

„3D“ – Kartographie“ als Voraussetzung für besser verständliche Präsentation raumbezogener Daten

Markus JOBST, Georg GARTNER, Mario HEISLER

Markus Jobst, JOBSTMedia Präsentation Verlag, Welzeneggerstrasse 84, A-9020 Klagenfurt, jobst@cyberproduct.com;
Georg Gartner, Institut für Kartografie und GeoMedientechnik, Karls gasse 11, A-1040 Wien, georg.gartner@tuwien.ac.at ;
Mario Heisler, Institut für Kartografie und GeoMedientechnik, Karls gasse 11, A-1040 Wien, mario@heisler.com

1. EINFÜHRUNG

Die technologische Entwicklung der letzten zwei Jahrzehnte hat den Fachbereich der Kartographie und den Prozess der Reproduktion revolutioniert. Früher analog durchgeführte Herstellungsschritte einer Karte können heute am Computer präzise und zeitoptimiert durchgeführt werden. Aber nicht nur die Herstellung wurde erleichtert, sondern auch die Möglichkeiten der Präsentation haben sich erweitert. Leistungsfähige Personal- und Heimcomputer und die Einführung des Internet für den privaten Gebrauch eröffnen neue Perspektiven für die Kartographie.

Printmedien sind für eine öffentliche Informationsübertragung nicht mehr zwingend nötig. Vielmehr können digitale Karten durch interaktive Elemente ergänzt und so den Bedürfnissen eines Benutzers z.T. angepasst werden.

Ein entscheidender Schritt im Rahmen der digitalen Kartographie ist es nun aber auch, die dreidimensionale Welt wiederum dreidimensional zu präsentieren. Die Idee dabei ist, weniger abstraktes Vorstellungsvermögen und kartographisches Vorwissen zu benötigen, um das Gezeigte verstehen zu können. Dadurch wird es vermehrt möglich, regionale multimediale und dynamische Modelle einem breiten Publikum näher zu bringen und diesem geografische Wissensbildung zu erleichtern.

Dieser Artikel greift Aspekte der „3D-Kartografie“ auf, versucht weitere notwendige Entwicklungen erkenntlich zu machen und beleuchtet die Nutzungsmöglichkeiten.

2. DEFINITION "3D-KARTE"

Der Begriff "3D-Karte" wird in verschiedenen Zusammenhängen verwendet. Es ist daher zunächst notwendig, die Begriffe festzulegen.

In diesem Artikel verstehen wir unter "topografische 3D-Karte" die kartografische - daher generalisierte – Repräsentation von topographischen Objekten auf einem 3D-Geländemodell. Die Präsentation des 3D-Modells inklusive seiner Oberfläche auf einem 2D-Ausgabemedium (Bildschirm) erfordert nun zur Erhaltung der perzeptiven Wahrnehmbarkeit der präsentierten Objekte spezielle Visualisierungsformen und –algorithmen, z.B. in der Symbolisierung, der perspektivischen Anzeige etc.. In der „analogen“ Kartographie wurden diesbezügliche Überlegungen als „kartenverwandte Darstellungen“ zusammengefaßt (vgl. Kriz 1999). Im Falle einer topographischen 3D-Karte sollen alle „topographischen“ Grundelemente zur Darstellung gelangen. Neben den durch das Geländemodell präsentierten Geländemerkmalen werden auch topografische Elemente, wie See, Fluss, Besiedelung, Landnutzung und Infrastruktur (Eisenbahn, Strassen) dargestellt. Letztlich ist aber auch im Falle des Präsentationsmittels „3D-Karte“ davon auszugehen, daß alles was zur Darstellung gelangt, auch perzeptiv wahrnehmbar und erschließbar sein muß.

Das Ziel der topografischen 3D-Karte ist also, adäquat zu einer topographischen 2D-Karte, nicht die detaillierte Abbildung der Realität, sondern die sachgerechte realitätsnahe, vereinfachte und inhaltlich ergänzte Modellbildung der Realität, in diesem Falle im Rahmen eines 3D-Modells.



Abbildung 1: 3D-Ansicht mit aufmoduliertem SATbild, Quelle: www.3dnature.com

3. KARTOGRAFISCHE UMSETZUNG

Die klassische topografische Karte kann auf eine lange Entwicklungsgeschichte zurückblicken. Die Auswahl und die Positionierung von Elementen ist gut zu durchdenken und folgt strengen Regeln. Dadurch ist es mit einiger kartografischer Bildung möglich, die gezeigte Information zu verstehen.

