

2. Begriffsbestimmung und Stand der Forschung über GIS-gestützte geometrisch-begriffliche Generalisierung

Weltbilder entstehen im Kopf (DESCARTES 2001 [1637], *Rationalismus*).

2.1 Begriffsbestimmung

Karten, als verkleinerte Darstellungen von Ausschnitten der Erdoberfläche, sind Modelle dieser Ausschnitte. Karten sind synoptische Darstellungen; d. h. auf ihnen lassen sich räumliche Zusammenhänge erkennen. Sie sind, aufgrund dieser Möglichkeit, eine wesentliche Arbeitsgrundlage im jeweiligen Fachgebiet für das sie konzipiert und hergestellt sind und werden darüber hinaus für Fragestellungen in angrenzenden Fachgebieten genutzt.

Originalkarten (original: direkte Ableitung in eine Karte) entstehen durch einen Prozess, der auf der Fähigkeit des menschlichen Denkens zur Abstraktion und Induktion beruht. Abstraktion (Abziehung, Absonderung) ist die Heraushebung eines Erkenntnisinhalts durch die *willkürliche*, **aktive** Aufmerksamkeit, das *willkürliche*, **absichtliche**, **zweckbewusste** Festhalten bestimmter Vorstellungsmerkmale unter gleichzeitiger Vernachlässigung, Zurückdrängung, Hemmung; anderer Merkmale (EISLER 2001 [1912]). Induktion heißt die Methode der Gewinnung allgemeiner Sätze durch Schluss vom Besonderen auf das Generelle (EISLER 2001 [1912]). Der Abstraktion kommt im Prozess der Originalkartentstehung der höhere Stellenwert zu. Induktion beruht immer nur auf einer begrenzten Anzahl von Fällen. Das Ergebnis der Induktion kann somit durch Fehler behaftet sein. Durch Abstraktion, eingegrenzt auf den Entwicklungsstand und die Methoden in einem Fachgebiet, entstehen Originalkarten, die Ausschnitte der Erdoberfläche, mit einem Maßstabsfaktor 10000 und größer, verkleinert darstellen.

Das Wesen der Generalisierung ist die Auswahl des Wichtigsten, Wesentlichen und dessen zielgerichtete Verallgemeinerung (ARNBERGER 1987). In diesem Prozess werden Karten aus größer maßstäblichen Vorlagen (Originalkarten, bereits generalisierte Karten) erarbeitet. Generalisierung beruht auf der Fähigkeit zur Induktion. Durch Generalisierung entstehen Karten, die Vorlagen, mit einem Maßstabsfaktor 2 (Maßstabsfolge) oder geringfügig größer, verkleinert darstellen.

Durch die Entwicklung der Geo-Informationssysteme werden Karten digital gehalten. Mittels Computergrafik werden die Ausschnitte der Erdoberfläche generiert und dargestellt. *"Ein Geo-Informationssystem dient der Erfassung, Speicherung, Analyse und Darstellung aller Daten, die einen Teil der Erdoberfläche und die darauf befindlichen ... Einrichtungen sowie geowissenschaftliche, ökonomische und ökologische Gegebenheiten beschreiben"* (BARTELME 1995: 12).

Durch die digitale Haltung der Karten, wird auch der Prozess geometrisch-begrifflicher Generalisierung Bestandteil in Geo-Informationssystemen. Die geometrisch-begriffliche Generalisierung (HAKE & GRÜNREICH 1994) beinhaltet elementare Vorgänge, die in geometrischem, semantischem und temporalem Bezug stehen (Tab. 6). Die Strukturen (räumliche Datenorganisation und Geodatenbanken) ei-

nes Geo-Informationssysteme bieten hierfür das Arbeitsumfeld an. Die elementaren Vorgänge der geometrisch-begrifflichen Generalisierung können, entsprechend den Anforderungen des jeweiligen Fachgebiets, implementiert werden.

Die geometrisch-begriffliche Generalisierung von Bodenkarten ist in vier Teilschritte zerlegt und wird auch als Aggregation benannt. Die Teilschritte sind:

- 1) die inhaltliche Aggregation,
- 2) die Flächenaggregation,
- 3) die inhaltliche Generalisierung,
- 4) und die geometrische Generalisierung.

Die inhaltliche Aggregation ist ein fachlicher Prozess, in dem die Inhalte über ihren semantischen Bezug - durch Systematik - generalisiert werden.

