

**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:** 100 (2002)

**Heft:** 6

**Artikel:** Moderne Gebirgskartographie : und plötzlich diese Übersicht

**Autor:** Häberling, C. / Hurni, L.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-235912>

### **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:** 19.03.2025

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

## Moderne Gebirgskartographie ...und plötzlich diese Übersicht

Als Orientierungs- und Planungsgrundlagen sind Karten nicht nur für die Bevölkerung und Behörden unentbehrlich. Sie dienen in zunehmender Masse auch der Wissenschaft zur Analyse und Visualisierung von sozial-, landschafts- und wirtschaftspolitischen Problemstellungen. Ob nun Fragen des Klimawandels oder des zunehmenden Transitgüterverkehrs zu beantworten sind, ob Konsequenzen aus dem landwirtschaftlichen Strukturwandel oder der immer intensiveren touristischen Nutzung zu beurteilen sind: Adäquate kartographische Darstellungen tragen wesentlich zur Gewinnung neuer Erkenntnisse und zur verständlichen Vermittlung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse bei. Ein spezieller Schwerpunkt des folgenden Artikels bildet die Gebirgskartographie.

*Les cartes sont indispensables comme base d'orientation et de planification pour la population et les autorités. En outre, elles servent de plus en plus à la science pour l'analyse et la visualisation de problèmes d'ordre social, paysager et économique-politique. Qu'il s'agisse de répondre à des questions de changement climatique ou de trafic de transit de marchandises croissant, de juger des conséquences provoquées par le changement des structures agricoles, ou de l'utilisation touristique toujours plus intense: les représentations cartographiques adéquates contribuent de façon importante à obtenir de nouvelles connaissances et à faire connaître de façon compréhensible les résultats des recherches scientifiques.*

Le carte, come base di orientamento e pianificazione, non sono indispensabili unicamente alla popolazione e alle autorità, ma servono sempre più frequentemente anche all'economia per l'analisi e la visualizzazione delle problematiche sociali, agricole e politiche. Indipendentemente che si tratti di rispondere a interrogativi relativi ai cambiamenti climatici o al crescente traffico delle merci in transito, oppure se si intenda analizzare le conseguenze delle modifiche strutturali o lo sfruttamento sempre più intensivo del turismo: le precise rappresentazioni cartografiche sono essenziali per l'acquisizione di nuove conoscenze e per la trasmissione comprensibile dei risultati di ricerca. A riguardo la cartografia dei rilievi montagnosi costituisce un elemento chiave specifico.

*Chr. Häberling, L. Hurni*

### Entwicklung der Kartographie im 19. und 20. Jahrhundert

Schon in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden in den europäischen Alpenländern aufgrund von gesetzlichen oder militärischen Aufträgen umfassende topographische Geländeaufnahmen durchgeführt. Diese Entwicklung war massgebend beeinflusst durch die Festigung der europäischen Nationalstaaten.

Sie führte auch zur präzisen Vermessung der Gebirgs- und Hochgebirgsregionen in der Schweiz. Erstmals wurden damit präzise Grundlagen für ein landesweit homogenes topographisches Kartenwerk geschaffen. Es entstanden geometrisch präzise Kartenserien, zuerst die Dufourkarte im Massstab 1:100 000 und darauf aufbauend der Siegfriedatlas in den Massstäben 1:25 000 (Mittelland) und 1:50 000 (Gebirge). Für touristisch interessante Gebiete begann zudem der Schweizer Alpenclub in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts eigene Karten herauszugeben. Unter Verwendung die-

ses ausgezeichneten Grundlagenmaterials konnte die Landestopographie ab 1935 das moderne Landeskartenwerk erstellen. Die militärische Situation von damals erforderte eine rasche und flächendeckende Erstellung der Karten im mittleren Massstabsbereich von 1:50 000; die anderen Massstäbe wurden erst in den 50er Jahren begonnen. Bei allen Kartenwerken – auch bei den ausländischen – mussten die für Gebirgsregionen typischen morphologischen Charakteristika wie steile Bergflanken, Felsen, Geröll- und Gletscherbedeckung anschaulich, aber geometrisch dennoch möglichst korrekt dargestellt werden – ein schwieriges Unterfangen, das mitunter zu Kompromissen führte. Die hohe Präzision und die anschauliche Art, mit der die Gebirgsregionen erfasst und auf der Schweizer Landeskarte in ein topographisches Kartenbild umgesetzt wurden, gilt auch heute noch weltweit als Meilenstein in der Kartographie.

