

Geometriotypwechsel in einer Multi-Resolution-Datenbank

(mit 5 Bildern und 1 Tabelle)

Von Jan-Henrik Haurert, Hannover

ZUSAMMENFASSUNG: Die gemeinsame Haltung von kartographischen Datensätzen unterschiedlicher Maßstäbe in einer Datenbank stellt eine neue Herausforderung in der Kartographie und Geoinformatik dar. Die Motivation dazu ergibt sich aus dem Bedarf an einem schnellen und dynamischen Zoom für die Web-Kartographie oder einem effektiven Verfahren für die Fortführung der Datenbestände. Es wurden Datenmodelle vorgeschlagen, in denen Zuordnungen zwischen homologen Objekten explizit beschrieben werden. Teilweise wurden die entwickelten Konzepte bereits umgesetzt. Für die Fortführung der Daten innerhalb einer solchen Datenbank fehlen allerdings noch Verfahren. Im Allgemeinen wird, ausgehend von einem Quelldatensatz, eine Propagierung von Information in einen Zieldatensatz geringerer Auflösung angestrebt. Diese Aufgabenstellung ist ein Problem der Modellgeneralisierung. In dieser Arbeit wird ein Skelettalgorithmus dargestellt, der hierzu den Geometriotypwechsel von einer flächenhaften zu einer linienförmigen Repräsentation leistet. Es werden Beispiele für den Einsatz des Algorithmus und Modifikationen für besondere Problemstellungen vorgestellt.

ABSTRACT: The administration of cartographic datasets of different scales in one database is a new challenge in cartography and geoinformatics. The motivation for this arises either from the need of a fast and dynamic zoom for web-mapping or from the desire for an efficient updating process. Data models which explicitly describe matches of homologous objects have been proposed. Partially the developed concepts have been realized. However, techniques for the updating process of data within such a database are lacking. Generally, a propagation of information from a source dataset to a target dataset with a coarser resolution is aspired. This task is a problem of model generalisation. In this work a skeleton algorithm is presented, which herein enables the geometry type change from an areal to a linear representation of a feature. Examples for the application of the algorithm as well as its adaptation to particular problems will be shown.

1 Einleitung

In zunehmendem Maße werden Datenbanken für die Verwaltung von Geodaten eingesetzt, welche es ermöglichen, verschiedene Repräsentationen der Realität gemeinsam zu führen. Diese Datenbanken werden im Allgemeinen mit dem Begriff „Multiple Representation Database (MRDB)“ bezeichnet. In dem besonders häufigen Fall der Verwaltung von Datensätzen mit unterschiedlichen Maßstäben wird auch oft der Begriff „Multiple Resolution Database“ verwendet. Die Datenbestände werden in einer MRDB durch Links zwischen korrespondierenden Objekten der unterschiedlichen Maßstabsebenen verknüpft.

In einem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekt wird am Institut für Kartographie und Geoinformatik der Universität Hannover (ikg) an der Entwicklung von Verfahren für die Aktualisierung einer MRDB gearbeitet. Dabei soll die Linkstruktur ausgenutzt werden, um die Aktualisierung der Daten effizienter zu gestalten. Während Änderungen der Realität bei einer getrennten Führung der Datensätze für gewöhnlich mehrfach erfasst werden, kann eine Änderung in einer MRDB über die Links zwischen den verschiedenen Maßstabsebenen übertragen werden. Es ist angestrebt, dass nur der Datensatz mit dem größten Maßstab aktualisiert werden braucht und anschließend die Änderungen in die Datensätze mit den kleineren Maßstäben automatisch propagiert werden können. Hierzu sind Verfahren der Generalisierung erforderlich. Die hier dargestellte Arbeit zeigt erste Ergebnisse aus diesem Projekt.

1.1 Vorgegangene Arbeiten am ikg

Am ikg wurden in der Vergangenheit mehrere MRDB aufgebaut, wobei unterschiedliche Ziele verfolgt wurden. Innerhalb des EU-Projektes „GiMoDig“ wurde eine MRDB für die Unterstützung einer Echtzeit-Generalisierung von Daten und deren Visualisierung auf kleinen Displays mobiler Geräte eingesetzt (Hampe et al. 2004).

Im Projekt „WiPKA“ wird in Zusammenarbeit mit dem Institut für Informationssysteme (IfIS) der Universität Hannover und dem Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) eine Datenbank aufgebaut, in der alle digitalen Landschaftsmodelle (DLM) des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS) in einer einheitlichen Struktur modelliert sind. Hierbei wird auf eine effiziente Aktualisierung des Datenbestandes abgezielt (Anders und Bobrich 2004).

