

RÜDIGER MUSCHNER

Zum Problem der Typisierung mit Hilfe der EDV

Die Typisierung tritt in zahlreichen Fachgebieten, vor allem aber in der Raumordnung und Landesplanung seit langem als echtes Problem auf. Beispiele hierfür sind die Festlegung bzw. die Abgrenzung von Gemeindetypen, Landschaftstypen, Bodentypen, Klimatypen oder von Problemgebieten. Die Problematik der Methoden zur Typenfindung ist in der Literatur wiederholt behandelt worden. Hier sollen beispielhaft lediglich die Ausführungen von Witt, Arnberger und Schneppe angeführt werden, in denen teilweise sehr dringlich gefordert wird, sich in diesem Zusammenhang verstärkt der mathematisch-statistischen Verfahren zu bedienen.

Auf die Möglichkeiten des Einsatzes der EDV in diesem Forschungsbereich ist dagegen nur vereinzelt hingewiesen worden. Hier soll daher ein erster Versuch unternommen werden, die aufgezeigte Lücke zu schließen. Damit soll aber auch angedeutet werden, daß den folgenden, mehr theoretischen Ausführungen weitere, der Praxis nähere Aufsätze folgen werden.

Kurt Oest

Der Vorgang „Typisierung“ könnte etwa folgendermaßen erklärt werden: Ein oder mehrere Objekte sind durch Wertaussagen oder Descriptoren nach verschiedenen Gesichtspunkten (im folgenden Text „Merkmale“ genannt) zu beschreiben. Objekte mit gleicher oder ähnlicher Beschreibungsstruktur werden dann zu einem Typ zusammengefaßt.

Diese Definition soll durch ein einfaches Beispiel erläutert werden: Als einziges Merkmal werde die Einwohnerzahl von Gemeinden herangezogen. Die Zusammenfassung in Typen ist in diesem Fall bekannt: Gemeinde, Klein-, Mittel- und Großstädte. Bekannt ist aber auch, daß diese Einteilung in den Grenzbereichen einzelner Typen zu willkürlich ist, um tatsächlich noch sinnvoll sein zu können.

Aufgabe dieses Beitrages soll es nun sein, einige bestehende Methoden zu skizzieren, ihre Durchführungsbestimmungen im Sinne der EDV¹ darzulegen und dadurch zu einem Vorschlag zu kommen, der die Typisierung mit Hilfe

der EDV ermöglicht unter weitgehender Ausschaltung willkürlicher Abgrenzungen.

1. Typisierung nach einem Merkmal

Wenn sich eine Einteilung der möglichen Werte dieses Merkmales in Gruppen (Typen) nach sachlichen Gesichtspunkten anbietet, so ist kein Problem vorhanden. Aber auch in diesem leider nur selten vorkommenden Fall ist jede Abgrenzung der Typen gegeneinander willkürlich.

Schwieriger wird es, wenn sachliche Gesichtspunkte nur geringen Einfluß auf die Gruppenbildung haben. In diesem Fall wird in der einschlägigen Literatur im allgemeinen folgendes Verfahren vorgeschlagen:

Aufgrund einer rein statistischen Auswertung wird die Funktion „Anzahl der zu typisierenden Objekte in Abhängigkeit von den Werten oder Descriptoren des Merkmales“ ermittelt (z. B. Anzahl der Gemeinden in Abhängigkeit [als Funktion] von der Anzahl der Einwohner). Diese Funktion wird dann mathematisch interpretiert, entweder in der Art einer Verteilungskurve (Gauß) oder einer normalen Kurvendiskussion (Einschnitte bei Nullstellen, Wendepunkten oder gegebenenfalls Extremwerten). Diese Art der Einteilung ist zwar ebenfalls willkürlich, aber immer noch der Methode der möglichst runden Zahlen (z. B. bis 500, 501 bis 1000, 1001 bis 5000 usw.) vorzuziehen. Ein Beispiel ist in Abb. 1 dargestellt.