### Moderne Gebirgskartographie

Die offiziellen topographischen Kartenwerke werden heute nach wie vor als Basiskarten für zahlreiche wissenschaftliche Darstellungen räumlicher Phänomene und Prozesse beigezogen, dies gilt auch für Gebirgsregionen. Das Kartenbild ist wegen seiner hohen morphologischen Aussagekraft durch Höhenkurven und Reliefzeichnung sowie der massstabsgerechten Objektgeneralisierung und Symbolisierung prädestiniert zur Kombination und Überlagerung mit weiteren Themen.

Wie bereits erwähnt, etablierte sich die Gebirgskartographie schon früh als eigenständiges Teilgebiet der topographischen Kartographie. So wurden bereits im 19. Jahrhundert Gebirgsphänomene wie z.B. die Dynamik von Gletschern systematisch untersucht und mit Hilfe präziser topographischer Grundlagen kartiert (Hurni et al. 2000). Heute beschränkt man sich nicht mehr nur auf grosse Gebirgslandschaften wie die Alpen, sondern be-

fasst sich auch mit Phänomenen in kleinräumigen Gebieten mit Gebirgscharakter wie zum Beispiel Vulkaninseln oder Küstenabschnitte. Man kann deshalb in dieser Disziplin unzählige räumliche und thematische Ausrichtungen unterscheiden. Die – sicher unvollständige – Tabelle 1 gibt einen Eindruck der grossen Breite gebirgskartographischer Anwendungen. Doch nicht nur die offiziellen topographischen Landeskarten werden als Basis-karten zur Darstellung solcher Themen herangezogen. Immer häufiger – nicht zuletzt wegen der besseren Verfügbarkeit – werden auch Orthophotos (entzerrte Luftbilder) oder Satellitenaufnahmen mit thematischen Eintragungen versehen und zu so genannten Bildkarten verarbeitet. Zudem werden Gebirgsregionen seit rund zehn Jahren in multimedialen Kartenprodukten präsentiert, sei dies auf CD-ROM oder im Internet. Als erfolgreich vermarktete Beispiele für diese neuen Darstellungsformen können der vom Institut für Kartographie der ETH Zürich entwickelte, multimediale «Atlas der Schweiz –

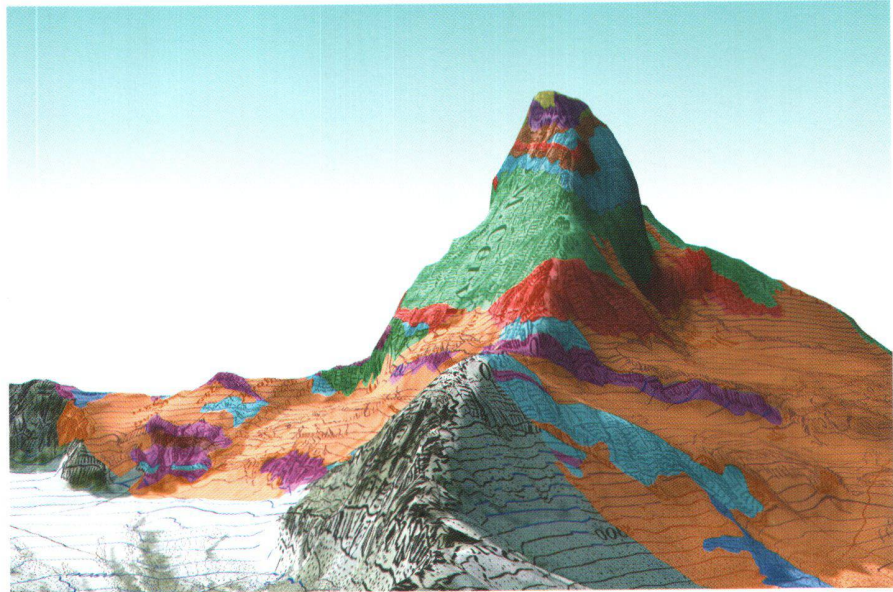


Abb. 2: Perspektivische Schrägansicht des Matterhorns mit überlagerter Geologie, Pixelkarte PK25 sowie integriertem Orthofoto, von Nordosten betrachtet (DHM25, PK25, Luftbild: © Bundesamt für Landestopographie, Wabern; Geologie: R. Oberhänsli, Uni Potsdam; K. Bucher, Uni Freiburg i. Br.).

interaktiv» oder verschiedene interaktive Wanderführer genannt werden.

