

Die Visualisierung mehrdimensionaler Daten mit multimedialen kartografischen Methoden in archäologischen Anwendungen

Markus JOBST

(Markus Jobst, Institut für Kartografie und GeoMedienTechnik, TU Wien, Karlsplatz 11, A-1040 Wien, jobst@cyberproduct.com;
JOBSTMedia, Präsentation Verlag, Welzeneggerstrasse 84, A-9020 Klagenfurt, <http://www.jobstmedia.at>)

1 EINLEITUNG

Die Meinungsbildung und Aufklärung der Öffentlichkeit ist ein bedeutendes Anliegen bei Planungsprojekten. Aber nicht nur in der Planung, sondern bei jedem Versuch der regionalen Informationsvermittlung werden geeignete Visualisierungsarten benötigt. So ist man besonders in der Archäologie bemüht, erarbeitete Erkenntnisse effektiv zu kommunizieren. Bei Themen mit regionalen Bezug ist die Karte das geeignete Hilfsmittel. Die Kartografie stellt nach jahrhundertlangender Entwicklung geeignete Vorschriften und Werkzeuge zur Verfügung, die für die digitalen Möglichkeiten angepasst werden müssen.

Die planergänzende Präsentation mit Hilfe von digital erstellten 3D Ansichten und Filmen ist mittlerweile etabliert. Je nach Wichtigkeit eines Projektes wird enormer Aufwand in der 3D Modellierung und Programmierung angewandt. Die allenfalls vorhandenen Regeln einer kartografischen Bearbeitung werden oft aus Unwissenheit oder Zeitmangel nicht oder nur zum Teil berücksichtigt. Auf Grund des fehlenden Bewusstseins einer nachhaltigen Nutzung geleisteter Arbeiten wird die Erstellung einer einheitlichen Norm von Metadaten für die erstellten Modelle und erfassten Daten nicht in Betracht gezogen. Diese ist grundlegend für die Einführung eines kartografischen "Content Management Systems", welches vorhandenes Material verwenden und somit zur Visualisierung heranziehen und durch die Mitführung der zeitlichen Komponente auch Regionalentwicklungen näherbringen könnte.

Im folgenden Artikel werden die theoretischen Grundlagen und Möglichkeiten der Multimediakarte aufgezeigt, die bestehenden Datenangebote, deren Metadaten und die Wünsche für künftige Datenakquisitionen diskutiert und anhand des Projektes "Carnuntum 3D" erste Umsetzungen in Richtung eines kartografischen "Content Management Systems" für eine archäologische Anwendung präsentiert.

2 MULTIMEDIA – EIN THEORETISCHER EXKURS

Die Darstellungsregeln in der Kartografie wurden im Laufe ihrer Entwicklung auf die Möglichkeiten des verfügbaren Ausgabemediums - das Papier - spezialisiert und höchst detailliert verfeinert. Vorschriften, wie der 3D Raum auf einer 2D Fläche darzustellen ist und welches die effizientesten Symbole sind, wurden präzisiert. Das geschaffene kartografische Produkt stellt dem Betrachter ein Werkzeug der schnellen regionalen Informationsaufnahme zur Verfügung – eine Ausbildung oder Begabung zum Kartenlesen wird vorausgesetzt.

Die digitalen Technologien haben die traditionelle Kartografie um den Fachbereich der Multimediakartografie erweitert. Obwohl nun verschiedenste Kommunikationsformen vereint werden können, dominiert noch immer das "Papierdenken" [Peterson, 1995] den Multimediakartenentwurf. Es wird in der Kartografie mit digitalen Ausgabemedien noch immer versucht, möglichst viel Information - meist durch grafische Symbole codiert - für unterschiedlichste Nutzergruppen zu transportieren, anstatt auf jede Gruppe einzugehen.