In der hier beschriebenen Arbeit wird insbesondere an das WiPKA Projekt angeknüpft, indem die aufgebaute Datenbank für die Untersuchungen eingesetzt wird. Außerdem wird auf die Möglichkeit zur Propagierung von Information aus der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) in den Datenbestand des ATKIS Basis DLM eingegangen. Hierzu wurden beispielhaft Links zwischen diesen Datensätzen in einer eigenen Datenbank erzeugt.

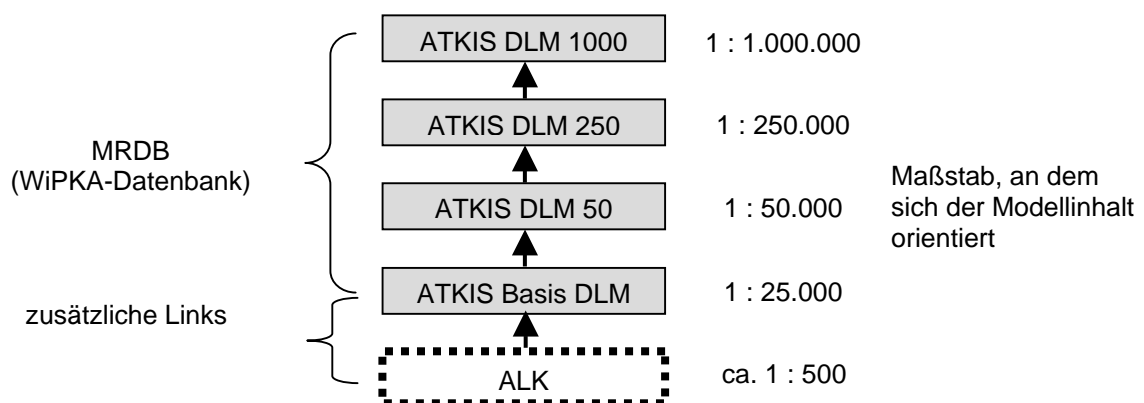


Bild 1 – Propagierung von Information zwischen Datensätzen unterschiedlicher Maßstäbe.

2 Aufbau und Fortführung einer MRDB

Eine MRDB lässt sich auf zwei verschiedenen Wegen aufbauen. Zum einen ist es möglich, mehrere bestehende Datensätze miteinander zu verlinken. Hierbei liegt die wesentliche Schwierigkeit in der Entwicklung geeigneter Zuordnungsverfahren (*Sester et al. 1998*). Zum anderen kann eine MRDB durch Ableitung der Folgemaßstäbe aus einem Ausgangsdatsatz mittels Generalisierung erzeugt werden. Die Herausforderung liegt dabei in der Entwicklung geeigneter Generalisierungsregeln, wohingegen sich die Zuordnungen direkt aus der Generalisierung ergeben.

Im ersten Fall existieren zwischen Objekten der verschiedenen Datensätze oft Differenzen, die keiner bestimmaren Regel folgen. Diese können beispielsweise durch eine unterschiedliche Interpretation der Realität bei der Erfassung der verschiedenen Datensätze entstanden sein oder sind von der Natur einer rein geometrischen Ungenauigkeit. Bei der Fortführung ergibt sich hierbei das Problem der Datenintegration. Durch ein objektives Generalisierungsverfahren erzeugte Objekte können nicht in den Folgemaßstab eingefügt werden, ohne dass die möglicherweise nicht objektiven Unterschiede der Datensätze berücksichtigt werden. Diese Integration führt zwangsläufig zu Veränderungen der Generalisierungsergebnisse, die unter Umständen nicht erwünscht sind.

Weniger problematisch ist die Fortführung einer MRDB, die durch die Anwendung von formalen Generalisierungsregeln entstanden ist. Sind diese Regeln bekannt, so können die selben Regeln für die Fortführung verwendet werden. Dieses führt dazu, dass bestehende Daten und Aktualisierungen grundsätzlich homogener sind bzw. besser zueinander passen.

Bei der Datenbank aus dem WiPKA Projekt kommen beide Fälle vor. Bei den eingespielten Daten für das DLM 50 handelt es sich um einen Datensatz aus Niedersachsen, der von der Landesvermessung LGN durch Generalisierung aus dem ATKIS Basis DLM erzeugt wurde. Die Regeln, nach denen diese Generalisierung erfolgte, sind weitestgehend bekannt und können für die Fortführung verwendet werden (*Podrenek 2002*). Da das DLM 250 und das DLM 1000 allerdings auf Bundesebene vom BKG erfasst werden, sind die Unterschiede zum Basis DLM weniger rekonstruierbar.

