



Systemunterstützte kartographische Generalisierung flächenhafter Objekte

Mirjanka Lechthaler ¹, Sabine Kasyk ²

¹ *Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik, Technische Universität Wien, Karlsgasse 11, A-1040 Wien*

² *Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik, Technische Universität Wien, Karlsgasse 11, A-1040 Wien*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **86** (4), S. 209–216

1998

BibT_EX:

```
@ARTICLE{Lechthaler_VGI_199830,  
Title = {Systemunterst{\u}tzte kartographische Generalisierung fl{\a}  
        chenhafter Objekte},  
Author = {Lechthaler, Mirjanka and Kasyk, Sabine},  
Journal = {VGI -- {\0}sterreichische Zeitschrift f{\u}r Vermessung und  
        Geoinformation},  
Pages = {209--216},  
Number = {4},  
Year = {1998},  
Volume = {86}  
}
```





Systemunterstützte kartographische Generalisierung flächenhafter Objekte

Mirjanka Lechthaler und Sabine Kasyk, Wien

Zusammenfassung

Bei der Anwendung kartographischer Modellbildungsansätze entstehen kartographische Georaummodelle. Sie sind verkleinerte, abstrakte, grundrißliche und graphische Modelle, welche in einem Kartenraum mittels Kartographie zeitdefinierte geometrisch-topologische und semantisch-substantielle Relationen des Georaumes visualisieren. Es besteht die Notwendigkeit den kartographischen Modellbildungsprozeß zu automatisieren, nämlich einzelne Schritte der kartographischen Generalisierung und Visualisierung als ein prozedurales und regelbasiertes Werkzeug in Kartographische Informationssysteme zu implementieren. Dieser Prozeß, eine der größten Herausforderungen im Bereich der Kartographie, ist derzeit nur partiell formalisierbar und die erwünschte volle Automatisierung dadurch nicht möglich.

Im Beitrag werden Resultate einer systemunterstützten kartographischen Generalisierung am Beispiel einer Überführung der Kartenobjekte aus dem Kartenraum 1:50.000 in einen Kartenraum 1:200.000 dargestellt. Die Prozeßsteuerung muß durch Interaktionen des Kartographen geleitet werden.

Abstract

Applicating cartographic approaches by modelling processes, we get cartographic geo-space models. These are reduced, abstract, ground planed and graphical models, which visualize by means of map graphic time defined geometric-topological and semantic-substantial relations, translating it from geo-space to map space. There is a need to automate the cartographic modelling process, namely to implement the single steps of cartographic generalization and geo-data visualization as procedural and rule-based tool of Cartographic Information Systems. This, the most extensive challenge in cartographical domain, presently is only partially formalized and the so desirable fully automation not possible.

The article deals with results of system supported cartographic generalization showed by example of translating the cartographic objects from map-space 1:50.000 to the next map-space 1:200.000. The process control like interactions has to be in the cartographers hands.

1. Einleitung

Komplexe Formen der Erdoberfläche, ihre Gestaltung, Gliederung und Struktur, ihre realen und abstrakten Sachverhalte sowie Veränderungen, entstanden durch natürliche Phänomene oder physisch-mentale Aktivitäten der Menschen, gehören zu dem Georaum. Um ortsgebundene Erkenntnisse über den Georaum zu gewinnen und sie weiter zu vermitteln, müssen seine Abbilder bzw. Georaummodelle erstellt werden. Diese sollen zeitdefinierte Geoinformationen raumbezogen wiedergeben können. Die Wiedergabe findet in einem Abbildungs- bzw. Präsentationsraum statt.

Wendet man bei der Modellbildung des Georaumes die Modellansätze der kartographischen Generalisierung und Visualisierung an, so entstehen kartographische Georaummodelle. Diese sind verkleinerte, grundrißliche und abstrakte Modelle, in denen geometrisch-topologische und semantisch-substantielle Relationen aus dem Georaum „re-konstruiert“ sind. Die „Re-

Konstruktion“ findet in einem mehrdimensionalen Kartenraum (Abb. 1) statt. Seine maßstabsgebundene Größe stellt einerseits Anforderungen an die Kartenraumgeometrie und andererseits an die wahrnehmungspsychologisch bedingte Gestaltung der abstrakten Kartengraphik.

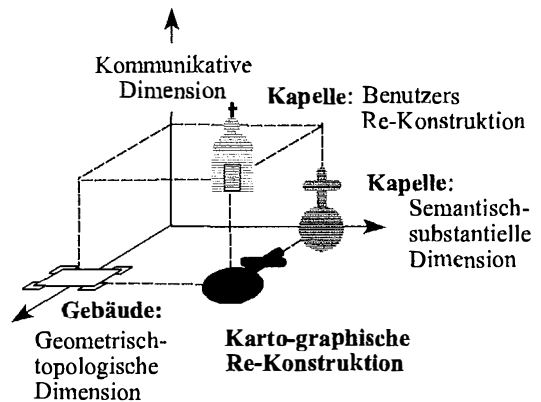


Abb. 1: Kartenraumdimensionen

Neue Technologieansätze der letzten Jahre im Bereich der Erfassung, Analyse, Bewertung, Verwaltung und Visualisierung der Geoinformationen haben auch in der Kartographie einen gewaltigen Umbruch hervorgerufen. Es zeigt sich die Notwendigkeit, den kartographischen Modellbildungsprozeß zu automatisieren, wobei kartographische Generalisierung ein prozedurales und regelbasiertes Werkzeug des Kartographischen Informationssystems (KIS) sein sollte.

