

**Zeitschrift:** Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

**Herausgeber:** Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

**Band:** 98 (2000)

**Heft:** 10: 75 Jahre Institut für Kartographie der ETH Zürich

**Artikel:** Topographische 3D-Karten : nur Zukunftsmusik?

**Autor:** Häberling, C. / Terribilini, A.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-235687>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 20.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Topographische 3D-Karten: nur Zukunftsmusik?

Die heute zur Verfügung stehenden digitalen Höhenmodelle (DHM) sowie die vielschichtigen, vektoruell abgelegten Datensätze zur Beschreibung von Oberflächenobjekten können zur Generierung von sogenannten «Topographischen 3D-Karten», also perspektivischen Schrägansichten von Geländeausschnitten mit integrierter topographischer Information, genutzt werden. Im folgenden Beitrag sollen neben den konzeptionellen und technischen Überlegungen zur Entwicklung dieser kartenverwandten Darstellungen auch deren Einsatzbereich und die sich daraus ergebenden Anwendungsmöglichkeiten dargelegt werden.

*Les modèles numériques de terrain (MNT) aujourd'hui disponibles ainsi que les blocs de données vectorielles multicouches destinés à la description d'objets de surface peuvent être utilisés pour la génération de «cartes topographiques tridimensionnelles» donc de vues obliques perspectives de compartiments de terrain auxquels sont intégrées des informations topographiques. Dans l'article suivant, on présente aussi, à part des réflexions de nature conceptionnelle et technique, au sujet du développement de ces présentations comparables aux cartes, leur domaine d'application et les possibilités qui en découlent.*

Gli attuali modelli altimetrici digitali del terreno (DHM) nonché gli insiemi di dati vettoriali su più livelli, atti alla descrizione degli oggetti in superficie, possono essere impiegati per generare le cosiddette «carte topografiche tridimensionali», cioè delle prospettive oblique di estratti del terreno con informazioni topografiche integrate. In questa relazione, oltre alle considerazioni tecniche e concettuali relative allo sviluppo di queste rappresentazioni cartografiche, si analizzano anche i campi d'applicazione e gli usi possibili.

Ch. Häberling, A. Terribilini

Wer kennt sie nicht, die handgemalten Panorama- und Vogelschaukarten von Tourismusregionen in Werbeprospekten? In diesen oft sehr kunstvoll gestalteten Bildern sind die Landschaft mitsamt ihren Siedlungsstrukturen und Verkehrswegen, ihrer Bodenbedeckung sowie erklärendem Text – kurz die gesamte topographische Information – sehr naturalistisch wiedergegeben. Allerdings ist die manuelle Konstruktion der Geländedarstellung zeitlich sehr aufwendig und die feingliedrige Ausgestaltung der Landschaft erfordert hohes künstlerisches Talent. Heutzutage sind wir aber in der Lage, mit flächendeckenden digitalen Höhenmodellen (DHM) und geeigneter Visualisierungssoftware virtuelle Landschaften in Sekunden zu generieren. So können beim

unlängst herausgegebenen «Atlas der Schweiz – interaktiv» (2000) ein Teilgebiet der Schweiz ausgewählt, diverse Betrachtungsparameter eingegeben und der Landschaftsausschnitt nach eigenem Ermessen mit Beleuchtungs- und atmosphärischen Effekten versehen als Blockdiagramm oder Panoramaansicht dargestellt werden (vgl. Abb. 1).

Hingegen stösst man bezüglich der Integration topographischer Informationen bislang aber noch an Grenzen. Bei den aktuell angebotenen Karten- und Atlasprodukten mit abrufbaren 3D-Darstellungen werden den perspektivischen Ansichten meist nur Rasterdaten (eingescannte Karten, Satellitenbilder) überlagert. Diese Darstellungen vermitteln zwar in anschaulicher Weise den Zusammenhang zwischen Gelände und den topographischen Objekten. Doch leider bleibt der Karteninhalt unverändert, so

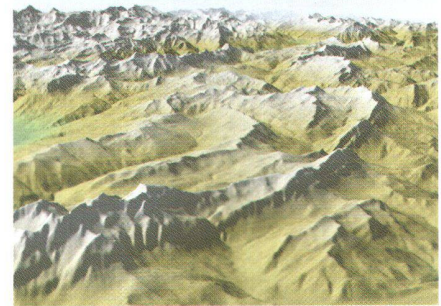


Abb. 1: Ausschnitt einer Panoramaansicht aus dem «Atlas der Schweiz – interaktiv» (DHM25: © Bundesamt für Landestopographie (L+T), Wabern).