Die Möglichkeiten von Multimedia gehen aber weit über die des 2D Bereiches hinaus. Obwohl eine 2D Karte die besten Orientierungsgrundlagen schafft, haben mehr als 60% der Nutzer von topografischen Karten Schwierigkeiten, eine Raumvorstellung aus flachen Karten abzuleiten [Buchroither, 2002]. Diese Erkenntnisse bestärken die zukünftige Verwendung von kartenverwandten Darstellungen - Vogelperspektiven, 3D Ansichten - und zeigen die Vorteile durch die intuitive Erfassung der Geländeform und der 3D Lage der Elemente zueinander. Den unbestreitbaren Nachteilen der fehlenden Geometrievergleichbarkeit, der unmöglichen Entfernungsabschätzung und der Verdeckung müssen entsprechende Programmierverfahren entgegenwirken. So können Werkzeuge zur Entfernungsmessung oder Bewegungsfreiheiten der Kamera geschaffen werden.

Unabhängig von der Art der Datenvisualisierung - 2D oder 3D - wird die Akzeptanz der Karte immer von der Erreichung der Kommunikationsziele abhängig sein:

- Die positive Einstellung gegenüber dem Produkt durch eine einfache, ansprechende Oberfläche.
- Die Überzeugung zur Anwendung durch eine einfache intuitive Menüführung.
- Die Zufriedenstellung durch die sinnvolle Präsentation der angeforderten individuellen Information.

Ein Hilfsmittel zur Erreichung dieser Ziele ist sicher das Verständnis von "Multimedia". Dies ist nicht nur eine Technik, die verschiedene Präsentationsformen mit Hilfe von Computern oder computergestützten Geräten vereint, sondern stellt durch die gleichzeitige unabhängige Verwendung von Schrift, Bild, Ton, Film und Interaktivität eine integrative Kommunikationsform dar, die sich mehrerer Sinneskanäle - aktiv und passiv - gleichzeitig bedient (Multimodalität). Der Vorteil dieser Form ist die effiziente Informationsdarstellung in einer realistischen - und dadurch intuitiv erfassbaren - Präsentation der Welt ohne der Festlegung von Modalitätsparametern. Das unterschiedlich ausgeprägte Sinnessystem des Benutzers bedient sich der differenzierten Informationsaufbereitung nach seinem Vorteil. Es wird jene Codierung am schnellsten aufgenommen, die am ehesten dem Anwender entspricht. Ein solches System ist zwar noch nicht entwickelt und würde enorme Forderungen an die Datenvorbereitung stellen, ist aber jedenfalls erstrebenswert. Viele Probleme, die in der Telekartografie - jener Bereich der Kartografie, der sich mit dem Austausch von raumbezogenen Informationen über mobile Endgeräte beschäftigt - bei der Informationsdarstellung durch beschränkte Datenmengen und kleine Bildschirme auftreten, könnten damit umgangen werden.

In den Forschungsprojekten "LOL@" und "Navio" der Institutes für Kartografie und GeoMedienTechnik der TU Wien wurden und werden erste Untersuchungen und Problemlösungen durchgeführt.

Im historischen und kulturellen Themenbereich hätten Erfolge in der Durchsetzung von nutzerspezifischen multimedialen Techniken die Schaffung eines einzigartigen zentralen Informationssystems zur Folge. Unterschiedlichste in der Datenbank verwaltete Thematiken wären unabhängig von der Nutzergruppe visualisierbar. Sowohl Experten als auch Laien könnten durch dieses zentral verwaltete Werkzeug bedient werden. Allerdings dürfen grundlegende Probleme bei der Datenerfassung nicht durch mögliche Lösungen im technischen Bereich vergessen werden. Das am Besten funktionierende Multimediasystem ist nicht in der Lage Daten zu visualisieren, wenn diese nicht festgelegt wurden. Besonders bei historischen Themen ist die Datenzuordnung für Zeit und Raum oftmals schwierig.

Bei archäologischen Anwendungen stellt schon die dritte Dimension eine grosse Herausforderung für die Bauforscher und die Herstellung von Rekonstruktionen dar. Auf Grund von Indizien können die Gebäudehöhen und Aufrissarchitekturen ermittelt werden. Es wird für die Kartografie zur Aufgabe, alle Interpretationen zu berücksichtigen und eine objektive Präsentation zu ermöglichen. Nur die Verwendung aller möglichen Darstellungen kommuniziert ein reales Bild der Vergangenheit.