Im Gegensatz dazu liefern 3D-Modelle Information über die Geländeoberfläche eher intuitiv. Das Gelände wird sofort erkannt und muss nicht erlesen werden. Die strengen Regeln einer 2D-Karte können allerdings nicht direkt für die Darstellung eines dreidimensionalen Raumes angewandt werden, da in der 3D-Ansicht ebene Symbole nicht mehr erkennbar wären, sich die Überlagerung von Elementen mit jeder Ansicht desselben Ausschnittes ändert und eine Ansicht mehrere entfernungsabhängige Maßstäbe enthält.

Gegenüber dem klassischen kartografischen Produkt besitzt die 3D-Darstellung einige besondere Eigenschaften:

Als Konsequenz der perspektivischen Ansicht ist die Geometrievergleichbarkeit verändert.

Nachdem der Maßstab nicht konstant ist, können keine Distanzen gemessen werden, die außerhalb der Blickachse liegen oder im Vordergrund nicht orthogonal auf dieser stehen.

Elemente der Karte können durch das Gelände verdeckt werden und verhindern das Erkennen der allenfalls gewünschten Information.

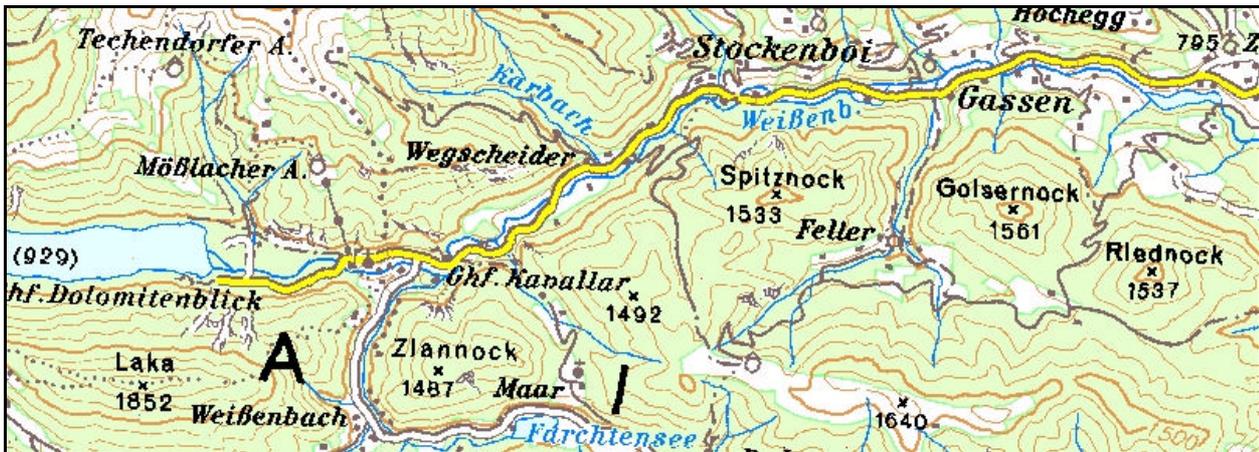


Abbildung 2: 2D Karte, ÖK 50, Quelle: www.bev.gv.at

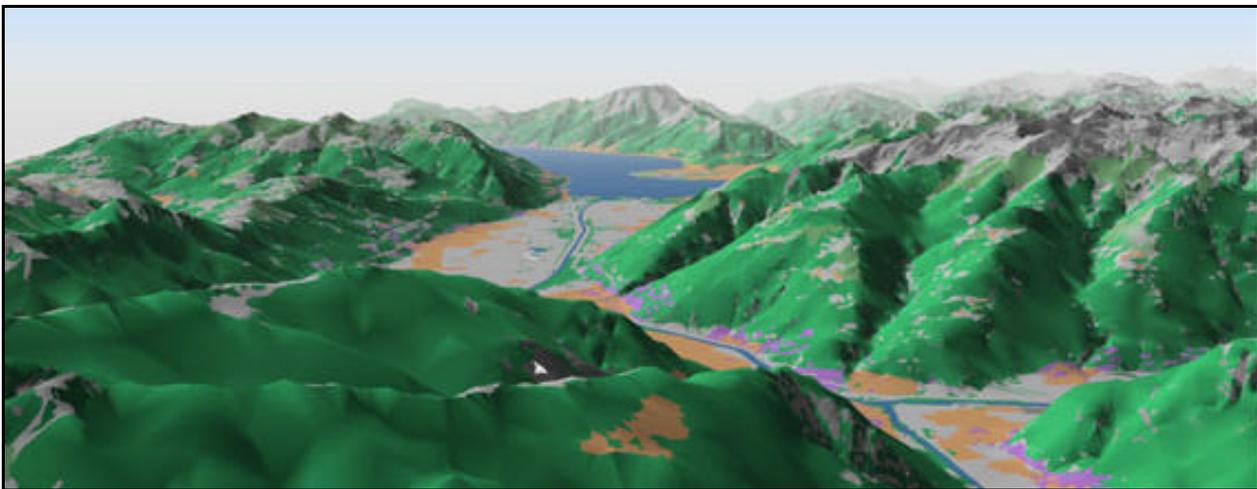


Abbildung 3: Perspektive Karte mit verdecktem Bereich, Quelle: www.karto.ethz.ch

Diese Nachteile können durch geeignete Ausgabemedien abgeschwächt werden. Die Programmierung einer 3D-Karte als interaktive Bildschirmdarstellung erlaubt eine Drehung des Geländes - und daher die Beseitigung der Verdeckung - und die Entfernungsmessung auf dem Gelände.

Es ist nützlich, zwischen zwei Arten von 3D-Karten zu unterscheiden:

Einerseits gibt es topografische 3D-Karten mit rasterbasierten Daten. Hierbei werden klassische 2D-Karten auf das digitale Höhenmodell aufgebracht. Nur mit den richtigen Einstellungen für Blickwinkel und (Flug)höhe können hier Informationen sinnvoll extrahiert werden. Ansonsten ist diese Art der 3D-Karte unvorteilhaft. Die Elemente sind in ihrer Symbolisierung und Position starr verankert und nutzen nicht die dritte Dimension. Beschriftungen werden schnell unlesbar, Elemente - wie Strassen oder Eisenbahnlinien - können nicht mehr unterschieden werden, fein texturierte Symbole werden nicht mehr erkannt und Höhenlinien liegen nicht mehr auf einem Niveau. Ebenso wird die Rasterstruktur sichtbar, wenn das projizierte Bild keine genügend hohe Auflösung besitzt. Dies kann der Fall sein, wenn die Datenmenge begrenzt werden muss.

Die Herstellung von rasterbasierten 3D-Karten ist sehr einfach und schnell durchzuführen. Man benötigt nur ein digitales Höhenmodell und das Rasterbild – letzteres gewinnt man aus einer existierenden 2D-Karte.

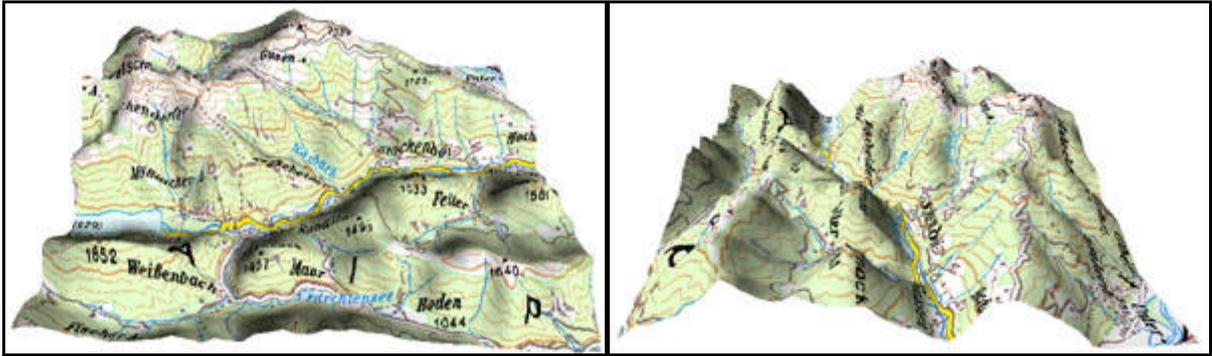


Abbildung 4+5: Bilder von 3D Karten mit Rasterbild, zweifache Geländeüberhöhung, Quelle: www.bev.gv.at

Andererseits gibt es topographische 3D-Karten mit vektorbasierten Daten. Die Elemente und deren Ausrichtung ist nicht fixiert. Die Symbolisierung kann an den Verwendungszweck angepasst werden und nützt die dritte Dimension für die Darstellung.

Die Herstellung einer vektorbasierten Karte ist sehr aufwendig, denn es reicht nicht, die vorhandenen Daten auf die Geländeform zu texturieren. Es müssen Wege einer effizienten und für den Nutzer ansprechenden Symbolisierung gefunden werden und es bedarf einer hinreichenden Generalisierung.