Hierzu sei angemerkt, dass die Aufteilung der Erfassung weniger aus technischer als aus politischer Motivation geschieht. Prinzipiell wäre es auch möglich, für den Übergang vom DLM 50 zum DLM 250 Generalisierungsregeln aufzustellen. Aus diesem Grund wird bei der Entwicklung von Verfahren für die Aktualisierung einer MRDB zunächst davon ausgegangen, dass die bestehenden Datensätze durch Generalisierung auseinander hervorgegangen sind. Um geometrischen Differenzen zwischen den Datensätzen Rechnung zu tragen, wurde ein Verfahren zur Datenintegration entwickelt, das in Kapitel 5 beschrieben wird.

2.1 Erfassungs- und Generalisierungsregeln

Für alle ATKIS DLM sind in dem ATKIS-Objektartenkatalog objektive Erfassungskriterien definiert (*ADV 2005*). Typischerweise ist für eine Objektart eine Regel gegeben, nach der entschieden werden kann ob ein Objekt in dem jeweiligen Maßstab repräsentiert wird oder nicht, bzw. mit welchem Geometriotyp das Objekt zu repräsentieren ist. Diese Regeln basieren in erster Linie auf geometrischen Größen wie dem Flächeninhalt, der Breite oder der Länge eines Objektes sowie auf Objektattributen. Prinzipiell stellt es keine Schwierigkeit dar, diese Regeln automatisch auszuwerten und bei der Generalisierung oder der Übertragung von neuen Objekten in den Folgemaßstab auf eine Repräsentationsart zu schließen.

Problematischer ist es zu entscheiden, was mit einer entstehenden Freifläche erfolgen soll, wenn ein Objekt beim Maßstabsübergang verschwindet, da es beispielsweise nicht mehr die Mindestgröße für den Zielmaßstab aufweist. In den meisten Fällen kann die Fläche einem benachbarten Objekt zugeschlagen werden. Es findet also eine Aggregation statt. Für die Entscheidung, welchem Nachbarn die Fläche zugewiesen wird, gibt es verschiedene

Verfahren, die beispielsweise auf Wahrscheinlichkeiten für den Übergang von Objektarten, Flächeninhalten der Nachbarn oder den Längen der gemeinsamen Grenzen basieren. Für eine MRDB bedeutet dieses, dass vorwiegend Zuordnungen mit der Kardinalität $n:1$ auftreten. Das heißt, dass in der Regel n Objekte mit demselben Objekt im Folgemaßstab verlinkt sind. Im folgenden wird jedoch mit dem Geometrietywechsel von flächenhaften zu linienförmigen Objekten ein Fall behandelt, bei dem eine Zuweisung der entstehenden Freifläche zu einem Nachbarn nicht sinnvoll ist. Das Problem gestaltet sich als komplexer, da zunächst die neue Geometrie des Objektes konstruiert werden muss. Anschließend stellt sich das Problem der Flächenzuweisung für jede Teilfläche, die durch die Zerteilung der ursprünglichen Fläche durch die neue linienförmige Geometrie entsteht. Im Folgenden wird ein Skelettalgorithmus präsentiert, der sowohl die neue Geometrie als auch die Verteilung der Fläche auf die Nachbarn leistet.

3 Skelett-Algorithmus

Das eingesetzte Skelett wird in der Regel mit dem englischen Begriff „Straight Skeleton“ bezeichnet. Es lässt sich durch die Definition schräger, ebener Flächen in den Kanten des Polygons erzeugen. Durch die Projektion der Schnittkanten dieser Flächen in die Ebene des Polygons ergibt sich das Skelett. Dieses entspricht der Dachausmittlung auf dem Grundriss eines Gebäudes. Für die Konstruktion des Skeletts werden die Seiten des Polygons schrittweise parallel nach innen versetzt. Jeder Schritt ist dabei so groß, dass der nächstfolgende Schnitt zweier Dachflächen erreicht wird. Der implementierte Algorithmus wurde von *Eppstein* und *Erickson* (1999) beschrieben. Es wurde eine Erweiterung vorgenommen, so dass der Algorithmus auch auf Polygone mit Löchern angewendet werden kann (*Haurert* und *Sester* 2004). Die linienförmige Repräsentation des Objektes ergibt sich aus der Mittellinie des Skeletts, bzw. der Firstlinie des Daches.

