist jedoch irreversibel: die Zeiger werden verändert, die nicht mehr benötigten Segmente sind dann nicht mehr auffindbar, es sei denn, man speichert ein Duplikat des Original-Datensatzes. Weiterhin sind die höheren Programmiersprachen nur ungenügend mit Sprachelementen für Listenverarbeitung ausgestattet, und spezielle listenverarbeitende Sprachen sind nicht effizient genug für wirtschaftliches Arbeiten.

Die Listenstruktur hat aber Vorteile bei der Digitalisierung der Flächeneinheiten, wenn nämlich die Numerierung und Zuordnung noch dauernden Änderungen unterworfen sind. Der Arbeitsdatensatz nach Abschluß der Digitalisierung wird aber in jedem Fall ein Datensatz mit Segmentkoordinaten und eine Flächenzuordnungstabelle sein, die sich auf die Segmente bezieht

## 7. Digitalisierung der Flächen

Die einfachste Methode für die Digitalisierung von Flächen mit der Segmentmethode ist auch mit einem Off-line-Digitizer realisierbar. Man numeriert die Segmente auf einer Karte manuell und erstellt auch die Zuordnungstabellen von Hand. Anschließend werden die Segmente digitalisiert und die Segmentnummern beim Digitalisieren hinzugefügt. Durch Ungenauigkeiten des Digitizers, durch die Parallaxe und die Unzulänglichkeit des menschlichen Auges entstehen an den Knoten geringfügige Abweichungen, die manuell korrigiert werden müssen. Es hat sich durch Versuche ergeben, daß bereits das Durchnummerieren der Segmente und die Erstellung der Tabelle erhebliche Fehlerquellen sind, die auch maschinelles Prüfen der Segmentknoten erschweren, wenn nicht unmöglich machen. Der personelle Aufwand für das Korrigieren des Datensatzes ist nur bei kleinen Datensätzen wirtschaftlich vertretbar.

Einen anderen Weg geht Douglas (11). Alle Linien der Karte werden ohne Berücksichtigung von Knoten, Nummern oder Zuordnung fortlaufend digitalisiert. Dazu werden Punkte in den Bezugsflächen aufgenommen, die optische Mittelpunkte oder Verwaltungsmittelpunkte sein können. Ein Programm sucht nun aus dem Linien-Datensatz zu jedem Punkt die entsprechenden Grenz-Segmente heraus und erstellt auch die Zuordnungstabellen. Das Programm ist, wie man sich leicht vorstellen kann, ziemlich aufwendig in Rechenzeit und Kernspeicher. Der Vorteil liegt darin, wie beim ersten Verfahren, daß auch Off-line-Digitizer verwendet werden können.

In Abschnitt 3 wurde allgemein ausgeführt, warum ein Digitizer, der von einem Kleinrechner unter Programmkontrolle gesteuert wird, einem Off-line-Gerät vorzuziehen ist. Im speziellen Fall der Erfassung von Gebietsgrenzen sollten deshalb alle Vorgänge, die manuell ausgeführt große Fehlerquellen darstellen, vom Programm vorgenommen bzw. durch programmierte Plausibilitätskontrollen überwacht werden. In der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung wird gerade an der Realisierung eines solchen interaktiven Systems gearbeitet. Der Aufbau des Systems erfolgt analog der allgemeinen Philosophie für den Aufbau der EDV in der BfLR (1): Es soll so schnell wie möglich eine arbeitsfähige Programmversion entstehen, mit der

verschiedene Lösungskonzepte ausprobiert werden können. Ist die optimale Lösung gefunden, wird das Programm unter dem Gesichtspunkt optimaler Benutzerfreundlichkeit und Effizienz ausgebaut. Das könnte z. B. heißen, daß eine erste Programmversion in FORTRAN programmiert wird; zur Steigerung der Effizienz werden Teile davon in Assembler reprogrammiert.

Das System soll einen Datensatz liefern, der die Gebietsgrenzen als Segmente und die Einheiten als Zuordnungstabelle für die Segmente definiert.