Die Flächenaggregation ist ein fachlicher Prozess, in dem die Inhalte über ihren geometrischen und semantischen Bezug - durch Nachbarschaft und Systematik - generalisiert werden.

Die inhaltliche Generalisierung ist ein fachlicher Prozess, in dem die Inhalte über ihren semantischen Bezug - durch Taxonomie - generalisiert werden.

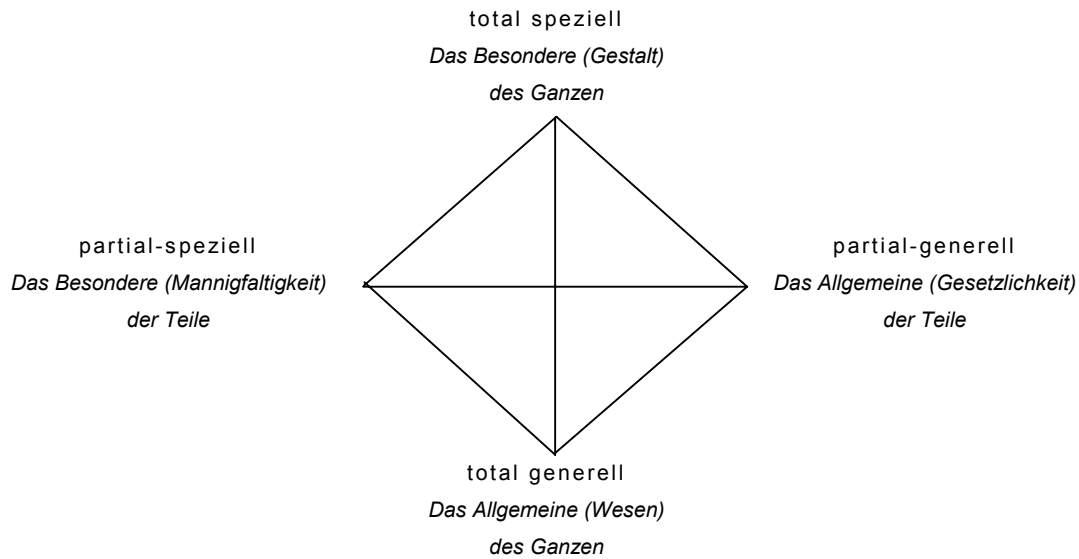
Die geometrische Generalisierung ist ein fachlich-kartografischer Prozess, in dem die Darstellung über ihren geometrischen Bezug - durch Vereinfachen und Verdrängen - generalisiert wird.

2.2 *Stand der Forschung*

Die geometrisch-begriffliche Generalisierung thematischer Karten hat seit der Entwicklung von Geo-Informationssystemen (GIS) in den frühen 80er Jahren eine Verlagerung des rein kognitiven Ansatzes zu einem gemischten Ansatz erfahren. Algorithmen, die tauglich sind, bestimmte untergeordnete Aufgaben zu lösen, ergänzen den fachlich geführten Generalisierungsprozess. In dem zweibändigen Werk "GIS and Generalization" (MULLER et al. 1995) werden vorrangig Algorithmen behandelt, die in der geometrischen Generalisierung zum Tragen kommen. Sie werden im Kapitel 6 dieser Arbeit aufgeführt. In kommerziellen GIS wie ArcInfo sind sie mittlerweile fester Bestandteil.

Wesentlicher für den Prozess geometrisch-begrifflicher Generalisierung ist jedoch das Management der Inhaltsdaten, die mit den topologischen Objekten assoziiert sind. Das semantische Datenmanagement wird in den Fachgebieten durch die spezifischen Regelwerke geleistet. In der Bodenkunde sind die Regeln durch die bodengeografische Dimension, die Bodensystematik und dem Flächendatenbankkonzept gelegt und werden als Aggregation benannt.

Eine allgemeingültige Hülle für die geometrisch-begriffliche Generalisierung existiert in Form des objektorientierten Ansatzes. Grundlage für diesen Ansatz ist das Entity-Relation Modell, wie es auch in der synergetischen Landschaftsbetrachtung angewandt wird. Die wissenschaftstheoretischen Grundlagen sind durch folgendes Modell (SCHMITHÜSEN 1976) gelegt:



Dabei gilt zur Ableitung brauchbarer Einheiten, dass nicht zuerst die kleinste Einheit betrachtet wird, sondern zuerst größere Komplexe zusammengehöriger Phänomene aufgefasst werden. Eine Entität ist ein eindeutig identifizierbares mit Eigenschaften ausgestattetes Ganzes, das sich klar von anderen Entitäten unterscheidet. Entitäten lassen sich zu Klassen zusammenfassen (BARTELME 1995).