2. Typisierung nach mehreren Merkmalen

Diese Art der Typisierung war bislang die schwierigste; es wird nachzuweisen sein, daß hier in Zukunft bei Ausnutzung aller zur Verfügung stehenden Hilfsmittel (EDV-Anlagen und automatische Zeichengeräte) bessere Ergebnisse zu erwarten sind als bei Abschnitt 1.

Die Lösung des Problems klingt recht einfach: Es sind

¹ Elektronische Datenverarbeitung.

zunächst die einzelnen Merkmale zu typisieren und in einem zweiten Arbeitsgang die Merkmalkombinationen. Schwierig und willkürlich bleibt diese Vorgehensweise dann, wenn die beiden Arbeitsgänge als voneinander unabhängig betrachtet werden.

Es sollen drei Verfahren vorgeschlagen werden, die zu besseren Ergebnissen führen. Da diese Verfahren zwar in einigen Lösungselementen gleich sind, die Ergebnisse aber vollständig unabhängig voneinander ermittelt werden, kann das Endergebnis (die Typisierung) am besten aufgrund des Vergleiches der drei Einzelergebnisse gefunden werden. Denn nur dann, wenn alle drei Verfahren zu vollständig unterschiedlichen Typen führen, ist nach den derzeitigen Kenntnissen eine willkürliche Typeinteilung erforderlich. Dieser Fall dürfte jedoch bei richtiger Ausführung mindestens zweier der drei Verfahren nur selten auftreten.

Verfahren A:

Nach der im ersten Schritt durchgeführten Einteilung der einzelnen Merkmale (vgl. Abschnitt 1) muß untersucht werden, wie sich die Anzahl der zu typisierenden Objekte einer oder mehrerer zu einem Typ zusammengefaßter Merkmalkombinationen in Abhängigkeit von geringfügigen Änderungen in der Einteilung der einzelnen Merkmale verhält. Bei starken Schwankungen der Anzahl innerhalb eines Typs (hier in der vorläufigen Form: Zusammenfassung eines oder mehrerer benachbarter Wertkombinationen mit je einem Wert pro Merkmal = Merkmalkombination) kann die Aussage gemacht werden, daß die im ersten Schritt durchgeführte Typisierung eines Merkmals ungünstig (willkürlich) ist. Da derartige Untersuchungen für jedes Merkmal getrennt durchgeführt werden können, wobei vorhergehende Teilergebnisse immer wieder überprüft und korrigiert werden müssen, besteht hier eine Möglichkeit, die Einteilung der Einzelmerkmale abzusichern.

Dieses Vorgehen sieht wie ein Musterbeispiel einer Differentialgleichung in einem n -dimensionalen Raum (n = Anzahl der zur Typisierung herangezogenen Merkmale) aus. Leider kann von dieser Seite keine Hilfe erwartet werden, da die Funktionen aus Abschnitt 1 rein empirisch aufgrund endlich vieler Werte gefunden wurden und damit nicht unbedingt integrierbar sind, sie sich außerdem unstetig in Abhängigkeit von der Ursprungseinteilung ändern.

Im dritten Arbeitsgang sind nun benachbarte Wertkombinationen mit einem Wert je Merkmal in Abhängigkeit von der Anzahl der Objekte zu einem Typ zusammenzufassen. Diese Vorgehensweise verläuft genau analog der unter Abschnitt 1 beschriebenen.

Zusammenfassung des Verfahrens A:

- Einteilung jedes der zur Untersuchung herangezogenen Merkmale.
- Untersuchung von Merkmalkombinationen mit mehrfacher Durchrechnung zur Absicherung von a). Dieser Schritt wird erst durch den Einsatz (vorhandener) Simulationsprogramme mit Hilfe einer EDVA² möglich.