Das Straight Skeleton ist in der Informatik verbreitet, Dokumentationen kartographischer Anwendungen liegen allerdings nicht vor. Stattdessen werden in diesem Bereich oft die Medial Axis eines Polygons oder ein Skelett eingesetzt, das auf einer Dreiecksvermaschung des Polygons beruht. Genau genommen werden dabei die Mittelpunkte von Dreiecksseiten verbunden, die sich aus einer Constraint-Delaunay-Triangulation ergeben. Die Anwendung für die Generalisierung zeigt *Galanda* (2003) auf.

Die Medial Axis ergibt sich dagegen aus der Menge von Punkten im Inneren des Polygons, für welche die Frage nach dem nächsten Punkt auf dem Rand des Polygons nicht eindeutig beantwortet werden kann. Eine Gegenüberstellung dieser Skelette ist in Bild 2 dargestellt.

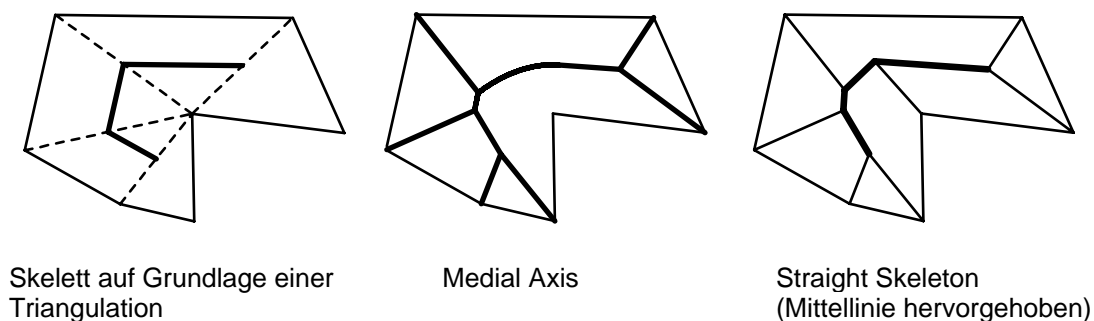


Bild 2 – Verschiedene Möglichkeiten für das Skelett eines Polygons.

Das Straight Skeleton wurde gewählt, da es neben der linienförmigen Repräsentation des Objektes eine Unterteilung der ursprünglichen Fläche in Teilflächen liefert. Hierbei kann jede Teilfläche genau einer Kante des Polygons und somit genau einem Nachbarn zugeordnet werden. Wie in Kapitel 2 beschrieben wurde, ist dieses wichtig, da die entstehende Freifläche

auf die Nachbarn verteilt werden muss. Außerdem hat das Skelett Vorteile, da es im Gegensatz zur Medial Axis nur gerade Liniensegmente enthält. Es repräsentiert dennoch die typische Form des Polygons, was im Fall des Skeletts auf Basis der Triangulation unter Umständen nicht gegeben ist.

4 Anwendung auf Generalisierungsprobleme

4.1 Geometriypwechsel von flächenhafter zu linienförmiger Repräsentation

Bei der Generalisierung eines Objektes, die auf den Spezifikationen des ATKIS Objektartenkataloges beruht, kommt es in vielen Fällen zu einem Wechsel des Geometrietyps. Tabelle 1 zeigt beispielhaft die Erfassungskriterien für die Objektart 5102 „Kanal (Schifffahrt)“, wie sie aus den Objektartenkatalogen (OK) übernommen wurden.

	OK 25	OK 50	OK 250	OK 1000
Erfassungs-kriterium	vollzählig		vollzählig	vollzählig
Objekttyp	flächenförmig linienförmig Anmerkung : - linienförmig bis 12 m Breite - flächenförmig über 12 m Breite	wie im OK 25	flächenförmig linienförmig Anmerkung : - linienförmig \leq 42 m Breite - flächenförmig $>$ 42 m Breite	linienförmig

Tabelle 1 – Auszug aus dem ATKIS-Objektartenkatalog für die Objektart 5102 „Kanal (Schifffahrt)“.

Für einen flächenhaft repräsentierten Kanal im DLM 250 bedeutet dieses zwangsläufig, dass beim Maßstabsübergang in das DLM 1000 der Geometriypwechsel vollzogen werden muss. Das gleiche gilt für einen Kanal mit einer Breite von 30 m, der vom DLM 50 in das DLM 250 übertragen wird. Ein Problem für ein automatisches Verfahren liegt darin, die Breite eines flächenhaften Polygons zu ermitteln, da diese nicht konstant ist. Dieses gilt insbesondere für natürliche Wasserläufe (Objektart 5106), die im Objektartenkatalog auf sehr ähnliche Weise wie im oben gezeigten Beispiel spezifiziert sind. Ein interessantes Problem ergibt sich, wenn die Variation der Breite eines Objektes um den Schwellwert für den Geometriypwechsel variiert. In diesem Fall muss das Objekt beim Maßstabsübergang in zwei Objekte unterteilt werden, damit die Spezifikationen erfüllt werden, wobei die neuen Objekte mit unterschiedlichen Geometriypen zu repräsentieren sind. Dieses Problem kann als partieller Geometriypwechsel bezeichnet werden. Das Beispiel macht deutlich, dass auch Beziehungen der Kardinalität 1:n vorkommen können. Es widerlegt also die Vermutung, dass sich die Anzahl der repräsentierten Objekte bei der Verkleinerung des Maßstabes zwangsläufig verringert.