Abbildung 6: Bild einer 3d Karte mit vektorbasierten Daten, Quelle: www.karto.ethz.ch

4. DATENGRUNDLAGEN

Zur Herstellung einer 3D-Karte können verschiedenste Quellen verwendet werden können. Das digitale Höhenmodell ist bis zu einer Auflösung von einem Kilometer beim USGS (<http://www.usgs.gov>) frei downloadbar. Detailliertere Höhenmodelle müssen angekauft oder selbst erstellt werden (vgl. Kraus).

Die Leistungsfähigkeit der gegenwärtigen Computertechnologie erfordert eine Reduktion der Datenmengen, wenn die Karte dynamisch und interaktiv sein soll. Besonders wirksam werden diese Reduktionen bei der Anwendung geeigneter Algorithmen der Geländemodellierung, wie der Delaunay Triangulation. Diese berechnet aus den relevanten Höhenpunkten ein Netz mit möglichst gleichseitigen Dreiecken. Werden gleichzeitig kleinste Details vernachlässigt, können erhebliche Datenreduktionen erzielt werden. Ein Beispiel liefert uns Andrea Terribilini, Institute of Cartography, ETH Zürich:

Die Anwendung eines erweiterten Delaunay Algorithmus auf eine Region von 7x5 Kilometern des DEM 25 der Schweiz mit einem kleinsten Detail von 5m in der Natur erreichte eine Reduktion der Datenmenge von 83%.

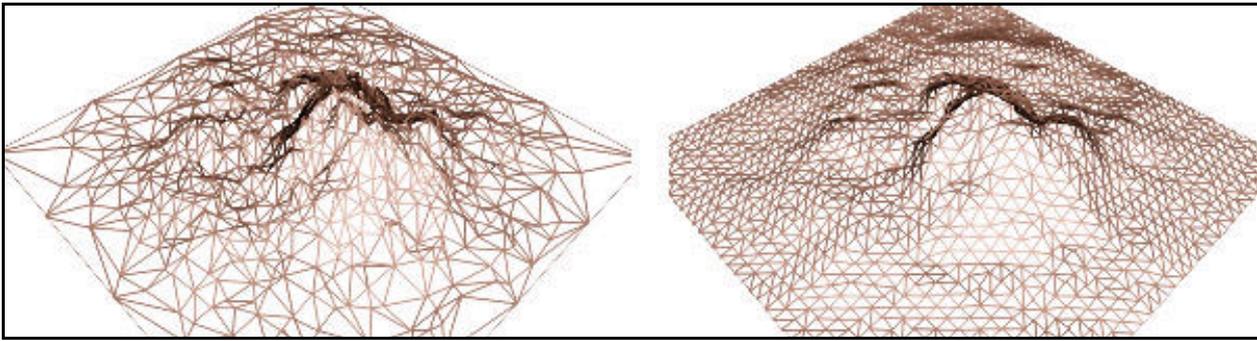


Abbildung 7+8: adaptive Geländemodellierung (Delaunay) und Gittertriangulation

Vektordaten der Strassen, Flüsse, Eisenbahn und Höhenlinien weltweit sind ebenso im Internet (<http://ortelius.maproom.psu.edu/dcw/>) und können für die Produktion genutzt werden sofern die gelieferten Genauigkeiten dem geforderten Maßstab genügen. Genauere und aktuellere Daten sind bei den Bundesanstalten in digitaler Form als DLM (Digitales Landschaftsmodell) erhältlich.

Bei Verwendung unterschiedlicher Datenquellen muss besonders darauf geachtet werden, dass diese untereinander hinsichtlich Qualität und Projektionsart abzustimmen sind.

5. SYMBOLISIERUNG IN TOPOGRAPHISCHEN KARTEN

Theoretisch wäre eine Darstellung ohne Symbole, ausschließlich mit den Modellen der realen Elemente denkbar. Sinnvoll durchführbar ist dies aber nur, wenn sich der Betrachter so nahe an einem Element befindet, dass alle Details erkennbar sind. Mit wachsender Entfernung nimmt auch die perzeptivische Erfassungsmöglichkeit ab und das "reale" Modell verliert für den Betrachter an Details. Von diesem Punkt an macht es keinen Sinn die komplette Datenmenge weiterhin darzustellen. Unwichtige - nun nicht mehr sichtbare - Details können weggelassen werden.