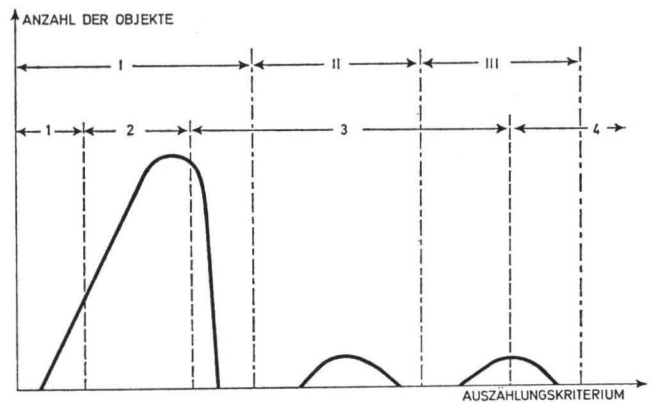


Abb. 1: Beispiel zur Typisierung nach einem Merkmal. Arabische Ziffern: Einteilung (Typisierung) nach „möglichst runden Zahlen“. Die Gruppe 3 beinhaltet Objekte verschiedener Zugehörigkeit zu Häufungsstellen und damit auch vermutlich verschiedenen Typs. Römische Ziffern: Einteilung auf Grund einer Kurvendiskussion; hier: Isolierung der Häufungsstellen

- Typisierung durch Zusammenfassung benachbarter Merkmalkombinationen, wie es unter Abschnitt 1 beschrieben wurde.

Die Qualität des Ergebnisses nach diesem Verfahren ist von der Konsequenz in der Durchführung des Schrittes b abhängig. Durch den dritten Schritt kommt auch hier wieder ein gewisses Maß an Willkür in die Typisierung. Diese Methode ist also lediglich als Vergleichsargument brauchbar, als solches aber recht wertvoll.

Verfahren B:

Das zweite Verfahren unterscheidet sich wesentlich vom ersten: Zunächst ist zu untersuchen, welche Merkmale voneinander abhängig sind. Nur die voneinander unabhängigen und die Merkmale mit der höheren Wertigkeit (Priorität) aus den einzelnen Abhängigkeitsgruppen (aber mindestens die Hälfte) werden typisiert. Dann ist die Vorgehensweise wie bei Vorschlag A, wobei als Kriterien der Typensicherung der Einzelmerkmale sowie der Merkmalkombinationen die in der bisherigen Entwicklung noch nicht berücksichtigten abhängigen Merkmale herangezogen werden. Dadurch ist in der Ergebnisfindung die völlige Unabhängigkeit der beiden Verfahren gesichert.

Eine Zusammenfassung würde hier also folgendermaßen aussehen:

- Ermittlung der unabhängigen und abhängigen, vorrangigen Merkmale.
- Einteilung der ausgesuchten Merkmale in Typen.
- Sicherung der Merkmalstypen. Im Gegensatz zum Verfahren A wird hier die Abhängigkeit der in b nicht berücksichtigten Merkmale beobachtet.
- Typisierung durch Zusammenfassung benachbarter Merkmalkombinationen.

Bei sorgfältiger Durchführung der einzelnen Schritte wird diese Methode zu durchaus aussagefähigen Ergebnissen führen. Hier wird aber der Wirtschaftlichkeit eine be-

² Elektronische Datenverarbeitungsanlage.

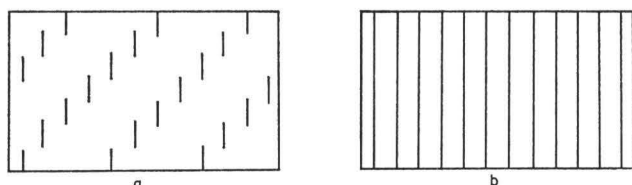


Abb. 2: Schöpfung eines Rechtecks unter Berücksichtigung eines Merkmals aus vielen. Auf Grund der Priorität und der Anzahl der Merkmale seien diesem Merkmal 12 Streifen zugeordnet, die bei dem als Beispiel genommenen Objekt zu 25% geschwärzt werden sollen. a = Darstellung des Objekts; b = Vergleichsfeld für dieses Merkmal

sondere Bedeutung zukommen, da die „Berücksichtigung der abhängigen Merkmale“ und deren Beobachtung äußerst lange Rechenzeiten auch auf EDV-Anlagen verursacht. Zur Zeit kann hierfür noch kein programmierbares Verfahren vorgeschlagen werden (im Gegensatz zu A). Der zu schließende Kompromiß muß lauten: Anwendung des Verfahrens B so gründlich wie möglich (nicht: wie nötig!) und Vergleich der Ergebnisse mit denen der anderen Verfahren.