Durch eine Modifikation des Skelett-Algorithmus ergibt sich die Möglichkeit diese Objektteilung zu vollziehen. Gleichzeitig wird auch hier die entstandene Freifläche zerteilt und den Nachbarn zugewiesen. Die Objektteilung geschieht durch einen Abbruch der Konstruktion des Skeletts in dem Schritt, in dem der Parallelversatz der Polygonseiten die Hälfte des definierten Schwellwertes erreicht. Das Skelett besteht nun nur aus den Ebenenschnitten, die bereits vor diesem Schritt erzeugt wurden. Die Geometrie des flächenhaft zu repräsentierenden Objektteils ergibt sich aus einer Pufferung der verbleibenden Restfläche des nach innen geschrumpften Polygons. Die Geometrie des linienförmig zu repräsentierenden Objektteils wird durch die Mittellinie des konstruierten Skeletts beschrieben, die um den Teil zu reduzieren ist, der durch die Pufferung vom flächenhaften Objektteil überdeckt wird.

In Bild 3 wird dieses Verfahren dokumentiert. Das Ergebnis der Skelettkonstruktion bis zum Erreichen des Schwellwertes wird in 3b dargestellt. Bild 3c zeigt das Ergebnis nach der Pufferung der verbleibenden Flächen und der Reduktion des Skeletts auf die Mittellinie. Die Bilder 3d und 3e zeigen die Ergebnisse nach der Veränderung des Schwellwertes, wobei schließlich das Ergebnis des einfachen Operators zum Geometriotypwechsel erreicht wird.

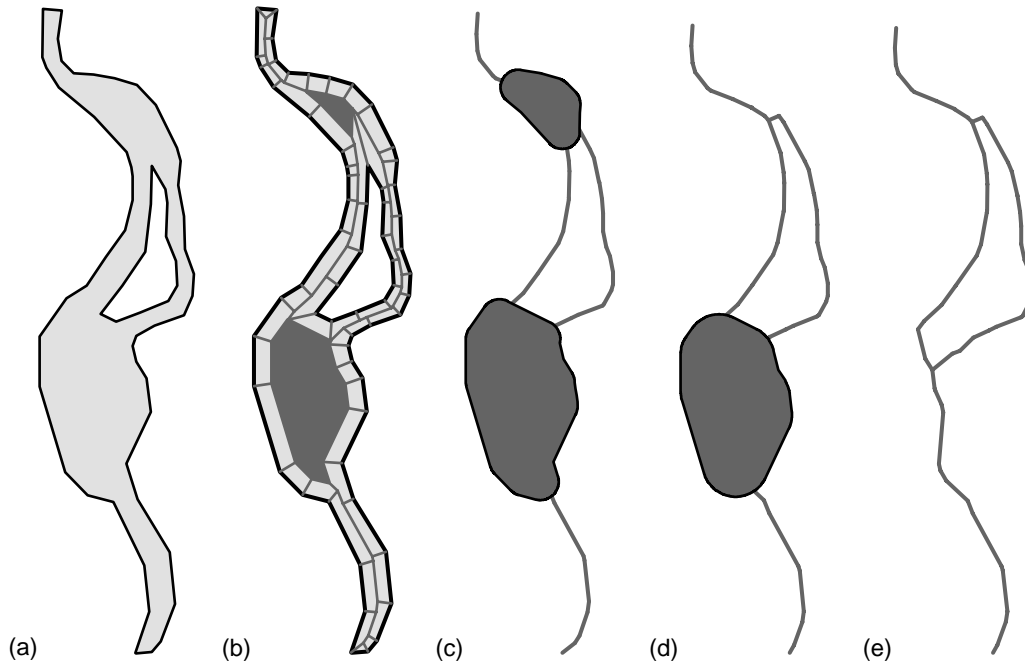


Bild 3 – Partieller Geometriypwechsel eines flächenhaftes Objektes.