## Einsatz moderner Informationstechnologien

All diesen jüngsten kartographischen Produkten – mit oder ohne Gebirgsbezug – ist gemeinsam, dass sie ausschliesslich mit digitalen Mitteln erstellt werden. Die noch bis in die 90er Jahre verwendeten analogen Kartenherstellungstechniken wie Glas- und Foliengravur sowie die reproduktionstechnischen Kopierverfahren haben weitgehend ausgedient. So werden auch in der Schweiz seit einigen Jahren die Landeskarten des Bundesamts für Landestopographie computergestützt nachgeführt. Die umfassende Computerisierung hat auch der Gebirgskartographie neue Impulse verliehen. Neben der grossen Leistungssteigerung der Hardware und den immer besseren Visualisierungsprogrammen erschliessen auch die umfangreichen Geodatensammlungen der Gebirgskartographie neue Horizonte. Die Datensätze werden mit neusten, hoch entwickelten Verfahren und Technologien wie digitale Photogrammetrie (Luft- und

Satellitenbilder), Airborne Laser-Scanning und Global Positioning System (GPS) erfasst und in Geoinformationssystemen (GIS) und Datenbanken verwaltet. Damit stehen sie einem immer breiteren Nutzerkreis zur Verfügung (Hurni et al. 2000). Wozu werden diese Daten in der Gebirgskartographie genutzt? Mit flächendeckenden Verbreitungsdaten in Vektor- oder Rasterform lassen sich beispielsweise unter Verwendung Digitaler Höhenmodelle (DHM) Gebirgslandschaften analytisch berechnen und als so genannte «3D-Karten» perspektivisch darstellen (Häberling 1999, Terribilini 2001). Weiter kann die Funktionalität zukünftiger Atlas-Informationssysteme dergestalt erweitert werden, dass das zugrundeliegende Datenmodell anhand der kartographischen Visualisierung ausgewertet und anschliessend die errechneten Ergebnisse wieder ins Modell zurückgeschrieben werden können (Kraak 2001). So kann die in diesem Beitrag abgebildete dreidimensionale Überlagerung von Topographie und Geologie des Matterhorns interaktiv verfeinert werden und damit eine verbesserte Interpretation ermöglichen. Oder die Modellräume mitsamt ihren vi-

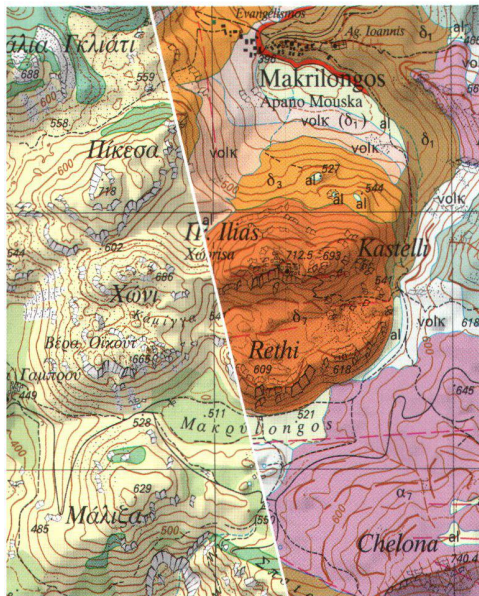


Abb. 1: Ausschnitt aus der digital erstellten topographischen (links) und der geologischen (rechts) Karte der Halbinsel Methana Methana/ Griechenland. Die gleiche topographische Basiskarte wird mit verschiedenen Themen (Landnutzung, Geologie) überlagert (Hurni 1995).