Ob die sich anbietende Kombination der Verfahren A und B tatsächlich sinnvoll ist und zu gesicherten Ergebnissen führt, soll hier nicht untersucht werden.

Verfahren C:

Der dritte Lösungsvorschlag zum Problem der Typisierung enthält nur Elemente, die vollkommen unabhängig von denen der bisher beschriebenen Verfahren sind. Zudem hat er den Vorteil, voll programmierbar zu sein und neben Ergebnissen in Zahlen auch eine graphische Darstellung auf einem automatischen Zeichengerät zuzulassen. Er ist im Prinzip nur die Umsetzung der von Oest³ vorgeschlagenen Methode der optischen Addition auf die Belange der EDV.

Die Vorarbeiten beschränken sich hier auf eine Gewichtung der zur Typisierung heranzuziehenden Merkmale (z. B. nach einer Gewichtungsskala von 1 bis 10) und auf die Ermittlung einer Abbildung, die den zu typisierenden Objekten eine Fläche in einer zweidimensionalen Ebene zuordnet (nur für die graphische Ausgabe erforderlich). Der zweite Punkt der Vorarbeiten wird selbstverständlich dann überflüssig, wenn die Typisierungsobjekte geographische oder sonstige durch Koordinatenpaare eindeutig beschreibbare Begriffe sind.

Zur Vereinfachung sei zunächst angenommen, daß die ein Objekt beschreibende Fläche ein Rechteck sei. Dieses Rechteck wird nun in Streifen eingeteilt, deren Breite von der Strichstärke, mit der auf dem automatischen Zeichengerät gezeichnet werden soll, abhängig ist. Ein Beispiel: Die Breite des Rechteckes sei nach Berücksichtigung des Zeichenmaßstabes 3 cm in der graphischen Darstellung des Objektes, es werde grundsätzlich mit einer Strichstärke von 0,2 mm gezeichnet. Das Rechteck wird also in 150 (= 30 mm dividiert durch 0,2 mm) Streifen aufgeteilt. Diese

45 %	50 %	55 %	Z 1 60 %
40 %	45 %	50 %	55 %
35 %	40 %	45 %	50 %
Z 2 30 %	35 %	40 %	45 %

Abb. 3: Idealisches Beispiel zum Übergang der Schwärzung in kleinen Stufen von einem Zentrum (Z 1) zum anderen (Z 2). Zur Vereinfachung ist der Schwärzungsgrad nicht graphisch dargestellt, sondern in Prozentzahlen angegeben

Streifen werden nun der Wertigkeit proportional den einzelnen Merkmalen zugeordnet, wobei die Streifen für ein Merkmal möglichst gleichmäßig über das Rechteck verteilt werden. Die so einem Merkmal zugeordneten Streifen werden proportional der Erfüllung des Merkmals bei der Zeichnung ausgefüllt (geschwärzt). Auch hierzu ein Beispiel: Ein Merkmal sei die Einwohnerzahl von Gemeinden. Da hierbei nicht von einem Erfüllungsgrad des Merkmals gesprochen werden kann, muß ein relativer Erfüllungsbegriff eingeführt werden, z. B. die Bevölkerungsdichte. Dann wird gesetzt: Ein Maximalwert = 100%, tatsächlicher Wert = x%. Wenn der Maximalwert etwa 200 Einwohner pro km² ist, dann wird eine Gemeinde mit 50 Einwohnern pro km² dieses Merkmal nur zu 25% erfüllen, die Streifen des Merkmals Einwohnerzahl werden also zu 25% geschwärzt. Diese Schwärzung sollte möglichst gleichmäßig über die Streifen verteilt werden, etwa in Form einer Strichlierung.