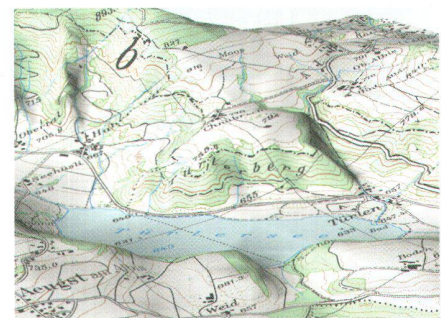


Abb. 2: Ausschnitt eines DHM mit überlagerter Pixelkarte PK25 vom Raum Türlerseersee (PK25, DHM25: © L+T).

dass die Sicht- und Erkennbarkeit je nach Orientierung, Betrachtungseinstellungen und Ausschnittsgrösse häufig nicht zu befriedigen vermag (Abb. 2).

## Forschungsgegenstand «Topographische 3D-Karte»

Gegenwärtig werden am Institut für Kartographie der ETH Zürich in diversen Forschungsprojekten Verfahren und Grundsätze entwickelt, wie vektoruell vorliegende Geodaten mit einem DHM kombiniert und – geeignet symbolisiert – zu sogenannten «Topographischen 3D-Karten» gestaltet werden können [Häberling 1999, Terribilini 1999].

Zur Begriffsklärung: Unter «Topographische 3D-Karte» soll eine bildhafte Darstellung eines Geländeausschnittes in perspektivischer Schrägansicht mit topo-



graphischer Oberflächeninformation verstanden werden. Es handelt sich dabei nach wie vor um eine kartenverwandte Darstellung, sind doch verschiedene für eine Karte notwendige Kriterien wie konstante Massstäblichkeit, Messbarkeit oder uneingeschränkte Objektlokalisierung im Kartenbild nach wie vor nicht erfüllt.

## Daten

Zur Entwicklung dieser neuen Darstellungstypen werden komplementäre Datensätze für die Geländeinformation und für die topographische Information in vektorieller Form benötigt. Die Daten sollten sich vom Massstab, vom Generalisierungs- wie auch Detaillierungsgrad entsprechen. Demzufolge fiel die Wahl auf das Digitale Höhenmodell DHM25 sowie auf den schon weit entwickelten Datensatz VECTOR25, beide vom Bundesamt für Landestopographie (L+T), Wabern.

## Entwicklung einer Topographischen 3D-Karte

Zur automatischen Generierung von 3D-Karten hoher kartographischer Qualität

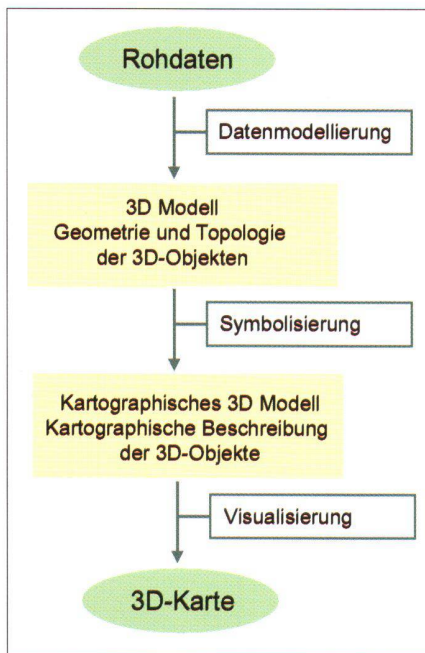


Abb. 3: Ablaufschema zur Entwicklung einer Topographischen 3D-Karte.

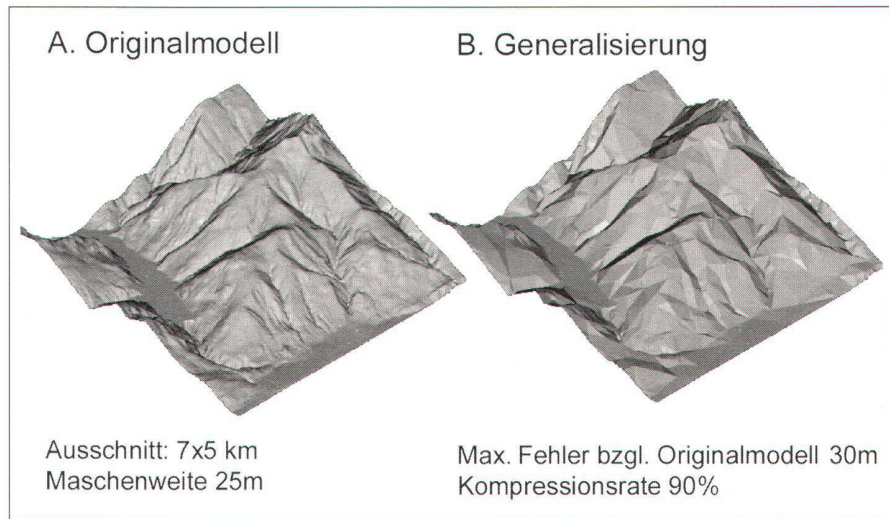


Abb. 4: Modellierung und Generalisierung des DHM25 (© L+T).