Empirische und theoretische Methoden und Regeln der kartographischen Generalisierung zu formalisieren und somit zu automatisieren, bedeutet heutzutage eine der größten intellektuellen und dadurch auch technisch bedingten Herausforderungen im Bereich der KIS. Die intuitive Modellbildung immer kleiner werdender Kartenräume verlangt bestimmtes Wissen und gewisse Erfahrung. Simultane und dynamisch-iterative Bearbeitung aller Kartenobjekte, um geometrisch-topologische und graphische Konflikte zu vermeiden und dabei keine semantisch-substantiellen Fehler einzubauen, ist derzeit nur partiell formalisierbar und dadurch nicht vollautomatisch durchführbar [1], [8], [15], [18], [22], [23]. Im vorliegenden Beitrag werden Resultate einer systemunterstützten Modellbildung des Kartenraumes mit dem teil-regelbasierten Werkzeug Map Generalizer[®] des prozeduralen und interaktiven Generalisierungssystems INTERGRAPH dargestellt. Es handelt sich im Experiment um kartographische Generalisierung und mögliche Prozeßsteuerung bei der Bearbeitung flächenhafter Kartenobjekte mit einem Maßstabssprung von 1:50.000 zu 1:200.000 [7]. Die kartographische Generalisierung linienhafter Objekte aus demselben Georäumsschnitt ist in [10] dargestellt.

2. Status und Trend bei der digitalen kartographischen Generalisierung

In den kartographischen und nicht-kartographischen Institutionen sind die Bemühungen und Forschungsarbeiten im Bereich der regelbasierten und automatischen/teil-automatischen kartographischen Generalisierung und Visualisierung wohl bekannt. Auch die besten Marktprodukte mit neuen Softwareentwicklungen, die den Modellbildungs- und Nutzungsprozeß des Kartenraumes unterstützen, verlangen interaktive Eingriffe von seiten des Benutzers. Daß diese Prozesse nicht ganz automatisch verlaufen können, hängt wohl von ihrer Komplexität und besonders von den spezifischen Eigenschaften des Kartenraumes und der Karteninformation [9] ab.

Heissler und Hake [4] führen in der vierten Auflage ihres Werkes sieben Grundoperationen der kartographischen Generalisierung an: Vereinfachen, Vergrößern, Verdrängen – als rein geometrische Generalisierung; Zusammenfassen, Auswählen – als geometrisch-quantitative Generalisierung und Typisieren bzw. Umwandeln in Signatur und Betonen – als qualitative Generalisierung. Diese, voneinander abhängigen Grundoperationen und ihre Bedingungen sollten Bausteine eines regelbasierten Systems sein, das auf einer intuitiven Arbeitsweise im Zusammenhang mit Erfahrung, Wissen und Fähigkeiten des Bearbeiters-Benutzers und auf einer Folge festgelegter Regeln beruht. Die Ziele heutiger Forschung spiegeln sich in der Suche nach diesem Regelwerk wider, in dem durch implementiertes und formalisiertes Wissen eine systemunterstützte Konstruktion der geometrisch-topologischen und semantisch-substantiellen Ebene des Kartenraumes (Abb. 1) möglich wäre. Im weiteren werden exemplarisch nur einige Lösungen genannt. Konturenvereinfachung einzelner Objekte ist die meist angewandte Operation der kartographischen Generalisierung, weil mehr als 80% des Kartenrauminhaltes aus linearen Gefügen bestehen [20]. Die Vereinfachungs- und Glättungsalgorithmen dafür sind in vielen Forschungsarbeiten dargestellt [13], [3] und in Softwareprodukten eingesetzt. Hentschel [5] schlägt die Algorithmen für die Höhenliniengeneralisierung, Lichtner [11] für die Verdrängung, Meyer [14] für die Gebäudegeneralisierung vor. Glättung, Verdrängung und Zusammenfassen stellen Schmidt [19] und Powitz [17] in ihren Softwarelösungen dar. Müller and Wang [16] geben Algorithmen für Flächenvereinfachung und Weibel [21] für Oberflächenvereinfachung an. Mackaness und Beard [12] wenden die Graphentheorie an, um ein Liniennetz (Straßen und Gewässernetz) zu generalisieren und die topologischen Beziehungen zu bewahren. Jones und Bundy [6] verbinden die Objektknotenpunkte in einer Dreiecksstruktur. Diese Datenstruktur setzen sie bei der Modellbildung, bei Entdeckung der Konfliktsituationen (Auslassen, Vergrößern, Zusammenfassen, Verdrängen von schmalen Polygonen) wie auch bei der Prozeßkontrolle ein. Zahn und Buttenfeld [24] nehmen die Quad-code-Verzweigung für die Linienvereinfachung. Ein Prozeß in der automatischen Generalisierung ist durch weitere Forschungsarbeiten im Bereich der Formalisierung des kartographischen Wissens zu sehen, wo neue Operationen und Algorithmen in den Modellbildungsprozeß und seine Steuerung einzubinden sind.

