



Doctoral Thesis

Modellhafte Arbeitsabläufe zur digitalen Erstellung von topographischen und geologischen Karten und dreidimensionalen Visualisierungen

Author(s):

Hurni, Lorenz

Publication Date:

1995

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-001441315> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH Nr. 11066

**Modellhafte Arbeitsabläufe zur digitalen Erstellung
von topographischen und geologischen Karten
und dreidimensionalen Visualisierungen**

A B H A N D L U N G
Zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

Lorenz Hurni
Dipl. Verm.-Ing. ETH

geboren am 24. März 1963
von Studen/BE

Angenommen auf Antrag von:
Prof. Dr. h. c. Ernst Spiess, Referent
Prof. Dr. Volker Dietrich, Korreferent

1995

Zusammenfassung

Ausgangspunkt der Arbeit sind drei grössere Kartierungsprojekte am Institut für Kartographie der ETH Zürich, in deren Verlauf je eine topographische und eine geologische Karte 1:25'000 der Halbinsel Methana in Griechenland, eine Detailkarte 1:25'000 des benachbarten Touristenortes Poros und eine dreidimensional visualisierte geologische Karte des Matterhorns auf digitalem Wege produziert worden sind. Darauf basierend werden die zur Erstellung dieser Kartentypen notwendigen Techniken und Vorgaben systematisch auf Ansätze zur digitalen Umsetzung untersucht und modellhafte Arbeitsabläufe vorgeschlagen. Grosses Gewicht wird dabei auf den graphischen und inhaltlichen Qualitätserhalt und wenn möglich sogar auf eine Qualitätssteigerung gegenüber konventionell hergestellten Karten gelegt.

Bei der topographischen Kartierung spielen beim Übergang vom digitalen Landschaftsmodell (DLM) zum digitalen Kartenmodell (DKM) die Aspekte der kartographischen Gestaltung und Generalisierung eine grosse Rolle. Dies ist am deutlichsten bei den Situationselementen sichtbar. Der klassische Generalisierungsvorgang lässt sich unterteilen in die Funktionen Vergrössern, Auswählen, Vereinfachen, Zusammenfassen, Verdrängen, Betonen und Klassifizieren. Mindestens ebenso wichtig sind aber die nicht in der Kartengeometrie enthaltenen Zusatzinformationen, die in den meisten Fällen sogar vom Bearbeiter selbst gedanklich spontan erarbeitet werden müssen. Damit beeinflussen sich auch die einzelnen Generalisierungs- und Gestaltungsfunktionen gegenseitig. Anhand von Beispielen werden solche Konflikte und digitale Lösungswege für eine erleichterte interaktive Bearbeitung aufgezeigt.

Flächenhafte topographische Erscheinungen, wie die Bodenbedeckung, aber auch geologische Formationen können vor allem dank Einsatz von Methoden der Bildverarbeitung und moderner Reproduktionsverfahren in das Kartenbild integriert werden. Diese Verfahren werden ebenfalls angewendet, um aus (von Höhenkurven abgeleiteten) digitalen Höhenmodellen analytische Schattierungen zu berechnen und sie so zu bearbeiten, dass sie in das Kartenbild integriert werden können.

In der Arbeit wird ein Computerprogramm vorgestellt, mit dem eine vereinfachte Felsdarstellung mit Gerippelinien generiert werden kann. Dabei werden Ober- und Unterkanten einer Felswand von Hand ab Entwurfsskizzen digitalisiert. Die Strichstärkenzuordnung erfolgt automatisch nach einem Beleuchtungsmodell und wird lokal durch Zufallsfunktionen variiert, um ein rauhes Erscheinungsbild zu simulieren. Dies wird unterstützt durch ein leichtes, ebenfalls zufälliges Zittern der Linien und die Möglichkeit der Simulation gerundeter Felsformen. Wichtig ist dabei die Feineinstellung des Programms über etwa 50 Parameter. Die Möglichkeiten eines solchen «Cartographic Software Tuning» durch einen erfahrenen Anwender (Kartographen) ist für die Entwicklung und den erfolgreichen Einsatz von Programmen zur Lösung anspruchsvoller kartographischer Probleme entscheidend.

Schliesslich wird beschrieben, wie mit denselben Ausgangsdaten dreidimensionale geologische Oberflächenvisualisierungen abgeleitet werden können. Dabei werden die Flächenpolygone der geologischen Formationen mit dem digitalen Höhenmodell verschnitten. Daraus resultieren je nach Formation eingefärbte Oberflächenfacetten. Dieses Oberflächenmodell kann mit einer Renderingsoftware aus beliebigen

Richtungen visualisiert werden. Die Visualisierungen bieten dem Benutzer der zweidimensionalen geologischen Karten weitere Interpretationshilfen oder können bereits beim Kartenentwurfsprozess eingesetzt werden.

Abstract

This work is based on three mapping projects carried out at the Institute of Cartography at the Swiss Federal Institute of Technology (ETH) Zurich: A topographical and a geological map 1:25'000 of the Methana peninsula in Greece, a town map of the nearby tourist resort Poros, and a three-dimensionally visualized geological map of the Matterhorn have been produced entirely by digital methods. Based on these projects, the techniques and conditions for producing these types of maps in a digital environment are investigated and exemplary workflows are presented. Great importance is placed on conserving the graphic quality and content of the map, and possibly even obtaining an increase in quality as compared to conventionally produced map.

As the cultural features of a map clearly show, the aspects of cartographic design and generalization play an important role in the transition from the digital landscape model (DLM) to the digital cartographic model (DCM). The process of generalization can be divided into the following functions: enlargement, selection, simplification, aggregation, displacement, accentuation and classification. Additional information not included in the map geometry is also very important. In most cases the cartographer must figure out this information during the process of designing the map. Thus, generalization and design functions interact closely. Such conflicts and digital workflows which allow an easier solution are presented.

Thanks to image processing functions and modern reproduction technology, topographical area features such as different types of land use and geological units can be included in the map. These methods are also used to generate analytical hill shading from digital height models and integrate them in the map image.

This project introduces a computer program with which simplified cliff drawing can be generated using ridge lines. The upper and lower edges of a cliff are digitized manually from sketches. The program defines the line widths according to an illumination model. The rough appearance is simulated by a local variation of the widths and position of the lines using a random function. It is possible to simulate round (concave and convex) rock shapes. The program can be fine-tuned with about 50 parameters. In order to solve complex cartographic problems, the possibilities of such a «Cartographic Software Tuning» by an experienced operator (cartographer) is important for the development and successful application of the programs.

Finally, the possibility of generating three-dimensional geological surface visualizations based on the same cartographic data is shown. Area polygons of the geological formations are merged with a digital height model resulting in surface facets which are coloured according to these features. This surface model can be shaded and visualized from different angles using a standard rendering software. These visualizations offer the user of two-dimensional geological maps additional possibilities for interpretation and they can even be used interactively during the map modelling process.