wird am IKA ein dreistufiges Verfahren entwickelt (Abb. 3):

### Datenmodellierung

Mit der Datenmodellierung wird ein sogenanntes 3D-Modell erzeugt, welches den gesamten Karteninhalt (Geometrie und Topologie) im Vektorformat enthält und die Basis zur Generierung der 3D-Karten bildet. Zur Datenmodellierung gehören folgende drei Schritte:

- Fusion der Daten: Daten aus verschiedenen Quellen und mit verschiedenen Eigenschaften (Genauigkeit, Vollständigkeit) müssen kombiniert werden, um ein einziges und vollständiges Modell zu erhalten.
- Generalisierung und Reduktion der Daten: Das DHM wird in einem ersten Schritt generalisiert. Dies ist notwendig, um eine korrekte kartographische Visualisierung (minimale Grössen) zu ermöglichen und um die Datenmenge zu reduzieren (Abb. 4). Für die Generalisierung wird ein für Flächen erweiterter Douglas-Peucker-Algorithmus angewendet. Die Datenreduktion wird durch eine sehr kompakte Beschreibungsweise (adaptive Triangulation) erreicht.
- Bildung der 3D-Geländeoberfläche: Durch die Verschneidung des DHM mit dem Datenlayer «Primärflächen» (Bodenbedeckung) entsteht ein objektorientierter Datensatz zur Beschrei-

bung der Erdoberfläche. Die einzelnen Objekte besitzen eine eigene unabhängige Geometrie. Die topologischen Relationen zwischen den Objekten bleiben gewahrt. Dies erlaubt uns, Analysen und Abfragen innerhalb des Modells durchzuführen.

### Symbolisierung

Zur Festlegung der optischen Erscheinung des Geländes und der topographischen Objekte gilt es eine Vielzahl von Betrachtungsfaktoren und graphischen Gestaltungsvariablen zu berücksichtigen. So werden zur optimalen Raumerkennung und -gestaltung das Blickfeld, die Beleuchtungsfaktoren und atmosphärische Gestaltungseffekte gewählt. Auch müssen bei der Objektgestaltung neben den aus der 2D-Kartographie bekannten graphischen Variablen wie Form, Grösse, Füllung, Tonwert, Farbe, Orientierung oder Position auch Schattierungen und Formveränderungen wegen perspektivischen Verzerrungen bestimmt werden.

### Visualisierung

Bei der Visualisierung wird schliesslich der Karteninhalt auf ein 2D-Ausgabemedium unter Verwendung der vorher spezifizierten Symbolisierung projiziert. Ein besonderes Problem bei 3D-Karten ist ihr fehlender globaler Massstab innerhalb der Darstellung. Die verschiedenen Objekte müssen in Abhängigkeit ihres lokalen