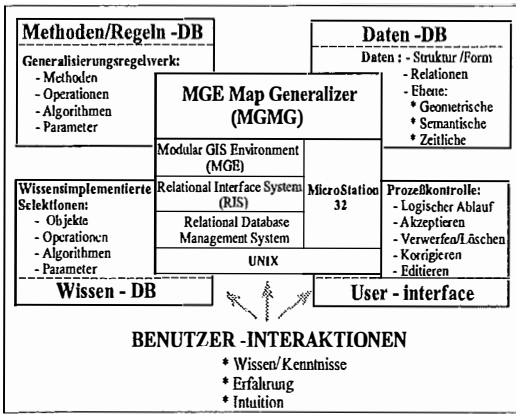


Abb. 2: Prozedurales und interaktives Generalisierungssystem.

Zur Zeit sind die praktischen Implementierungen der einzelnen Operationen für rein geometrische, geometrisch-quantitative und qualitative Generalisierung nur teil-regelbasierte Werkzeuge interaktiver KISE, bei welchen softwaremäßig die entscheidende Prozeßkontrolle dem Benutzer überlassen wird. Hervorzuhebendes Beispiel ist das prozedurale Modul Map Generalizer® (Abb. 2), mit welchem folgende Generalisierung, wie auch Generalisierung linearer Kartenobjekte [10], durchgeführt wurde.

3. Generalisierung der Waldflächen im Maßstabssprung von 1:50.000 zu 1:200.000

Für die Untersuchung stand ein A4 großer Ausschnitt der ÖK 50, Blatt 182. Spittal/a. d.

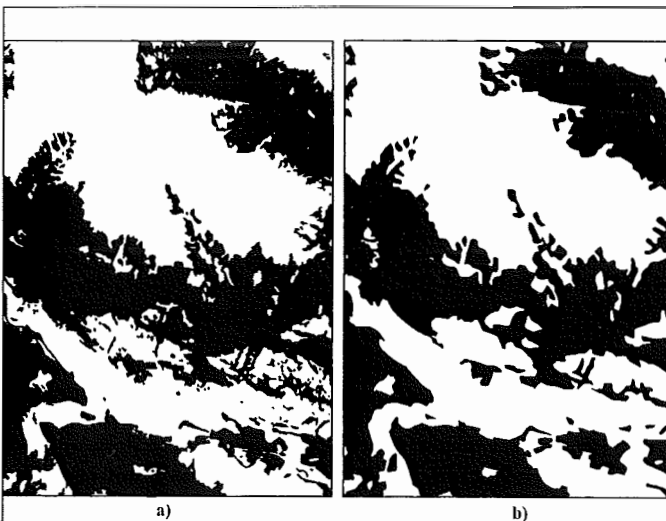


Abb. 3: Ausschnitt aus dem Waldflächendia; a) ÖK 50 verkleinert auf 1:200.000, b) ÖK 200.

Drau (Abb. 3) in Rasterform zur Verfügung. Die Scannndaten wurden mit dem regelgesteuerten Modul IVEC MS automatisch vektorisiert [2] und insofern bereinigt [7], daß die Linienunterbrechungen auf dem Walddia wie Schneisen, Straßen, Gewässer und Kampfwald geschlossen wurden. Für die Generalisierung der Waldflächen mußte die erstellte Vektorgeometrie noch mit Centroiden (Centroid Placer) ergänzt werden [7], damit das System diese Linienzüge als Flächenkontur erkennen konnte. Für die Entscheidungen über anzuwendende Interaktionen, Beurteilung der Resultate und Vorschläge für bessere Lösungen wurde derselbe, früher manuell und konventionell angefertigte Ausschnitt aus dem Österreichischen topographischen Kartenwerk im Maßstab 1:200.000 (ÖK 200 Nr. 47/13) herangezogen (Abb. 3).

3.1. Funktionsweise einzelner Operationen für Flächengeneralisierung

An Hand synthetischer Beispiele werden Elimination, Simplification (Area Clarification, Area Preservation) und Area Aggregation dargestellt, jene Operationen, die nur für die Flächengeneralisierung von Bedeutung sind [7]. Allen Operationen ist gemeinsam, daß die durchgeführten Änderungen an den Objekten nur die geometrisch-topologische Dimension des Kartenraumes betreffen. Die semantisch-substantielle Dimension bleibt dabei unberührt, im schlimmsten Fall kann sie auch verfälscht werden.

In der Abbildung 4 (4a und 4b) ist die Gegenüberstellung der Flächengeneralisierung unter Anwendung angeführter Operationen dargestellt. Die Reihenfolge der Operationen Elimination und Aggregation hat, unter Beibehaltung der Parameterwerte, große Auswirkung auf die Resultate der Modellbildung (Abb. 4a). Es ist nicht einfach, geeignete, allgemeingültige Parameter für ein größeres Gebiet zu finden. Dies zeigt sich besonders bei großen, geschlossenen Waldflächen mit schmalen Einschnitten, die erhalten bleiben sollten, oder bei nahe liegenden kleinen Flächen, die zusammengefaßt bzw. anderswo eliminiert sein sollten. Empfehlenswert ist, die Prioritäten nicht für den ganzen Kartenraumausschnitt zu setzen, sondern, abhängig von der Bodenbedeckungsstruktur, iterative und schrittweise zu ändern.