Bei der Formulierung der ATKIS Spezifikationen wurde die Schwierigkeit einer eindeutigen Definition der Breite eines Polygons erkannt. Aus diesem Grund werden Objektteile definiert, deren Breite durch einen Attributwert klassifiziert wird. Mit der Verfügung über den Skelettoperator könnte jedoch auf diese Redundanz verzichtet werden.

In einem größeren Testgebiet wurde untersucht, inwiefern sich der Operator für die Propagierung von Information aus der ALK in das ATKIS Basis DLM eignet. Zwischen diesen Datenmodellen gibt es extrem viele Wechsel von einer flächenhaften zu einer linienförmigen Repräsentation, da in der ALK alle Straßen und Wasserläufe über die entsprechenden Flurstücksflächen repräsentiert werden. Das Skelett erwies sich in seiner ursprünglichen Form als bedingt geeignet. Eine nachträgliche Behandlung der Kreuzungen von Straßen war notwendig um die erwünschte Erscheinung zu erzielen. Für diese Aufgabe wurde ein automatisches Verfahren entwickelt, das abgesehen von sehr komplexen Kreuzungen (Autobahnkreuze und Plätze mit vielen einmündenden Straßen) die gewünschte Erscheinung generierte (Haurert und Sester 2004).

4.2 Kollaps

Auch in Fällen, in denen keine linienförmige Repräsentation eines Objektes zu erzeugen ist, kann die Zuweisung einer entstehenden Freifläche zu einem einzelnen Nachbarn ungeeignet sein. Dieses gilt insbesondere dann, wenn das Nachbarobjekt durch die Ergänzung um die Fläche eines entfallenden Objektes eine sehr untypische Form bekommen würde. Durch eine Verteilung der Fläche an mehrere Nachbarn kann dieses Problem in der Regel vermieden werden. Der verwendete Algorithmus ist mit dem beschriebenen Operator für den Geometriypwechsel identisch, jedoch entfällt die Ableitung eines linienförmigen Objektes aus dem Skelett.

Das beschriebene Problem tritt beispielsweise für längliche Polygone auf, die sich entlang mehrerer Nachbarobjekte erstrecken. In Bild 4 ist ein solcher Fall dargestellt. Würde man hier eine Aggregation des entfallenden Objektes mit einem Nachbarn durchführen, so würde eine Geometrie entstehen, die nicht den charakteristischen Eigenschaften des zugehörigen Objektes entspricht. Durch die Anwendung des Kollapsoperators, der auf dem Skelett beruht, bleiben die charakteristischen Formen dagegen weitestgehend erhalten.

Eine wichtige Voraussetzung für die Anwendbarkeit ist die Automation der Entscheidung, ob eine einfache Aggregation von Objekten möglich ist, oder eine Flächenverteilung nach dem beschriebenen Verfahren erfolgen soll. Hierbei ist es möglich Parameter zu verwenden, welche die Form der Objekte beschreiben. Dazu gehört die Konvexität (Verhältnis aus Flächeninhalt des Objektes zum Flächeninhalt der konvexen Hülle). Ein Maß für die Rundheit eines Objektes wird häufig über das Verhältnis aus dem Quadrat des Umfangs zu dem Flächeninhalt definiert. Über definierte Maximalwerte für die Abweichung dieser Werte von den Werten der ursprünglichen Fläche kann geregelt werden, ob eine Aggregation zulässig ist, oder eine andere Vorgehensweise gewählt werden muss.

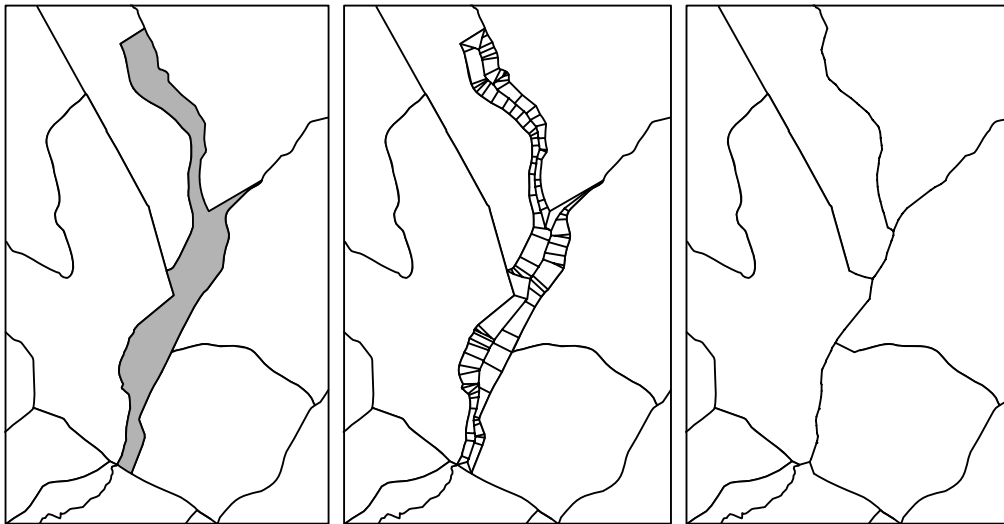


Bild 4 – Verteilung einer Fläche an deren Nachbarn mit dem Kollaps-Operator.