Die Feldgrenzen sollten zur Vermeidung einer Verfälschung des Schwärzungsgrades in einer anderen Farbe gekennzeichnet werden. Dadurch kann auch die Einschränkung, die Flächen sollen nur Rechtecke sein, wieder fallen gelassen werden, d. h. die Flächen können eine beliebige Gestalt annehmen, also auch die der Gemeindegrenzen. Die „Strichlierung“ beliebiger Flächen ist ein rein mathematisches Problem, das lediglich die Maschinenzeit der vorbereitenden Rechnungen beeinflusst.

Nun sind folgende Auswertungen möglich:

- Für jedes Merkmal einzeln (Deckfolien),
- für beliebige Merkmalkombinationen und
- für alle Merkmale.

Auf jeden Fall sollte ein Feld mit 100%iger Erfüllung aller ausgewerteten Merkmale zu Vergleichszwecken gesondert gezeichnet werden. Abb. 2 gibt ein stark vereinfachtes Beispiel mit nur einem Objekt für die Auswertungsart a.

Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, daß keine Typisierung der Einzelmerkmale erforderlich ist. Die Gesamt-

³ In: Denks, K.: Mit der Flurbereinigung zur 6-Tage-Woche in der Landwirtschaft.

typisierung kann sich also auf eine Stufenbildung des Schwärzungsgrades beschränken, wobei ein zusätzlicher Vorteil dadurch gegeben ist, daß der Schwärzungsgrad auch errechnet werden kann, so daß die abschließende Bearbeitung auch an Hand absoluten Zahlenmaterials möglich ist.

Ein „Aber“ muß leider erwähnt werden: Es ist zu berücksichtigen, daß der gleiche Schwärzungsgrad durch unterschiedliche Merkmalkombinationen mit unterschiedlicher Erfüllung der Einzelmerkmale erreicht werden kann. Dieses Problem sowie die Überprüfung der Gewichtung der Einzelmerkmale kann sehr gut durch die graphische Darstellung gelöst werden:

Einige Extremtypen sind aus dem Sachgebiet her immer bekannt (z. B. Industriegemeinde, reine Agrar- und Fremdenverkehrsgemeinde). Zwischen diesen bekannten Extremen muß im Normalfall ein Übergangsbereich, in dem sich die Schwärzung in nur kleinen Stufen ändert, erkennbar sein. Aus der Lage des Feldes zwischen benachbarten Extremen kann die Richtigkeit der Gewichtung der Einzelmerkmale bestätigt werden. Bei gleichem Schwärzungsgrad mehrerer Felder kann aus der Art der benachbarten Ex-

tremtypen auf den (Mischungs-)Typ der vorliegenden Merkmalkombination rückgeschlossen werden (vgl. vereinfachtes Beispiel in Abb. 3). Eine weitere Hilfe für diesen Fall wird die Untersuchung nach nur wenigen Merkmalkombinationen sein, wie sie unter b der Auswertungsmöglichkeiten angegeben wurde.

Als Zusammenfassung seien die erforderlichen Schritte noch einmal aufgeführt:

- a) Gewichtung der Merkmale an Hand einer Gewichtungsskala.
- b) Abbildung der zu typisierenden Objekte auf Flächen einschließlich einer Vorschrift, absolute Zahlen in den „Erfüllungsgrad eines Merkmales“ umzurechnen.
- c) Automatische Auswertung sowohl graphisch als auch mathematisch.

Das dritte der vorgeschlagenen Verfahren scheint das mit den größten Erfolgsaussichten zu sein. Leider kann über den wünschenswerten Vergleich der drei Vorschläge noch nichts ausgesagt werden, da die praktische Erfahrung auf diesem interessanten Gebiet der EDV-Anwendung noch sehr gering ist.