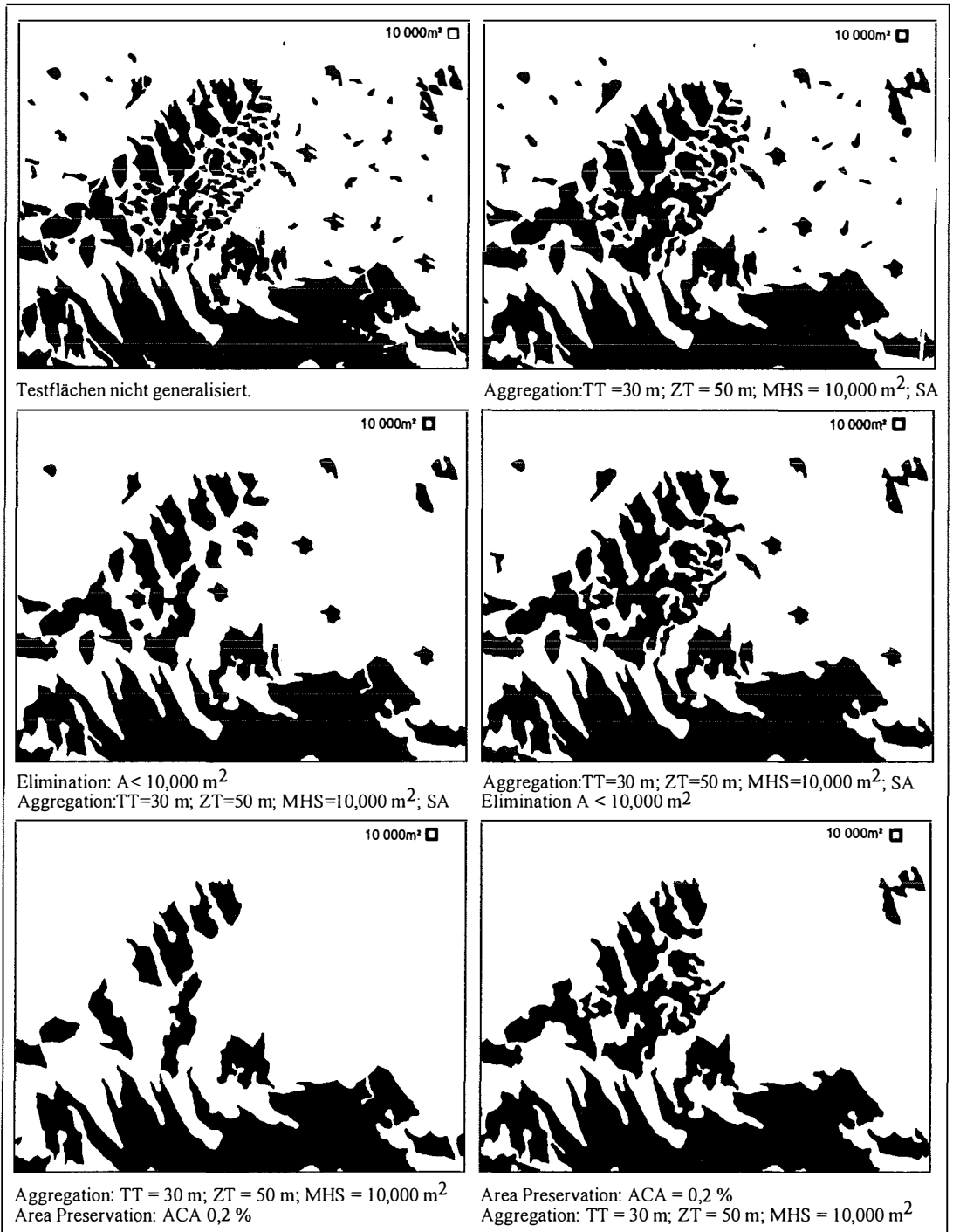


Abb. 4a: Flächengeneralisierung durch Zusammenfassen und Auslassen (in verschiedener Reihenfolge).

Dasselbe gilt für den Einsatz der Operationen Aggregation und Simplifikation (Area Preservation) (Abb. 4a).

Bei der Operation Area Aggregation besteht die Möglichkeit, mit dem Hole Retension Parameter zusammengefaßte Flächen zu lockern.