Die Aufgabe der modernen Kartografie kann nur die Schaffung einer möglichst kommunizierenden Form von Darstellungen mit allen zur Verfügung stehenden multimedialen Mitteln sein. Resultierend daraus wäre eine bisher verborgen gebliebene Erkenntnisgewinnung - vor allem durch den Experten des dargestellten Themas - möglich. Dem Archäologen ist es - unabhängig von seinem Aufenthaltsort - mit einem Zugang zu diesem System möglich, eine virtuelle Feldbegehung durchzuführen und mit der Visualisierung und Zusammenführung der benötigten Objekte und Fakten seine Expertise zu entwerfen. Erweiternd ist die Zusammenarbeit von - über das Internet verknüpfter - Kollegen in diesem gemeinsamen virtuellen Raum - der Karte - vorstellbar.

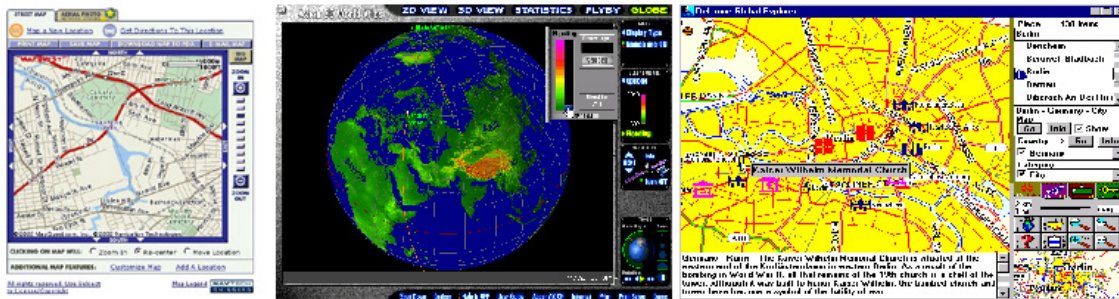


Abb.1: Beispiele von digitalen Karten (Online Abfrage von www.mapquest.com, Screenshots von Axion 3D Sat Atlas und Delorme Global Explorer, Quelle: Multimedia cartography, Verlag Springer, 1999)

3 EINE FRAGE DER DATEN

Die vorhandenen Datengrundlagen sind bestimmend für die Qualität einer Visualisierung. Einerseits müssen hochgenaue Modelle, andererseits grosse Gebiete des Geländes modelliert werden, um einen ansprechenden Eindruck zu erhalten. Der erforderliche Arbeitsaufwand ist gross und oft nicht tragbar. Aus ökonomischen Gesichtspunkten kann es daher sinnvoll sein, auch auf vorhandene - in früheren Projekten erstellte - Modellierungen unterschiedlicher Erzeuger zurückzugreifen. Damit diese Daten in einem Produkt kombiniert werden können, ist die Kenntnis der Herkunft, Genauigkeit, Zweck der Erstellung, usw. zwingend erforderlich. Diese Angaben werden in den Metadaten zusammengefasst. Werden Modelle unterschiedlicher Abstraktionsgrade in eine Detaillierungsebene gebracht, sind Mißinterpretationen des Betrachters die Folge.

Gegenwärtig gibt es ein wachsendes Angebot von global verfügbaren - teilweise kostenfreien - Geodaten. Diese sind allerdings mit einigen Mängeln behaftet [Liqui Meng, 2002]

- Geodaten grosser Regionen werden flächendeckend, aber nicht lückenfrei angeboten.
- Für begrenzte Regionen ist eine lückenfreie Datendecke vorhanden, aber diese besteht aus unzureichendem Detaillierungsgrad.
- Für begrenzte Regionen ist ein Datenüberangebot vorhanden. Allerdings gibt es keine Qualitätsangaben oder Metadaten.

Der wichtigste Punkt, um diesen Mängeln entgegenzuwirken, ist die Festlegung einer Norm zur Bestimmung und Beschreibung von Qualitätsparametern [CEN, 1996], wie etwa Angaben zur Vollständigkeit, der logischen Konsistenz, der Lagegenauigkeit, die thematischen und zeitlichen Genauigkeit und die weiteren Parameter der Metadaten (Organisation, Zweck der Erstellung, Datum der Produktion).