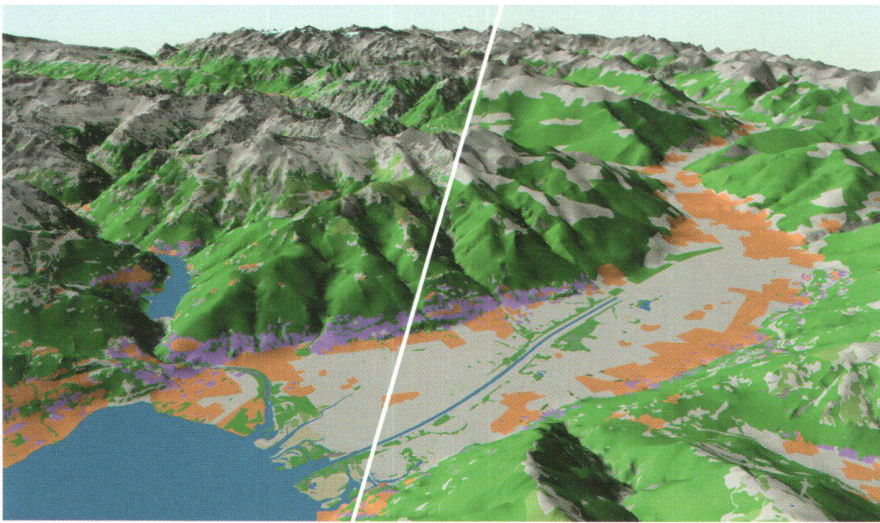


Abb. 3: Topographische 3D-Karte der Umgebung von Locarno, von Süden betrachtet. Linke Bildhälfte: Integration des Landschaftsmodells VECTOR25; rechte Bildhälfte: Kombination der beiden Landschaftsmodelle VECTOR25 (Vordergrund) und VECTOR200 (Hintergrund) mittels Level-of-detail-Technik, Höhenmodell DHM25 (Terribilini 2001; alle Daten: © Bundesamt für Landestopographie, Wabern).

sualisierten Phänomenen können virtuell durchflogen werden. Dabei ist es möglich, explorativ Informationen zu den einzelnen Landschaftsobjekten abzufragen (Terribilini 2001).

Auch wenn nur von einem einzigen Basismodell mit seinen integrierten Grunddaten ausgegangen wird, sind die technischen Möglichkeiten zur Konzipierung und Gestaltung von kartographischen Gebirgsdarstellungen mannigfaltig. Denkbar ist nicht nur die «klassische» multimediale Verknüpfung mit weiterem Bild-, Ton- und Textmaterial. Ebenso können mit spezieller Software Raum/Zeit-Simulationen über Gebirgsphänomene erstellt werden. Solche Anwendungen gelangen in jüngster Zeit vor allem in den Bereichen Naturgefahren (Lawinenniedergänge, Murgänge, Felsstürze) und Umweltdynamik (Vegetationsentwicklung, Immissionsausbreitung) zum Einsatz.

## Kartographie als Instrument anderer Wissenschaften

Gerade die Vielschichtigkeit der Daten und der eingesetzten Informatikinstrumente machen deutlich, dass die Gebirgskartographie heute in einem multidisziplinären Kontext zu betrachten ist. Sie versteht sich primär als methodenorientiertes Fachgebiet, das sämtlichen Wissenschaften Unterstützung bietet, welche sich mit räumlich verorteten Informatio-

nen im Gebirgsraum beschäftigen. So können nicht nur die klassischen Naturwissenschaften wie Geographie, Biologie und Umweltwissenschaften ihre Erkenntnisse mit dem Instrumentarium der Gebirgskartographie analysieren und visualisieren. Auch Historiker, Ökonomen oder Soziologen melden vermehrt Bedarf nach anschaulichen Visualisierungen ihrer Forschungsergebnisse an. Die Überlappung mit Bereichen der Informatik und den Kommunikationswissenschaften werden immer grösser. Es erstaunt deshalb nicht, wenn Gebirgskartographen vermehrt in wissenschaftlichen Programmen, welche sich mit den natürlichen und sozio-ökonomischen Zusammenhängen im Gebirgsraum beschäftigen, involviert sind. Als Beispiel hierfür sei das interdisziplinäre EU-Projekt «Geowarn» erwähnt, in welchem ein vulkanologisches Informations- und Warnsystem für die Insel Nisyros

in der Ägäis realisiert wird. Die involvierten in- und ausländischen Forschergruppen wollen durch ein multidisziplinäres Monitoringsystem und ein darauf abgestimmtes kartographisches Visualisierungssystem die Prognosegenauigkeit von Vulkanausbrüchen erhöhen und damit zum Schutz von Mensch und Natur beitragen.