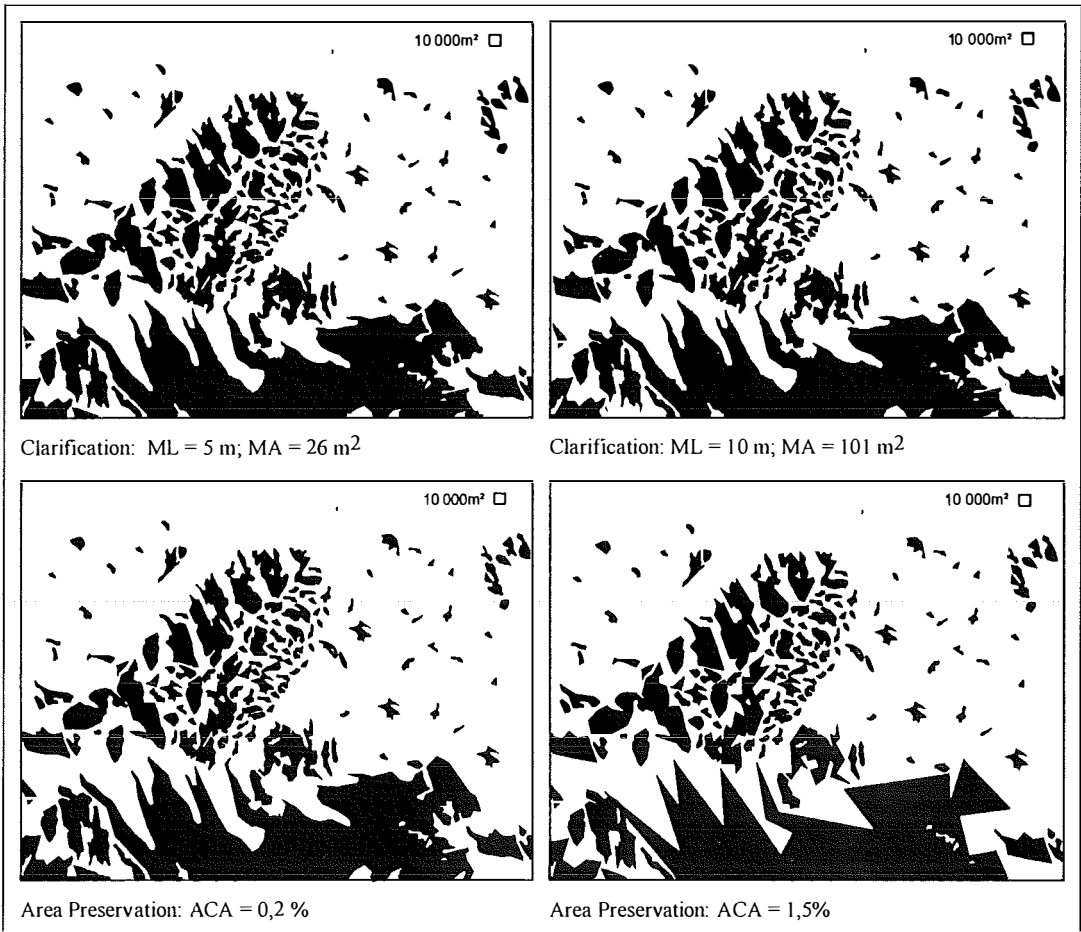


Abb. 4b: Flächengeneralisierung durch Vereinfachen.

Weiters besteht die Möglichkeit, mit dem Self Aggregation Parameter gleichzeitig die Linie zu glätten, allerdings ohne direkten Einfluß durch den Parameterwert auf die Glättung selbst.

Die Flächenvereinfachungsalgorithmen haben sich für kompliziertere Flächen als nicht geeignet gezeigt. Area Clarification erzeugt schon bei kleinen Parameterwerten sich kreuzende Linien, welche abhängig von der Linien- bzw. Flächenfarbe sichtbar werden. Beim Einsatz von Area Preservation werden große Flächen zu stark vereinfacht (Abb. 4b).

3.2. Generalisierung der Waldflächen

Nachdem einzelne Operationen und Parameter des Generalisierungssystems auf ihre Funktionsweise bei der Flächengeneralisierung überprüft wurden, hat man diese für die Generalisierung der Waldflächen am Walddiaausschnitt

des Blattes Nr. 182 der ÖK 50 eingesetzt (Abb. 3). In der Abbildung 5 sind die Resultate dieser Modellbildung dargestellt.

Wie schon das synthetische Beispiel der Flächengeneralisierung gezeigt hat (Abb. 4), wird das Endprodukt stark von den angewandten Algorithmen wie auch von ihrer Reihenfolge beeinflusst. Es ist unbedingt notwendig, den Parameter Hole Retention (MHS) einzugeben, um die Waldlichtungen zu behalten. Mit der Anwendung der Parameter in Self Aggregation (SA) erhält man entsprechende Zusammenfassungen. Falls die Umrißlinie zu unruhig bleibt, kann man zusätzlich noch einen Glättungsalgorithmus anwenden (Abb. 5d). Diese Modellbildung wäre, im Vergleich zu den manuell generalisierten Flächen (Abb. 3), die beste Lösung.

Abschließend ist vielleicht noch der reine Zeitaufwand interessant. Hier zählen nicht die Vorbereitungen der Geometrie und die Suche nach