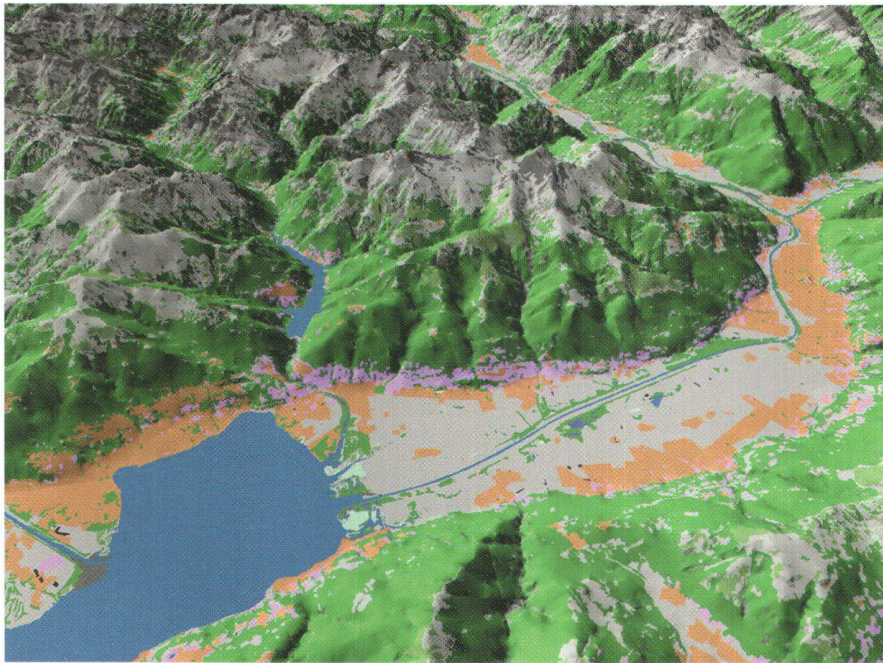


Abb. 5: Beispiel einer automatisch erstellten Topographischen 3D-Karte vom Raum Lago Maggiore (VECTOR25, DHM25: © L+T).

Masstabes generalisiert und dargestellt werden. Dies wird durch Kachelung des gesamten Modells berücksichtigt. Der Inhalt muss demzufolge für mehrere Massstäbe vorbereitet sein (Generalisierungsgrad). Das implementierte Visualisierungssystem übernimmt die Funktion, anhand des mittleren lokalen Masstabes jeder Kachel den Inhalt mit dem passenden Generalisierungsgrad zu wählen und auf dem Ausgabemedium zu visualisieren. Zur korrekten Wahrnehmung des Karteninhalts müssen die Projektionsart sowie die Faktoren zur Geländebetrachtung sorgfältig gewählt werden (Abb. 5).

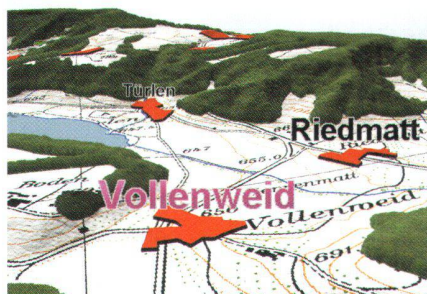


Abb. 6: Ansatz einer Topographischen 3D-Karte mit Textinformation vom Raum Türlen, kombiniert mit der rasterbasierten Pixelkarte PK25 (PK25, DHM25: © L+T).

auch, dass sich in solche Kartensysteme weitere thematische Daten integrieren und mit der topographischen Basisinformation darstellen lassen. Auch Funktionen für eine georeferenzierte Analyse der Daten in Abhängigkeit der Geländeparameter wie Höhe, Orientierung oder Neigung ermöglichen interessante Perspektiven (Abb. 6).

## Nutzen

Der Einsatz von Topographischen 3D-Karten wird nicht nur auf touristische Zwecke beschränkt bleiben. Interaktiv selektier- und manipulierbare Kartenausschnitte liessen sich explorativ auch in Bereichen wie Planung, Schule oder Wissenschaft einsetzen. Anzustreben ist demzufolge

## Ausblick

Die Realisierung von Topographischen 3D-Karten, die vollständig auf Vektordaten basieren, wird intensiv vorangetrieben. Ebenso wird an Symbolisierungskonzepten zur Ableitung von möglichen Standards für diese neuen Kartentypen gearbeitet. Wann interaktive Topographische 3D-Karten auch für die Schweiz als marktreife Produkte erhältlich sein werden, bleibt noch offen. Wichtig scheint dabei, dass die Informationsbedürfnisse der Benutzerinnen und Benutzer gebührend berücksichtigt werden und die Handhabung so einfach als möglich gestaltet wird. Denn nur so werden diese innovativen Kartenprodukte vom Publikum akzeptiert und können die bisherigen Landeskarten in sinnvoller Weise ergänzen.

### Literatur:

«Atlas der Schweiz – interaktiv» (2000): CD-ROM, Herausgeber: Bundesamt für Landestopographie, Wabern, Institut für Kartographie, ETH Zürich, Bundesamt für Statistik BFS, Neuchâtel.

Häberling, C. (1999): Symbolization in topographic 3D-maps – conceptual aspects for user-oriented design. Proceedings of the 19th ICA Conference, Ottawa, 2, 1037–1044.

Terribilini, A. (1999): Maps in transition – development of interactive vector-based topographic 3D-maps. Proceedings of the 19th ICA Conference, Ottawa, 2, 993–1001.

### Weitere Informationen:

<http://www.karto.ethz.ch/research/research8.html>

<http://www.karto.ethz.ch/research/research13.html>

dipl. Geogr. Christian Häberling  
 dipl. Ing. Andrea Terribilini  
 Institut für Kartographie  
 ETH Hönggerberg  
 CH-8093 Zürich  
 e-mail: haeberling@karto.baug.ethz.ch  
 e-mail: terribilini@karto.baug.ethz.ch