## Intensivierte Forschung und internationale Zusammenarbeit

Die Gebirgskartographie als Teildisziplin der Kartographie erlebt zurzeit ein eigentliches «Revival». Deren Exponenten haben die potenziellen Bedürfnisse der Anwender erkannt und versuchen nun, die Defizite der Methoden zur visuellen Umsetzung von Themen zu orten. Um diese Anstrengungen zu koordinieren, hat sich die International Cartographic Association (ICA) 1999 entschlossen, eine «Commission on Mountain Cartography» zu etablieren (Hurni und Kriz, 2001). Sie vereint Wissenschaftler aller Bereiche der Geomatik, um gemeinsam die Analyse- und Visualisierungstechniken der Gebirgskartographie weiterzuentwickeln. Unter anderem wird verstärkt auf standardisierte Arbeitsabläufe bei der Integration flächendeckender, thematischer Geodatensätze und damit auf die Erweiterung bestehender Kartenmodelle hingearbeitet. Weiter werden universell

Themenbereiche	Phänomene (Strukturen, Prozesse)
Topographische Geländedarstellungen	Höhen: Darstellung mittels Höhenkurven, Höhenkoten, Netzwerken, Reliefzeichnung, Felszeichnung
Verbreitung und Oberfläche	Geologie, Geomorphologie, Glaziologie, Permafrost, Hydrologie, Klima
Dynamische Vorgänge	Gletscherentwicklung, Lawinen, Murgänge, Landschaftswandel, Vegetationsdynamik, Wetter
Anthropogene Einflüsse	Besiedlung, Wirtschaftsstrukturen (Berglandwirtschaft, Tourismus), Freizeitnutzung (Aktivitäten, Infrastruktur), Verkehr, Umweltimmissionen (Schadstoffe, Lärm), Kultur (Sprachen, Brauchtum)

Tab. 1: Gebirgskartographische Anwendungen.