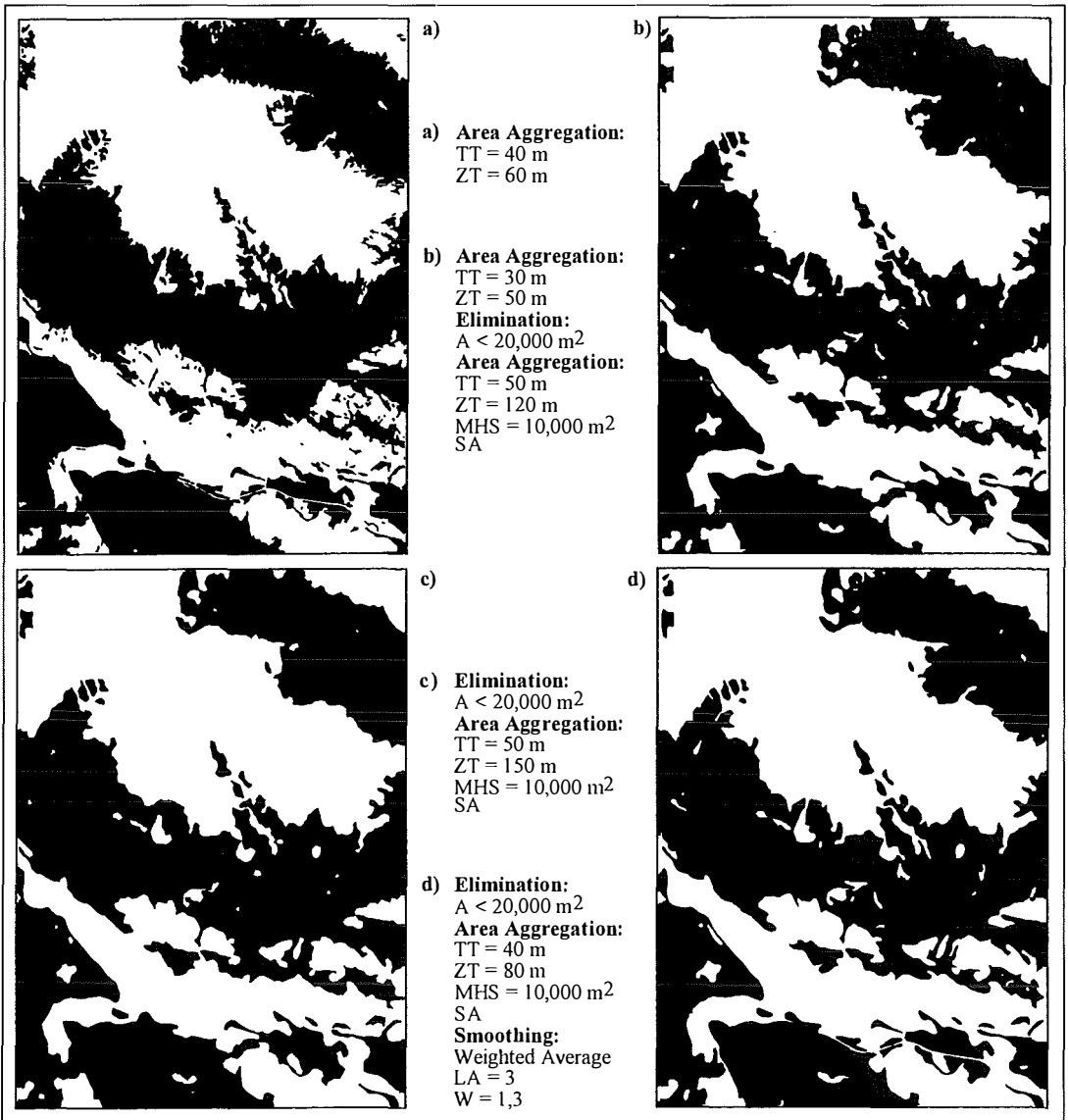


Abb. 5: Generalisierung der Waldflächen 1:200.000 (aus 1:50.000).

dem geeignetsten Parameter. In dem angegebenen Kartenraum dauerte die Bearbeitung der Waldflächen mit der Operation Area Aggregation 9–16 Minuten [7].

4. Schlußbemerkungen

Gewässer-, Gelände- und Flächengeneralisierung der Bodenbedeckung sind übergreifende, intellektuelle und sehr komplexe Tätigkeiten im kartographischen Modellbildungsprozeß. Die Generalisierung der Waldflächen, egal wie kom-

pliziert diese sind und in welchen komplexen Beziehungen sie mit anderen Objekten des Kartenraumes verbunden sind, konnte der Kartograph bei manueller Modellbildung am leichtesten bearbeiten. Er hat zuerst vom Maßstab abhängige Festlegungen über Minimaldimensionen für die kleinste noch darstellbare Fläche, für die Linienabstände sowie die Toleranzwerte für die Linienvereinfachung getroffen. Danach hat er mit Hilfe anderer schon generalisierter Kartenobjekte überblicken können, welche Waldteile zu eliminieren und welche zusammenzufassen sind. Das subjektive mentale Modell des Karto-

graphen, konventionell in den Kartenraum umgesetzt, war vielleicht nicht das beste, aber eines der bestmöglichen. Der Kartograph hat immer mit seiner Modellbildung, die räumlichen Relationen bewahrend, die typische Form und Struktur des Georaumes in den Kartenraum maßstabsabhängig übergeleitet.

Die Untersuchung hat gezeigt, daß Map Generalizer® die manuelle Generalisierung nicht nachmachen kann, daß es aber ein einsetzbares und hilfreiches Werkzeug ist, bei dem das formalisierte Wissen mit interaktiver Prozeßsteuerung, unterstützt durch Erfahrung und Geschicklichkeit des Bearbeiters, brauchbare Resultate geben kann.