Die erste Aufbaustufe enthält folgende Funktionen:

- a) Automatische Numerierung der aufgenommenen Segmente und Aufbau der Segmenttabelle.
- b) Automatischer Aufbau der Zuordnungstabelle für Gebietseinheiten, deren Segmente fortlaufend aufgenommen werden.
- c) Automatische Korrektur der Koordinaten von Segmentknoten.
- d) Display der digitalisierten Segmente und deren Nummern auf dem Bildschirmgerät, automatische Änderung des Bildausschnittes.

Die Erfassung der Segmentlinien kann dabei entweder im Punkt- oder Linienmodus erfolgen, je nachdem, ob die Grundkarte bereits in generalisierter Form vorliegt oder stetig gekrümmte Linien verfolgt werden müssen.

Die Digitalisierung läuft dann folgendermaßen ab: Nach einem einleitenden Dialog, der Nullpunkt, Abbildungsmaßstab, Rotation und andere Eingabewerte verarbeitet, wird dem Operateur der Name der ersten Flächeneinheit über das Bildschirmgerät mitgeteilt. Der Operateur umfährt die Fläche (punktweise oder linienverfolgend) und kennzeichnet die Knotenpunkte der Segmente durch Drücken eines besonderen Knopfes auf der Fadenkreuzlupe oder Eingabetastatur. Das Programm numeriert die dadurch bezeichneten Segmente fortlaufend und legt die Zuordnungstabelle für die Bezugseinheit an. Die Namen der folgenden Einheiten werden ebenfalls ausgegeben; ist bei benachbarten Flächen bereits kodiert, wird dessen Nummer manuell in die Tastatur eingegeben. Der Operateur braucht sich natürlich die Nummer nicht zu merken, sondern kann sie vom Bildschirm ablesen. Das Programm prüft dann die Nachbarsegmente auf Übereinstimmung und korrigiert kleinere Unstimmigkeiten in einem vorgegebenen Toleranzbereich selbsttätig. Bei großen Abweichungen wird eine optische

oder akustische Meldung an den Operateur gegeben. Verläßt der Operateur den auf dem Bildschirm wiedergegebenen Bereich, wird auch der Bildausschnitt verändert. Zweckmäßigerweise erfolgt die Aufnahme der Segmente aller Flächen im gleichen Drehsinn, z. B. im Uhrzeigersinn um die Fläche herum. Wird ein bereits aufgenommenes Segment von Hand eingegeben, ist der logische Verlauf der Koordinaten für die neue Fläche entgegengesetzt zu digitalisierten Koordinatensequenz. In der Zuordnungstabelle wird dies durch eine negative Segmentnummer angezeigt. Man erhält dadurch eine zusätzliche Plausibilitätsprüfung: gleiche Segmentnummern ( $\triangle$  gemeinsame Segmente) in verschiedenen Zuordnungstabellen haben entgegengesetzte Vorzeichen.

Die Zuordnungstabelle in Abb. 6 lautet dann:

|   |    |    |     |    |    |
|---|----|----|-----|----|----|
| A | 1  | 2  | 3   | 4  | 5  |
| B | 7  | 8  | 9   |    |    |
| C | -3 | 15 | -9  | 10 | 11 |
| D | 13 | -4 | -11 | 12 |    |
| E | 14 | -5 | -13 |    |    |
| F | 6  | -7 | -15 | -2 |    |

Eine noch weitergehende Automatisierung der Datenaufnahme liegt darin, den Operateur einfach die Flächeneinheiten ohne Rücksicht auf Segmenteinteilung umfahren zu lassen. Das Programm sucht dann die Segmente analog zu dem oben erwähnten Verfahren von Douglas während der Digitalisierung heraus und baut die Zuordnungstabellen völlig automatisch auf. Während die halbautomatische Aufnahme mit manueller Eingabe der bereits kodierten Segmente eine rein programmiertechnische Fleißaufgabe ist, stößt die vollautomatische Erfassung wahrscheinlich an die Grenze der Leistungsfähigkeit des zur Verfügung stehenden Prozeßrechners: bezüglich Kernspeicherkapazität, Rechengeschwindigkeit und Zugriffsgeschwindigkeit zu den peripheren Massenspeichern. Denn jeder digitalisierte Linienzug muß daraufhin geprüft werden, ob er von anderen, vorher aufgenommenen Linien geschnitten wird; die Schnittpunkte müssen berechnet und die Segment- und Zuordnungstabellen korrigiert werden. Anhand der statistischen Kennziffer der Flächeneinheiten läßt sich zwar eine optimale Suchstrategie entwickeln (im Falle der Digitalisierung auf Gemeindeebene wird zuerst der betreffende Amtsbezirk, dann Kreis, Regierungsbezirk, Bundesland abgesehen), aber es werden noch