Das Entity-Relation Modell lässt sich in relationalen Datenbanken abbilden. Die Entitäten sind abstrahiert und werden als Objekte gehalten. Objekte sind Objektklassen zugeordnet. Die so entstandenen Baumstrukturen werden genutzt um Methoden zu vererben. Der objektorientierte Ansatz ist bereits seit Jahren in den neueren Programmiersprachen - C++, Java ... - umgesetzt und wird derzeit für topografische Kartenwerke als Generalisierungstechnik behandelt (HARDY 1999).

Bei allen Bemühungen, den Generalisierungsprozess durch implementierte Algorithmen zu unterstützen, steht auch als zentrales Ziel, diesen zu automatisieren. Der Begriff Automatisierung ist mit dem Fertigungsprozess in der Industrie assoziiert. Ihm inne wohnend ist die vollständige Beherrschung des Produktes durch den Menschen. In der Generalisierung thematischer Karten ist man trotz objektorientiertem Ansatz, der leistungsfähiger als der Aufbau von Generalisierungsregeln in Wissensbasen (Expertensysteme) ist, von einer automatischen Fertigung des Produktes 'Karte im kleineren Maßstab' weit entfernt. Der Einsatz von Expertensystemen ist begrenzt, denn selbst für kleine Generalisierungsaufgaben wächst die Zahl der Regeln zur Lösung des Problems exponentiell. Der objektorientierte Ansatz durchbricht zwar die starre Regelanwendung durch die Vererbung der Methoden, kann jedoch bei auftretenden Konfliktsituationen nicht unterstützen. Ein Beispiel für diesen Ansatz ist LAMPS2, ein GIS-Produkt der britischen Laser-Scan Ltd., welches bereits objektorientierte Generalisierungswerkzeuge anbietet (Laser-Scan 1999).

Um dem Dilemma konkurrierender Regelanwendung im Generalisierungsprozess zu begegnen, wird der Einsatz von Software-Agenten in der Generalisierung vorbereitet. Dieser Ansatz entstammt der KI-Forschung. Man versteht darunter Programme die selbständig und intelligent handeln können (MAES

1995). Die Programme sind mit den Informationen über die zu bewältigende Aufgabe ausgestattet und erschließen eigenständig, was zur gegebenen Situation am besten zu tun ist. Derzeit existieren noch keine kommerziellen Produkte die dem Namen 'Software-Agent' gerecht werden. Der Einsatz dieses Konzeptes in der Generalisierung wird in einem Forschungsverbund mehrerer Universitätsinstitute und Laser-Scan Ltd. untersucht (LAMY et al. 1999). Der objektorientierte Ansatz soll hierbei die Struktur stellen, in der die Agenten, unterschieden durch ihren Handlungsspielraum in Mikro- und Mesoagenten, agieren. Eine wesentliche Aufgabe der Agenten wird dabei auch im Entdecken von Regelmäßigkeit in den Handlungen des Bearbeiters liegen, die automatisiert werden sollen.

Da nicht abzusehen ist, ob diese Ansätze zum Erfolg führen, wird in der vorliegenden Arbeit ein Konzept entwickelt, um den Prozess der geometrisch-begrifflichen Generalisierung von Bodenkarten in seinen wesentlichen Teilschritten zu algorithmisieren und so Entscheidungshilfen für den Bearbeiter zu liefern. Damit wird den beiden Aspekten Rechnung getragen: Eine vollautomatische Lösung ist derzeit nicht in Sicht und andererseits macht die digitale Kartenherstellung objektivierbare Lösungsansätze notwendig. HAKE & GRÜNREICH (1994) benennen zwei Arbeitsweisen die im Prozess geometrisch-begrifflicher Generalisierung typisch sind:

- Intuitives Vorgehen im Anhalt an Erfahrung und Können des Bearbeiters
- Nutzung verbindlicher Regeln in Form von Gestaltungsvorschriften

Dem bodenkundlichen Bearbeiter werden in dieser hier vorliegenden Arbeit Methoden und daraus ableitbare Kriterien zur weiteren Vereinheitlichung der geometrisch-begrifflichen Generalisierung von Bodenkarten vorgeschlagen.