Wie bis jetzt mehrmals erwähnt wurde, geschieht das komplexe Überleiten der Kartenobjekte jeweils in kleinere Kartenräume nicht auf Knopfdruck. Die Herausforderung für die zukünftige kartographische Forschung liegt in der Erfassung, Formalisierung und Anwendung des kartographischen Wissens in einem prozeduralen und regelbasierten System, in dem die intellektuelle Arbeit des Benutzers immer mehr dem System überlassen werden könnte.

Am Ende so einer Ausführung bleiben unweigerlich zumindest zwei Fragen offen. In welchem Umfang ist die intellektuelle und kreative Tätigkeit des Benutzers durch ein kartographisches Informationssystem ersetzbar? Werden unsere Kartenwerke, die einem kulturellen Umfeld verbunden sind, in der Zukunft in ihrer Gestaltung auch weiter so aussehen?

Wie auch immer, der Kartenraum in seiner analogen oder digitalen Form, dem die informative und kommunikative Funktion gegeben ist und auch künftig erhalten bleiben soll, muß für den Benutzer durch eindeutige und klare Modellbildung wahrnehmbar und verständlich sein, um den Umgang mit dem Georaum zu unterstützen.

Anmerkungen

Hardware: INTERGRAPH Work Station mit einem C400 Prozessor und 64 MB Ram.

Kartenausschnitte in der Abbildung 3: © BEV – 1998, Vervielfältigt mit Genehmigung des BEV – Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in Wien, Zl. 70 290/98.“

Literatur

- [1] *Brassel, K.* (1990): Computergestützte Generalisierung. In: Kartographische Publikationsreihe, Schweizerische Gesellschaft für Kartographie (Hrsg.), Zürich, No 10, S. 37–48.
- [2] *Ditz, R.* (1994): Die Geometrierfassung für ein GIS aus der amtlichen Karte ÖK50. Unveröf. Diplomarbeit Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik, Technische Universität Wien.

- [3] *Douglas, D. H., und T. K. Peucker.* (1973): Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitized line or its caricature. The Canadian Cartographer, Vol 10, No 2, S. 112–122.
- [4] *Heissler, V. und G. Hake* (1970): Kartographie, Vo 1. Berlin: Gruyter.
- [5] *Hentschel, W.* (1979): Zur automatischen Höhenliniengeneralisierung in topographischen Karten. Dissertation, Wiss. Arb. No 167, Universität Hannover.
- [6] *Jones, Ch. B. und G. Ll. Bundy* (1994): Generalization with triangulations. In: Geo-related Database Proceedings EuroCarto 12, P. Frederiksen (Hsbg.) Technical University of Denmark, Copenhagen, XV 1–10.
- [7] *Kasyk, S.* (1997): Digitale Generalisierung versus konventionelle Generalisierung. Erfahrungsbericht über den Einsatz des Map Generalizer's. Unveröf. Diplomarbeit Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik, Technische Universität Wien.
- [8] *Kelnhofer, F.* (1995): Geoinformationssysteme und EDV-Kartographie. Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft, Bnd. 137, S. 307–328.
- [9] *Lechthaler, M.* (1996): Visualization and interpretation of spatial information without understanding the cartographic rules? In: Scale and Extent – Proceedings EuroCarto 13, Folving, S. und Burrell, A., J. Meyer-Roux (Hrsg), Luxembourg, Office of Official Publications of the European Communities, S. 111–122.
- [10] *Lechthaler, M. und S. Kasyk* (1998): Systemunterstützte kartographische Generalisierung flächenhafter Objekte. Kartographische Nachrichten, Vol 49, No 6, in Vorbereitung.
- [11] *Lichtner, W.* (1976): Ein Einsatz zur Durchführung der Verdrängung bei der EDV-unterstützten Generalisierung in topographischen Karten. Dissertation; Wiss. Arb. No 66, Universität Hannover.
- [12] *Mackness, W. A. und M. C. Beard* (1993): Use graph theory to support map generalization. Cartography and Geographic Information Systems, Vol 20, No 4, S. 210–221.
- [13] *McMaster, R. B.* (1987): Automated line generalization. Cartographica, Vol 24, No 2, S. 74–111.
- [14] *Meyer, U.* (1989): Generalisierung der Siedlungsdarstellung in digitalen Situationsmodellen. Dissertation, Wiss. Arb. No 159, Universität Hannover.
- [15] *Müller, J. C.* (1997): GIS, Multimedia und die Zukunft der Kartographie. Kartographische Nachrichten, Vol 47, No 2, S. 137–144.
- [16] *Müller, J. C. und Z. Wang.* (1992): Area-patch generalization: a competitive approach. The Cartographic Journal, Vol 29, No 2, S. 137–144.
- [17] *Powitz, B. M.* (1993): Zur Automatisierung der kartographischen Generalisierung topographischer Daten in Geoinformationssystemen. Wiss. Arb. der Universität Hannover.
- [18] *Robinson, G. J. A.* (1995): Hierarchical top-down bottom-up approach to topographic map generalization. In: GIS and Generalization, Müller, J. C., Lagrange, J. P. und Weibel, R. (Hrsg.) London: Taylor & Francis, S. 123–144.
- [19] *Schmidt, C.* (1992): Stand der Entwicklung eines Programmsystems zur automatischen Generalisierung von Gebäuden und Verkehrswegen. Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, H. 108, S. 159–177.
- [20] *Thapa, K.* (1988): Automatic line generalization using zero-crossings. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol 54, No 4, S. 511–517.
- [21] *Weibel, R.* (1992): Models and experiments for adaptive computer-assisted terrain generalization. Cartography and Geographic Information Systems, Vol 19, No 3, S. 133–153.
- [22] *Weibel, R.* (1995): Map generalization in the context of digital systems. Cartography and Geographic Information Systems, Vol 22, No 4, S. 259–263.
- [23] *Weibel, R.* (1997): Detecting and resolving size and proximity conflicts in the generalization of polygonal maps. In:

Proceedings Bnd. 3, 18th ICA/ACI International Cartographic Conference, L. Ottoson (Hsgeb.) Swedish Cartographic Society, Gävle, S. 1533–1540.