umfangreiche Versuche notwendig sein, um die Realisierbarkeit festzustellen. Vielleicht ist auch nur eine leistungsfähigere Zentraleinheit mit Hardware-Gleitkommaeinrichtung oder eine größere Kernspeicherkapazität notwendig.

## 8. Nachbarschaftsbeziehungen und Regionalisierung

Ein wichtiger Aspekt der räumlichen Analyse ist die Feststellung von Nachbarschaftsbeziehungen. Mit den herkömmlichen Verfahren der geometrischen Erfassung von Grenzen war ein zusätzlicher, manuell zu erstellender Datensatz notwendig. Die auf Segmente bezogene Zuordnungstabelle enthält aber implizit eine Definition der Nachbarschaftsbeziehungen, aus der eine entsprechende Tabelle („contiguity table“) in der gewohnten Form gewonnen werden kann. Zwei aneinander grenzende Flächen besitzen mindestens ein gemeinsames Segment, das durch paarweisen Vergleich der Zuordnungstabellen aufgefunden wird. Es ist deshalb möglich, für alle Flächen ihre Nachbarn nur anhand der Zuordnungstabellen festzustellen. Das ist auch für weitergehende Plausibilitätsprüfungen von Bedeutung.

Die Nachbarschaftstabelle wird z. B. bei statistischen Regionalisierungsverfahren benötigt. Eine Clusteranalyse liefert normalerweise nur eine Typisierung, d. h. eine Zusammenfassung von Bezugseinheiten zu Gruppen ohne Berücksichtigung der räumlichen Anordnung. Durch geeignete Maßnahmen unter Einbeziehung einer Nachbarschaftstabelle („contiguity constraint“) kann man die Gruppenbildung so steuern, daß nur benachbarte Einheiten der gleichen Gruppe angehören (12).

Die Nachbarschaftstabelle kann auch für andere Arten räumlichgeometrischer Analysen benutzt werden (13).

Die Aggregation vom räumlichen Bezugseinheiten ohne direkte Benutzung von geometrischen Nachbarschaftsbeziehungen ist eigentlich häufiger als statistische Regionalisierungen. Die Verwaltungsgliederung der Bundesrepublik ist, wie im vorigen Abschnitt bereits angedeutet, ein Beispiel für eine hierarchische räumliche Ordnung. Die Hierarchie ist numerisch durch die statistischen Kennziffern repräsentiert, die vom Bundesland über Regierungsbezirk, Kreis, Amt, Gemein-

de bis zur jeweiligen kleinsten statistischen Zählheit die Aggregationsebenen definieren.

Es gibt auch andere Arten von Regionen, die nicht mit den Verwaltungsregionen übereinzustimmen brauchen oder diese sogar willkürlich teilen: auf Bundes- und Landesebene z. B. Planungsregionen oder Landschaftsverbände, in Städten Wahlbezirke oder Schulsprengel. Mit der Segmentdefinition sind nun relativ einfach verschiedene räumliche Aggregationen möglich, vorausgesetzt, daß die digitalisierten Grundeinheiten die kleinsten aggregierbaren Einheiten sind.