Entsprechende Angaben bei der Modellierung vorausgesetzt, können in einem 3D kartografischen System unterschiedlichste Modelle - ihren Metadaten entsprechend - dargestellt werden. Der Arbeitsaufwand der Modellierung kann vollkommen unberücksichtigt werden, d.h. daß keine weitere Leistung für die Modellierung anfällt. Unabhängig vom Hersteller - dem Photogrammeter, Grafiker, Geophysiker, o.ä. - und Herstellungszweck werden die Modelle vereint. Die Visualisierung erfolgt allein unter der Voraussetzung der Kenntnis der Metadaten, um eine homogene Darstellung zu erreichen. Für den Archäologen bietet sich die Möglichkeit, grosse Gebiete mit geringem Leistungsaufwand zu erschliessen und dadurch regionale und sachliche Zusammenhänge im mehrdimensionalen Raum zu erforschen. Voraussetzung für diesen "mehrdimensionalen" Raum ist die Existenz der entsprechenden Information - die Höhe für die dritte, die Zeit für die vierte Dimension. Überlegungen zur Mitführung der Zeit und mögliche Konventionen der Zeitdefinition wurden grobteils in GIS Datenbanken realisiert.

Derzeit würde die oben beschriebene 3D kartografische Anwendung durch unzureichende Leistungsfähigkeit gegenwärtiger Computersysteme Probleme bei der Visualisierung und dem damit verbundenen Rendering aufwerfen. Aus leistungstechnischen, aber vor allem auch aus perceptiven Gründen ist es sinnvoll, mögliche Vorschriften für die dynamische Vereinfachung der hochgenauen 3D Modelle und des Geländes zu erarbeiten. Die Mitführung einer hohen Detaillierung wird ab jener Entfernung zur Kamera sinnlos, ab welcher die Details nicht mehr erkannt werden können. Ab diesem Zeitpunkt treten für den Anwender nur noch rechnerbelastende Berechnungen ohne entsprechende Informationsübertragung auf.

Eine Methode ist mit dem Namen "LoD" -Level of Detail- bekannt. Abhängig von der Kameraentfernung wird die Geometrieauflösung des Modells beeinflusst und der Aufwand der Renderleistung verringert. Weitere Vereinfachungen bedeuten dann eine Erstellung eines Symbolkataloges. Dabei ist es sinnvoll zu versuchen, fließende Übergänge zwischen den Maßstabsebenen aufrecht zu erhalten, um somit den Betrachter bei seiner Informationsaufnahme nicht durch kartografisch-technische Konventionen zu verwirren. Man kann von einem Anwender nicht erwarten, daß dieser ganze Symbolkataloge erlernt, bevor er dann Informationen aus dem System extrahieren versucht.

Letztlich könnte über allen Entwicklungen die Vision einer nutzerorientierten Kartengestaltung als Grundlage der Mensch-Computer-Interaktion stehen. Das Resultat ist die Personalisierung der Kartenherstellung - ein kartografisches Modell, das das allgemeine Nutzerverhalten in Bezug auf deren repräsentativen Merkmale gruppiert und somit die Darstellungsform des Einzelnen voraussieht. Eine funktionierende Umsetzung im Medium "Schrift" wird auf einigen Mobiltelefonen beim Verfassen von Kurznachrichten (SMS) als T9 Methode eingesetzt. Diese ergänzt beim buchstabenweisen Eintippen die Worte automatisch. Im Medium "Karte" wird somit der Nutzer zu seinem eigenen Datenredakteur, der nach seinen Vorstellungen Daten zusammenführen kann, sein Verständnis festigt und seine Handlungsoptionen erweitert.