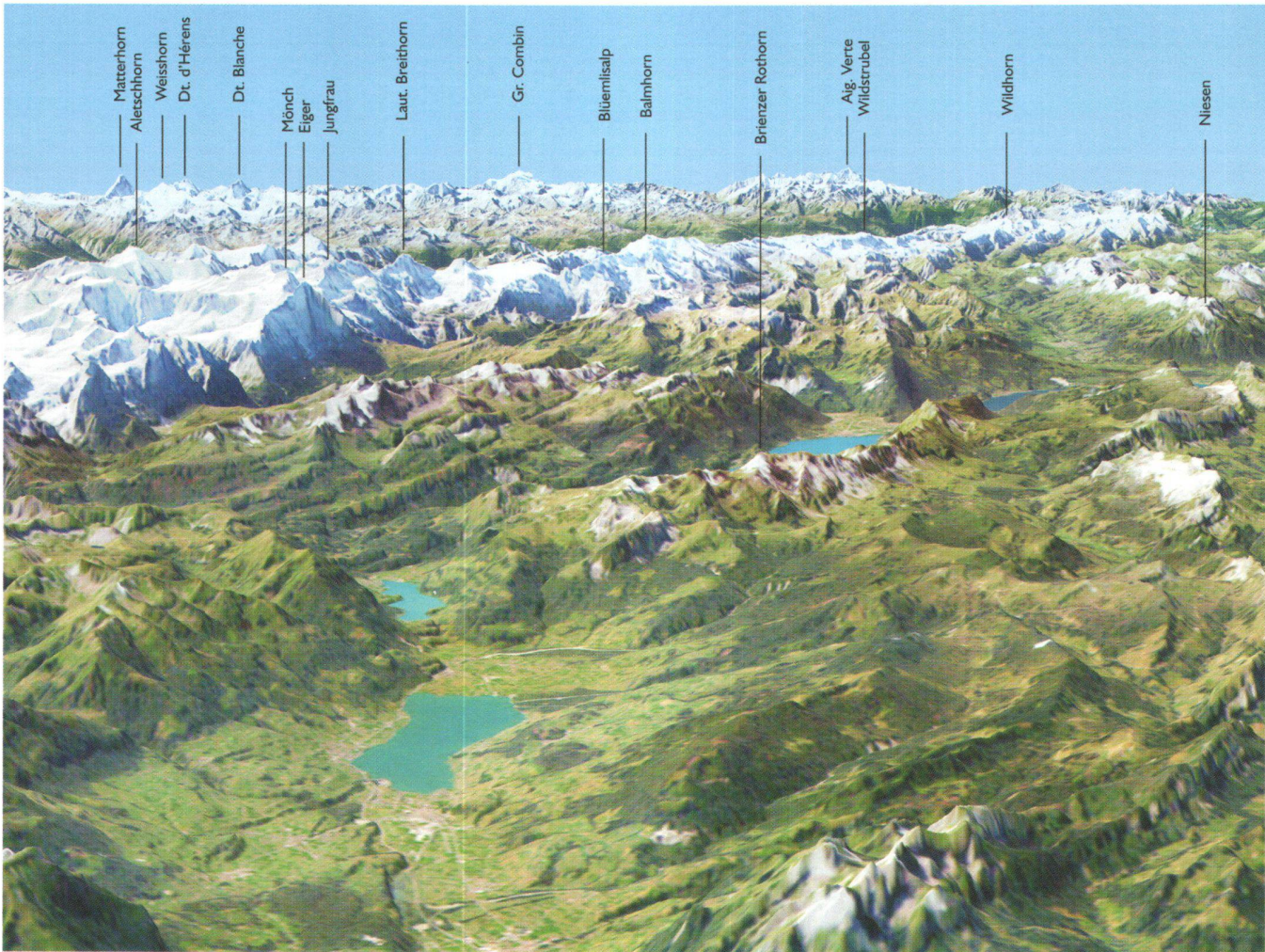


Abb. 4: Panoramabild Unterwalden für die Version 2 des «Atlas der Schweiz – interaktiv»: Überlagerung des Höhenmodells DHM25 mit Landsat-Satellitenbild (Huber und Sieber 2001; alle Daten: © Bundesamt für Landestopographie, Wabern).

einsetzbare Graphikwerkzeuge zur computergestützten Reliefzeichnung und Felsdarstellung entwickelt. Daneben wird das kartographische Theoriegebäude um neue Gestaltungsprinzipien und um interaktive, dreidimensionale, multimediale Kartentypen erweitert. In Zusammenarbeit mit anderen Hochschulen und Institutionen trägt auch das Institut für Kartographie der ETH Zürich in verschiedenen Projekten dazu bei, qualitativ hochstehende Problemlösungen zur effizienten, benutzergerechten Analyse und Visualisierung von gebirgsbezogenen Phänomenen zur Verfügung zu stellen.

*Literatur:*

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

Huber, S. und R. Sieber (2001): From flatland to spaceland. Concepts for interactive 3D Navigation in high standard atlases. Proceedings of the 20th International Cartographic Conference ICC, Beijing, China, Vol. 2, 841–848.

Hurni, L. (1995): Modellhafte Arbeitsabläufe zur digitalen Erstellung von topographischen und geologischen Karten und dreidimensionalen Visualisierungen. Dissertation, Institut für Kartographie der ETH Zürich.

Hurni, L. und K. Kriz (2001): Kartographie europäischer Hochgebirge. Kartographische Nachrichten, 2/01, 83–91.

Hurni, L., A. Käab und C. Häberling (2000): Kartographische Darstellung glazialer Phänomene – zeitliche Entwicklung und heutiger Stand. Salzburger Geographische Arbeiten, Band 36, 23–38.

Kraak, M.J. (2001): 3-D-mapping on the World Wide Web. Kartographie 2001 – multidisziplinär und multimedial: Beiträge zum 50. Deutschen Kartographentag, Verlag Wichmann, Heidelberg, 215–226.

Terrilini, A. (2001): Entwicklung von Arbeitsabläufen zur automatischen Erstellung von in-

teraktiven, vektorbasierten topographischen 3D-Karten. Dissertation, Institut für Kartographie der ETH Zürich.

Der hier wiedergegebene Beitrag ist ursprünglich im ETH-Bulletin 284 vom Februar 2002 erschienen.

Prof. Dr. Lorenz Hurni  
Vorsther des Institutes für Kartographie der ETH Zürich und Chefredaktor des «Atlas der Schweiz»

Christian Häberling  
dipl. Geogr., lic. oec. publ.  
Doktorand am Institut für Kartographie der ETH Zürich

Institut für Kartographie  
ETH Hönggerberg  
CH-8093 Zürich  
hurni@karto.baug.ethz.ch  
haeberling@karto.baug.ethz.ch