Die einfachste Methode ist die manuelle Erstellung von neuen Zuordnungstabellen, die die Grenzen der höheren Raumeinheiten definieren. Bei größeren Datensätzen wird dieses Verfahren zu aufwendig, wenn die Aggregation sich mehrfach ändert. Hier hilft auch wieder die Tatsache, daß benachbarte Einheiten mindestens ein Segment gemeinsam haben. Man muß dann in einem Satz von Einheiten, die eine Region bilden (was wiederum durch die Nachbarschaftstabelle überprüft werden kann), die Segmente herausfinden, die nur einmal in den Zuordnungstabellen vorkommen. Diese Segmente bilden die äußere Grenze der Region und brauchen nur noch anhand der Koordinaten der Segmentknoten in die richtige Reihenfolge gebracht zu werden. Im Falle der Verwaltungsgrenzen ist die Region durch die statistischen Kennziffern gegeben. Hat man also z. B. einmal die Gemeindegrenzen der Bundesrepublik erfaßt, können die Kreisgrenzen durch einen weiteren Rechenlauf gewonnen werden. Man spart die Digitalisierung der Kreisgrenzen und hat auch die Gewißheit, daß die resultierenden Karten beider Verwaltungsebenen paßgenau sind. Für die Kreisgrenzen muß dabei nicht der gesamte Segment-Datensatz mitgeschleppt werden, sondern nur die benötigten Segmente, die eine Untermenge aller Gemeindegrenzen-Segmente sind.

## 9. Fortschreibung

Ein wesentlicher Bestandteil eines Informationssystems ist die Fortschreibung der gesammelten Daten (14). Eine Datei der Verwaltungsgrenzen als Basis für ein räumlich orientiertes Informationssystem muß deshalb dauernd den Änderungen angepaßt werden, wie



men mit sich bringen, um den angestrebten Zweck erfüllen zu können.

Im einfachsten Fall ergibt sich die Fortschreibung von selbst: ist die Aufnahme auf Gemeindebasis erfolgt und werden Kreise vergrößert oder vereinigt, ändern sich die statistischen Kennziffern analog zur Änderung der Verwaltungsgrenzen. Die Fortschreibung der Kreisgrenzen ist dann eine Wiederholung der im vorigen Abschnitt beschriebenen Aggregation mit den neuen Kennziffern. Bei Zusammenlegung von Gemeinden wird die betreffende Zuordnungstabelle geändert und die nicht mehr benötigten Segmente entfernt.

Schwieriger ist das Problem, wenn bei Gebietsreformen Flächen geteilt und anderen Einheiten zugeordnet werden. In diesem Fall, der allerdings relativ selten ist, wird man in die Grundkarte die Änderungen einzeichnen und den Datensatz mit Hilfe des interaktiven Digitalisiersystems korrigieren müssen.

## 10. Beziehung zu anderen räumlich-geometrischen Strukturen

Die flächenhaften Bezugseinheiten sind nicht die einzigen Strukturen, die einen räumlichen Sachverhalt darstellen. Am Anfang wurden bereits punktförmige Bezugseinheiten erwähnt; in der Regel sind sie mit den Flächeneinheiten identisch und lediglich eine Sonderform, die die Verarbeitung und kartographische Darstellung erleichtert, z. B. im GRDSR-System. Aus einer Fläche kann auf verschiedenen Wegen ein Punkt generiert werden, etwa durch Berechnung des Flächenschwerpunktes wie im SYMAP-System oder wie in (15) beschrieben.

Funktionale Netze, wie etwa Verkehrs- oder Versorgungsnetz, können durch geeignete Verfahren mit dem Flächendatensatz assoziiert werden. Voraussetzung ist natürlich die gleiche geometrische Grundlage: entweder werden gleiche Grundkarten verwandt oder die Transformationsparameter (Abbildung, Maßstab, Translation) sind bekannt und erlauben eine einwandfreie Dekkung der Karten durch numerische Umrechnung. Die Knoten des Netzes sind nichts anderes als punktförmige Bezugseinheiten, die durch „point-in-polygon“-Routinen der entsprechenden Fläche zugeordnet werden, wobei bei geschickter Verkodung dieser Vorgang nur einmal ausgeführt zu werden braucht. Die

Netzkanten können dabei für eine bessere kartographische Darstellung auch durchaus in ihren wahren Verlauf (Straßen, Eisenbahnlinien) aufgenommen worden sein.