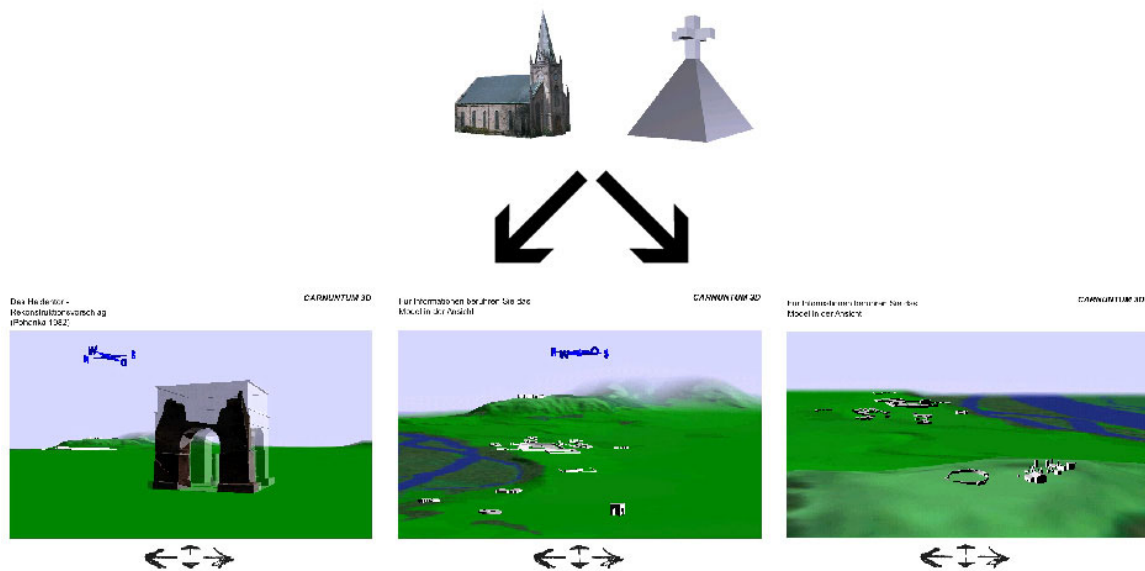


Abb.2: Zusammenführung von unterschiedlichen Daten (Quelle: Jobst)

4 CARNUNTUM 3D – ERSTE PRAXISERFAHRUNGEN

Bei dem Projekt „Carnuntum 3D“ handelt es sich um den Versuch, ein multimediales kartografisches Werkzeug zu erstellen, das sowohl für den fachlichen Nutzer als auch für den Laien beim Besuch des archäologischen Parkes von Nutzen ist.

Die Stadt Carnuntum ist eine der bedeutendsten am römischen Limes und umfasst sämtliche Stadtteile – die Zivilstadt, die Legionsstadt, das Auxiliarlager, den Tempelbezirk. Das einleitend erwähnte Projekt konzentriert sich insbesondere auf die Tempelanlage auf dem Pfaffenberg. Dieser Berg wurde im Jahre 1908, beginnend mit dem Schotterabbau, schrittweise abgetragen. In den siebziger Jahren wurden die Abbaumethoden derart effektiv, dass die Tempel abgetragen und wichtige Bestandteile gesichert werden mussten. Heute ist der Berg nicht mehr in der Landschaft anzutreffen. Es entsteht dadurch ein besonders grosser Anstoss für die Multimediakartografie, sich diesem Gebiet zu widmen.

Die erste Maßnahme war die Modellierung des Berges vor dem Schotterabbau. Unzählige Recherchen führten auf der Suche nach Abbildungen vom Pfaffenberg in die Fotoarchive und Bibliotheken. Die Aufnahmen, die den Berg noch vollständig zeigten, waren immer aus der gleichen Richtung gemacht worden und waren daher für eine umfassende photogrammetrische Modellierung nicht brauchbar.

Glücklicherweise befanden sich in der Kartensammlung der NÖ Landesbibliothek noch zwei Kartenblätter der dritten militärischen Landesaufnahme im Maßstab 1:25.000 erstmals mit Höhenlinien in zehn Meter Abstand. Diese Karte aus dem Jahre 1870 wurde digitalisiert, geografisch referenziert und für die Höhenmodellierung verwendet.

Im nächsten Teil der Arbeit musste die geeignete Software zur Visualisierung gefunden werden, da die zu produzierenden Datenformate davon abhängig waren. Die Entscheidung fiel auf das Autorenwerkzeug Director 8.5 mit der neuen Erweiterung Shockwave 3D von der Firma Macromedia. Die Gründe lagen in der umfassenden Medienintegration, dem Dynamik-Umfang (geht bis zur Steuerung physikalischer Dynamik), den Möglichkeiten, Partikelsysteme und BONES-Animation (für Charaktere)

einzubauen, der Speicherverwaltung und deren Techniken SDS und LoD, der Datenbankinteraktion und dem Multiuser-Gebrauch. Sämtliche Erfordernisse zur Erfüllung der kartografischen "Vision" sind in diesem Programmierwerkzeug integriert. Allerdings müssen die zu verwendenden Modelle durch einen Konverter in das Director-eigene Dateiformat "shockwave 3d - *.w3d" gebracht werden. Dieser Umstand der Konvertierung, die Abhängigkeit von dem Konzern Macromedia und "Open source"-Entwicklungen nur begrenzt zur Verfügung zu haben, erschwerten die Entscheidungsfindung.