4.3 Berücksichtigung von topologischen Relationen

Der Geometrietypwechsel eines Objektes kann grundsätzlich zu dem Verlust topologischer Relationen von Objekten führen (Bobzien und Morgenstern 2002). Durch eine Modifikation des Skelettoperators können diese Probleme vermieden werden. Dieses gelingt durch die Variation der Neigungen der Flächen, die für die Konstruktion des Skeletts in den einzelnen Polygonkanten konstruiert werden. Durch diesen Eingriff kann ein direkter Einfluss auf die Form des Skeletts genommen werden. Besonders wichtig ist dabei die Möglichkeit „vertikale Flächen“ zu definieren, da somit eine Berührung der Mittellinie des Skeletts mit der entsprechenden Polygonkante hergestellt wird. Diese Wirkungsweise ist in Bild 5 am Beispiel eines Flusses dargestellt, der in einen See mündet. Während durch den einfachen Operator zum Geometrietypwechsel die Beziehung zwischen See und Fluss verloren geht (Bild 5, Mitte), bleibt diese durch die Definition vertikaler Ebenen in den gemeinsamen Kanten erhalten (Bild 5, rechts).

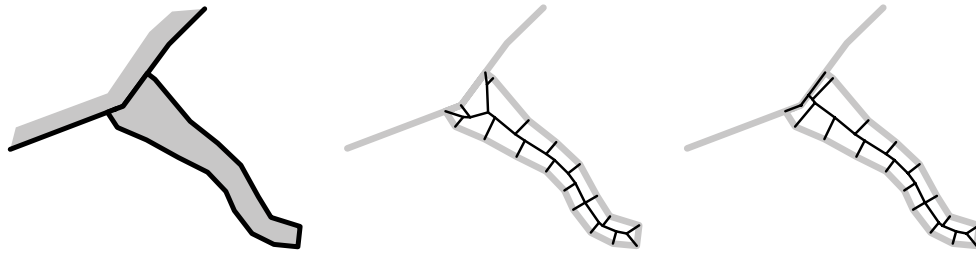


Bild 5 – Geometrietypwechsel eines Flusses. Ohne und mit der Berücksichtigung der Relation zu einem See.

5 Datenintegration

Die Fortführung einer MRDB über die Propagierung neuer Information durch die Maßstäbe unterscheidet sich in der Hinsicht von der klassischen Generalisierungsaufgabe, dass keine Ableitung kompletter Datensätze zu leisten ist. Stattdessen brauchen nur neu hinzugekommene bzw. modifizierte Objekte und deren Kontext berücksichtigt werden. Diese Aufgabe wird als inkrementelle Generalisierung bezeichnet (*Kilpeläinen* und *Sarjakoski* 1995). Wie bereits erwähnt wurde, kann es bei dem Einfügen dieser neu generalisierten Daten in den bereits vorhandenen Bestand zu Einpassungsproblemen kommen. Daher muss unter Umständen auf die Generalisierung ein Integrationsprozess folgen. Für diese Aufgabe wurde ein bestehender Algorithmus von *Doytsher* et al. (2001) eingesetzt, wobei eine Modifikation erfolgte, welche es ermöglicht, die Linkstruktur der MRDB auszunutzen. Dazu wird zunächst eine Region in der Umgebung der Aktualisierung generalisiert, so dass eine Menge von Objekten entsteht, die sowohl die aktualisierten Objekte als auch bereits erfasste Objekte im Maßstab des Zieldatensatzes enthält.

Der ursprüngliche Algorithmus erfordert zunächst eine automatische Zuordnung von identischen Objekten im Zieldatensatz und einzufügendem Datensatz. Auf diesen identischen Objekten werden identische Punkte ermittelt, über die eine Transformation definiert wird. Hiermit erfolgt anschließend die Transformation von Objekten, die nicht zugeordnet werden konnten bzw. noch keine Entsprechung in dem Zieldatensatz haben. Auf diese Weise können die neuen Objekte topologisch korrekt in den Datenbestand integriert werden.

Der Vorteil im Fall der Aktualisierung einer MRDB besteht darin, dass die Korrespondenz von Objekten bereits durch die Links gegeben ist. Ein aufwändiges Zuordnungsverfahren muss also nicht entwickelt werden.