[24] Zahn, F. B. und B.P. Buttenfield (1996): Multi-scale representation of a digital line. Cartography and Geographic Information Systems, Vol 23, No 4, S. 206–228.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Dipl. Ing. Mirjanka Lechthaler und Dipl. Ing. Sabine Kasyk, Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik, Technische Universität Wien, Karlsplatz 11, A-1040 Wien.



Einige interdisziplinäre Aspekte der Interpretation der digitalen Geländemodelle des Neusiedler See-Beckens

Elmar Csaplovics, Dresden und Adele Sindhuber, Wien

Zusammenfassung

Die digitalen Geländemodelle des Beckens des Neusiedler Sees beschreiben das Relief eines Gebietes von 321 km², dessen Erscheinungsbild größtenteils durch dichte Schilfbestände und offene Wasserflächen geprägt wird. Die Aufgabe, in größtenteils unzugänglichem Gebiet Meßpunkte in hoher Präzision abzusetzen, erfordert spezielle Methoden der Datenerfassung und -verarbeitung. Nach Aufbau einer digitalen Datenbasis sind hoch auflösende Geländemodelle des Reliefs der Schlammoberfläche und der Oberfläche des festen Untergrundes die Grundlage zur Berechnung von Höhenlinien in Intervallen von 10 cm, von Profilen und Perspektivansichten. Zentrale Bedeutung für hydrologische und limnologische Fragestellungen kommt der durch Differenzbildung zweier Geländemodelle mit unterschiedlichen Bezugsflächen möglichen Modellierung und Analyse von Lage und Mächtigkeit der Schlammsedimente zu. Die Simulation von Wasserstandsschwankungen einschließlich der resultierenden Verlandungstendenzen sowie die Kalkulation von Flächen- und Inhaltsdiagrammen in Funktion unterschiedlicher Pegelstände dienen als unentbehrliche Grundlage für Analysen des Wasserhaushaltes. Eine digitale Geländehöhendatenbank des Seebeckens muß zentraler Bestandteil von Konzepten zum Aufbau operationeller geographischer Informationssysteme für Erfassung, Analyse und Modellierung limnischer Ökosysteme sein.

Abstract

The digital terrain models (DTMs) of the bottom of Lake Fertö (Neusiedler See) cover a region of about 321 km². Landcover of the region is characterized by open water and a dense reed belt. Research on limnetic ecosystems needs exact informations of the topography of the terrain. DTMs are highly efficient tools for maintaining the data bases needed. Maps of the bottom relief with height contour line intervals of 10 cm, profiles and perspective views of the topography can be provided. The spatial dynamics of sedimentation can be analysed by calculating the difference model of sediment and ground surfaces. These specific digital terrain data are of great value for a better understanding of water-sediment interactions in shallow lakes. Multithematic modelling and simulation of flooded/non-flooded areas is done by virtual variation of water levels and by integrating real or simulated dynamics of sedimentation and patterns of human impact. Thus digital terrain data are fundamental for GIS-based approaches of monitoring and modelling limnetic ecosystems.

1. Einleitung

Der Neusiedler See und sein Umland wurden bereits im Mittelalter ihrer Bedeutung als topographische Landmarken gemäß immer wieder urkundlich genannt und seit dem Zeitalter der deskriptiven humanistisch-naturwissenschaftlichen Forschung als geographische Merkwürdigkeiten beschrieben – dies wohl deshalb, weil der Charakter des Sees und seines östlich anschließenden Umlandes stets Anlaß zu forschender Betrachtung boten. Vor allem die Wasserstandsschwankungen des Sees, die Austrocknung, Versumpfung und Hochwasser mit Überflutung des angrenzenden Tieflandes in stetem Wechsel

folgen ließen, lassen sich bereits in Urkunden des 11., 12. und 13. Jahrhunderts nachweisen [1,2]. Bezeichnungen wie stagnum Ferteu (1074), lacus Fertheu (1317) oder fluvius Ferthew (1324) deuten auf diese Schwankungen hin [3]. Ab dem 18. Jahrhundert bewirkten entscheidende Schritte in Richtung einer geometrisch fundierten regionalen Kartographie auch im Raum des Neusiedler Sees die Herstellung eindrucksvoller Komitatskarten, wie zum Beispiel jene von Hegedüs (1788) für das Ödenburger Komitat belegt [4, 5, 6]. Doch auch spezifische Regionen wurden kartographisch erfaßt, insbesondere dann, wenn ingenieurtechnische Maßnahmen zu planen und auszuführen waren. Dies