Bei noch größerer Entfernung werden auch die charakteristischen Merkmale bis zur Unkenntlichkeit geschrumpft sein. Nun wird es notwendig - will man diese Information erhalten - die Charakteristiken zu vergrößern und wieder erfassbar zu machen. Einfach ausgedrückt: Es ist ein Symbolentwurf durchzuführen.

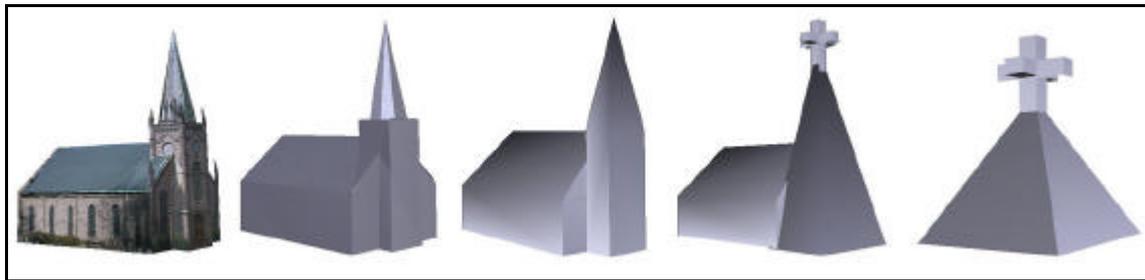


Abbildung 9: Symbolentwicklung

Die Symbolisierung von Elementen einer Karte ist demnach unausweichlich und notwendig für die visuelle Aufnahme des Betrachters. Im Bereich der 3D-Karte gibt es aber noch kein festes Regelwerk wie bei der 2D-Karte, das die Symbolisierung festlegt. Immerhin blicken wir in der traditionellen Kartografie auf eine über Jahrtausende entwickelte Wissenschaft. Beginnend mit der nubischen Goldminenkarte zur Veranschaulichung und Registrierung der Goldvorkommen, über die topografischen Landesaufnahmen Österreichs zu militärischen Zwecken bis zu den heutigen Wander- und Freizeitkarten für eine breite Öffentlichkeit, war die Karte immer ein leicht verständliches Hilfsmittel und Werkzeug.

Die grundlegenden Prinzipien der 3D-Kartografie rücken zunehmend in den Fokus von Forschungsanstrengungen (vgl. Kriz 1999, Hurni 1995). Hierbei stehen die Bedürfnisse von unterschiedlichen Benutzergruppen im Vordergrund. Dreidimensionale Produkte müssen auf Grund der Auffassung des Betrachters noch mehr auf ein bestimmtes Ziel hin entwickelt werden. Das Verständnis des Betrachters für die Kartensymbolik wird stark von seinem Hintergrundwissen und seiner Intuition bestimmt werden.

6. DIE DURCHFÜHRUNG DER VISUALISIERUNG

6.1 Grundlegendes

Die Umsetzung der topographischen 2D-Karte wird durch den konstanten Maßstab auf dem gesamten Kartenblatt erleichtert. Alle Darstellungen der Elemente folgen den gleichen Regeln, die für diesen Maßstab entworfen wurden.

Bei der perspektivischen Ansicht müssen verschiedene Maßstäbe - oder besser - Detaillierungen verwendet werden. Sollte die 3D-Karte dynamisch sein, so müssen Vorschriften gefunden werden, die die Detaillierungen mit der Blickrichtung ändern.

Eine Lösungsmöglichkeit bietet die Methode LoD (Level of Detail). Dabei wird das Gelände in ein quadratisches Raster eingeteilt. Je weiter weg sich eine Zelle vom Standpunkt befindet, desto geringer wird ihre Detaillierung sein. Diesem Genauigkeitsgrad entsprechend müssen dann die zuvor festgelegten und generalisierten Symbole verwendet werden.

Ist die Detaillierung gelöst, dann müssen Überlagerungen von Elementen beseitigt werden, um die Lesbarkeit zu erhalten. Zur Zeit ist noch kein Algorithmus für diese Aufgabe vorhanden. Statische 3D-Karten müssen daher manuell "bereinigt" werden, dynamische 3D-Karten sollten vorerst den Standpunktwechsel so einschränken, dass diese Probleme nicht störend auftreten.