### Literatur

- Schäfer, H., Rase, W. D. Der Aufbau der elektronischen Datenverarbeitung in der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung. Öffentliche Verwaltung und Datenverarbeitung (OVD), Heft 8/1973
- Presentation beim kanadischen statistischen Amt (Statistics Canada) anlässlich des Symposium on Geographical Data Sensing and Processing, Ottawa, Juli/August 1972
- Boyle, A. R., Automation in Hydrographic Charting. The Canadian Surveyor, 24, 5, 1970, 519 – 537
- Ganser, K., Rase, W. D., Schäfer, H., EDV-Konzept für die Bundesforschungsanstalt (BfLR). Rundbrief, Institut für Landeskunde, 1972/2, 1–16
- Dodd, G. G. Elements of data management systems. Computing Surveys, 1, 2, 1969, 115–135
- Williams, R. A survey of data structures for Computer Graphics Systems, Computing Surveys 3, 1, 1971, 1–21
- Rase, W. D., Peucker, T. Erfahrungen mit einem Computer-Programm zur Herstellung thematischer Karten. Kartographische Nachrichten 21, 2, 1971, 50–57

- Calform Manual Version 1.0. Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis. Harvard University, Cambridge/Mass. 1972
- Dueker, K. J. A framework for encoding spatial data. Geographical Analysis, 4, 1972, 98–105
- Hansen, H. Anforderungen an die Logik und an die Organisation eines integrierten räumlichen Bezugssystems in der Landesplanung. Diskussionsbeitrag für die Sitzung am 23./24. Januar 1973 der Arbeitsgruppe EDV in der Landesplanung. DATUM, Bad Godesberg 1973
- Douglas, D. Vortrag im Workshop II, International Geographical Congress, Montreal, 1972
- Rase, W. D. Typisierung und Regionalisierung durch Cluster-Analyse. Schriftenreihe des Deutschen Rechenzentrums H. S-24, Datenverarbeitung in der Stadt- und Regionalplanung-1972
- Anderson, D. Three computer programs for contiguity measures. Technical Report No. 5, Spatial Diffusion Studies, Dept. of Geography, Northwestern University, 1965
- Fehl, G. Informationssysteme in der Stadt- und Regionalplanung. Berlin 1970
- Nordbeck, S. Location of areal data for computer processing. Lund Studies in Geography, Ser. C, No. 2
- Noltemeier, H. Datenstrukturen und höhere Programmtechniken. Berlin 1972
- Wedekind, H. Datenorganisation. Berlin 1970
- Merrill, R. D., Representation of contours and regions for efficient computer search. Comm. ACM, 16, 2, 1973, 69–82

Harry M. Sneed, HIS, Hannover

# Mensch – Maschine – Kommunikation in der Hochschulverwaltung

## Inhalt

- Das personelle Kommunikationssystem
  - Der Zweck der Verwaltungsrationalisierung
  - Funktionen des personellen Kommunikationssystems
    - Die Datenerhebungsfunktion
    - Die Datengewinnungsfunktion
    - Die Datenauswertungsfunktion
    - Die Informationsvermittlungsfunktion
  - Die Funktionsteilung
- Kommunikation mit dem ADV-System
- ADV-systemexterne Datengewinnung
  - Datenerhebung
  - Datenerfassung
  - Dateneingabe
- ADV-systeminterne Datengewinnung
- Informationsvermittlung
  - Informationsaufbereitung
  - Informationsdisplay
  - Informationsverteilung

## 1. Das personelle Kommunikationssystem

### 1.1 Der Zweck der Verwaltungsrationalisierung

In der Hochschulverwaltung findet man auch vor dem Einsatz der ADV ein Informationssystem. So werden z. B. in der Kasse Bücher über die Einnahmen und Ausgaben der Universität geführt und in der Personalabteilung und im Studentensekretariat Karteien und Akten über die Zugehörigen der Hochschule gepflegt. Diese Bücher und Karteien sind in der Regel in Abschnitte gruppiert, innerhalb deren sie alphabetisch oder nach Nummern geordnet sind. Für die Führung eines Abschnittes ist ein Sachbearbeiter der Verwaltung zuständig. Falls sich ein Datenmerkmal ändert, wird die betreffende Stammkarte oder das Blatt herausgesucht und die Änderung per Hand eingetragen. Bei einer Nachfrage muß der Sachbearbeiter die