6 Ausblick

Eine wesentliche Schwierigkeit der inkrementellen Generalisierung besteht darin zu definieren, welche Objekte bei einer Propagierung von lokal begrenzten Neuerungen mitberücksichtigt werden müssen und wie Beziehungen zwischen den Objekten modelliert werden müssen, damit der Kontext, in dem sich eine Aktualisierung befindet, bei der Generalisierung erhalten bleibt.

Problematisch ist hierbei, dass bei der Definition von Generalisierungsverfahren oft von der globalen Kenntnis über Zusammenhänge und Objekteigenschaften ausgegangen wird. Die für den Aufbau einer MRDB, bzw. für die Generalisierung eines gesamten Datensatzes gewählten Verfahren können also nicht direkt auf die lokal begrenzte Generalisierung eines Ausschnitts des Datenbestandes übertragen werden.

Dieses kann an dem einfachsten und häufigsten Verfahren der Aggregation verdeutlicht werden. Hierbei wird in der Regel global die kleinste Fläche gewählt, die nicht die Erfassungskriterien des Zielmaßstabes erfüllt. Diese wird dem Nachbarn zugewiesen, in dessen Objektart die bestehende Objektart nach einer festgelegten Hierarchie am ehesten

überführt werden kann. Das Verfahren wird wiederholt, bis alle Flächen die Erfassungskriterien erfüllen (Bobzien 2001).

Diese durch ein globales Minimum vorgeschriebene Reihenfolge der Aggregationen wird verletzt, wenn im Ausgangsdatensatz neue Flächen entstehen und eine neue Generalisierung nur innerhalb einer zuvor festgelegten Region erfolgt. Eine lokal begrenzte Generalisierung wird daher unter Umständen nicht das selbe Ergebnis liefern wie ein globales Verfahren. Die Zielsetzung für die Zukunft des DFG-Projektes besteht darin Regeln für die Begrenzung des Einflussbereiches einer Aktualisierung aufzustellen und Verfahren zu entwickeln, so dass ein Ergebnis erzielt wird, das identisch mit dem Ergebnis einer globalen Generalisierung ist oder als gleichwertig angesehen werden kann.

Literatur

ADV (2005): ATKIS-Objektartenkatalog, www.atkis.de, Zugriff am 5.1.2005.

Anders, K.-H.; Bobrich, J. (2004): MRDB Approach for Automatic Incremental Update. ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Leicester.

Bobzien, M. (2001): Flächenzusammenfassungen in der Modellgeneralisierung.; Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, Band 20, Frankfurt/Main, S. 19-29

Bobzien, M.; Morgenstern, D. (2002): Geometry-Type Change in Model Generalization – A Geometrical or a Topological Problem? Paper for the Joint ISPRS/ICA Workshop on Multi-Scale Representations of Spatial Data, Ottawa.

Eppstein, D.; Erickson, J. (1999): Raising Roofs, Crashing Cycles, and Playing Pool: Applications of a Data Structure for Finding Pairwise Interactions. – *Discrete Comput. Geom.* 22, pp. 569-592

Doytsher, Y.; Filin, S.; Ezra, E. (2001): Transformation of Datasets in a Linear-based MapConflation Framework. *Surveying and Land Information Systems* 61(3), pp. 165-175.

Galanda, M. (2003): Automated Polygon Generalization in a Multi Agent System, PhD Thesis, Department of Geography, University of Zurich, Switzerland.

Hampe M.; Sester M.; Harrie L. (2004): Multiple Representation Databases to Support Visualisation on Mobile Devices. In: *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 35, ISPRS, Istanbul, 2004.

Hunert, J.-H.; Sester, M. (2004): Using the Straight Skeleton for Generalisation in a Multiple Representation Environment. ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Leicester.

Kilpeläinen, T.; Sarjakoski, T. (1995): Incremental generalization for multiple representations of geographic objects. In: Muller, J. C., Lagrange, J. P. & Weibel, R. (editors) *GIS and Generalization: Methodology and Practise*. Taylor & Francis, London, pp. 209-218.

Podrenek, M. (2002): Aufbau des DLM50 aus dem Basis-DLM und Ableitung der DTK50 – Lösungsansatz in Niedersachsen. In: *KS*, Band 6, Kartographie als Baustein moderner Kommunikation, S.126-130, Bonn.

Sester, M.; Anders, K.-H.; Walter, V. (1998): Linking Objects of Different Spatial Data Sets by Integration and Aggregation. – *GeoInformatica* 2(4), pp. 335-358.