6.2 Programmlösungen

Erst durch die hohen Rechnerkapazitäten wurde es möglich, an dynamische 3D-Kartendarstellungen für den Benutzer zu denken. Computerspiele liefern uns die ersten Umsetzungen für das freie Bewegen im Raum. Die Darstellungsqualität hat sich in den letzten Jahren derart gesteigert, dass auch eine kartografische Applikation möglich wird. Leider ist man beim Einsatz dieser Programmierung auf den Personal Computer (PC) beschränkt. Eleganter wäre eine plattformunabhängige Lösungsmöglichkeit, wie VRML (Virtual Reality Modelling Language). Leider lässt VRML nur einen beschränkten Einsatz von Interaktivität zu und ist bei der Bewegung durch den Raum weit von der Realität entfernt.

Eine neue Möglichkeit bietet die Firma Macromedia mit der Version 8.5 von Director. Hierin kann man sich wie in einem Spiel durch das Gelände bewegen, Texturen durch Drücken von Buttons ändern und jegliche Art von Interaktivität durch die programmeigene Scriptsprache Lingo einprogrammieren.

Die Forderungen an die dynamische 3D-Karte sind hoch. Neben der intuitiven Verständlichkeit und der leichten Bedienung sollte man sich entweder fliegend oder gehend (je nach Maßstab) frei und realitätsnah durch den Raum bewegen können und durch multimediale Elemente diesen erforschen.

7. ANWENDUNGSBEREICHE UND AUSSICHTEN

Es zeigt sich, dass die Entwicklung einer 3D-Karte sehr aufwendig ist und daß die Wissenschaft noch einige Fragen zu beantworten hat. Auch jene, ob der Aufwand zu rechtfertigen ist. Um in diesem Fall eine Antwort geben zu können, müssten die Bedürfnisse der verschiedenen Benutzergruppen klar definiert sein. Bis diese Untersuchungen nicht abgeschlossen sind, bleibt die Notwendigkeit einer engen Zusammenarbeit mit Zielgruppen und deren Einbindung in die Entwurfsphase aufrecht.

Mit den richtigen Systemen für die Datensammlung, wie geografischen Informationssystemen, können die darzustellenden Informationen schnell ausgelesen, gewechselt und aufbereitet werden.

Das Hauptaufgabengebiet bleibt die Generalisierung und die Symbolisierung der raumbezogenen Informationen für den 3D-Bereich.

Die Verwendung der 3D-Karte als allgemein verständliche Diskussionsgrundlage findet großen Anklang. Besonders im Bildungsbereich erfreuen sich viele Menschen an der leicht lesbaren Regionaldarstellung. Es wird immer leichter, fremde Regionen im eigenen Heim zu erforschen und sich einen Überblick zu verschaffen.

Auch in der Wissenschaft ist der Einsatz von 3D-Karten denkbar. Als Beispiel könnten in der Archäologie sämtliche gesammelten Daten vereint in 3D-Darstellungen einfließen. Virtuelle Geländebegehungen für Fachleute, aber auch ein allgemein interessiertes Publikum, scheinen gleichermassen nahe zu rücken.

Die Nutzungsmöglichkeiten der 3D-Karte sind vielfältig. Sie reichen von Tourismus, Freizeit, Sport bis zur urbanistischen Denkmalpflege. Ihr Einsatz wird sich überall dort etablieren, wo eine leicht verständliche regionale Diskussionsbasis notwendig ist. Voraussetzung wird dabei immer die professionelle Aufbereitung der Daten durch den Kartographen bleiben.

LITERATUR

- Häberling, C. (1999): Symbolization in topographic 3D-maps - conceptual aspects for user oriented design. Proceedings of the 19th ICA conference, Ottawa, 2, 1037-1044.
- Hurni, L. (1995): Modellhafte Arbeitsabläufe zur digitalen Erstellung von topographischen und geologischen Karten und dreidimensionalen Visualisierungen. Diss. ETH Zürich. (ftp://ftp.karto.ethz.ch/pub/pub_pdf/varia_hurni_WBT_1999_d.pdf).
- Kraus, K. & C.Ries (1999): Erfassung und Visualisierung von 3D-Welten. In: 4-Münchner Fortbildungsseminar „Geoinformationssysteme“, Vortragsmanuskript. (<http://www.ipf.tuwien.ac.at/veroeffentlichungen/3d-welten.pdf>)
- Kriz, K. (1999): Perspektiven in der Kartographie. In: Kretschmer I./Kriz K. (Hrsg.): 25 Jahre Studienzeitung Kartographie (= Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 12), S.46-56, Wien 1999
- Terribilini, A. (1999): Maps in transition - development of interactive vector-based topographic 3D-maps. Proceedings of the 19th ICA conference, Ottawa, 2, 993-1001.