Der derzeitige Stand der Arbeit ist der Aufbau einer internen Georeferenzierung und damit die Möglichkeit, eine Datenbank mit georeferenzierten Objekten anzuschliessen. Nicht nur die Objekte müssen bei Bedarf in die Anwendung geladen werden, sondern auch das Gelände in einem gewissen Radius um die Kamera. Wünschenswert ist dabei eine fließende Kamerabewegung ohne störende Haltepunkte beim Nachladen oder Austauschen von Modellen unterschiedlicher Genauigkeit. Entwickler von Computerspielen haben hierzu Vorarbeiten geleistet und geben richtungsweisende Impulse.

Zukünftig müssen die Entwicklung der 3D- Symbolik, die möglichen Kamerabewegungen, die Visualisierungsmaßstäbe und -arten und die Abfrage und Erweiterungsmöglichkeiten bearbeitet und ermittelt werden. Der funktionierende Wechsel von genauen mit symbolisierten Modellen muss überarbeitet werden. Wichtig dabei erscheint die Frage, wie stark ein Modell vergrößert bzw. verkleinert werden darf, um perzeptiv erfassbar zu bleiben, bis es mit dem nächsten ausgetauscht wird, besonders wichtig.

5 RESUMEE UND ZUKUNFTPERSPEKTIVEN

Das Fach der Multimediakartografie ist noch sehr jung. Der komplette Nutzungsumfang der digitalen Karte und dessen Auswirkungen auf den Anwender sind noch nicht erforscht. Vielmehr entstehen immer weitere Perspektiven und Anwendungsmöglichkeiten. Zum Beispiel wird die virtuelle Welt ergänzt und liefert die „mixed reality“. Während des Betrachtens einer Aufnahme einer Videokamera werden virtuelle Objekte in den „natürlichen“ Raum projiziert und interagieren mit dem Betrachter. Auf diese Weise könnten archäologische Landschaften durch Rekonstruktionen sehr leicht ergänzt und einem Besucher zugänglich gemacht werden. Die wissenschaftlichen Fragen über den sinnvollen und effektiven Einsatz von Multimedia als Kommunikationsform - auch in der Ausgabeform "mixed reality"- bleiben aufrecht. Ihre Beantwortungen sind direkt mit der Aufgabe der Kartografie - der Kommunikation von Raum und Thematik mit dem Betrachter durch die Hilfe des Kartografen - verbunden.

Der erste Schritt zu dieser Vision muss die Schaffung eines multimedialen kartografischen und erweiterbaren Informationssystems sein, dessen Nutzung sowohl in der Steigerung des regionalen Verständnisses als auch in der Förderung der wissenschaftlichen Arbeit liegt.

6 QUELLEN

- Asche H.: Modellierung und Nutzung elektronischer Karten, in den Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 8, Wien: Inst. f. Geographie der Univ., Ordinariat für Geographie und Kartographie, 1996
- Buchroithner M.: Autostereoskopische kartografische 3D-Visualisierung, in den Kartographischen Schriften, Band 6, herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Kartographie e. V., Kirschbaum Verlag Bonn, 2002
- Cammack G. R.: Cartography, Virtual Reality and the Internet, in Maps and the Internet, Geowissenschaftliche Mitteilungen, Heft Nr.60, Technische Universität Wien, 2002
- Cartwright E. W.: New Media Visualizations and Visualising geography, in Maps and the Internet, Geowissenschaftliche Mitteilungen, Heft Nr.60, Technische Universität Wien, 2002
- Christ F.: Kartografische Systeme für die automatisierte Kartenproduktion, Geoinformationsverarbeitung und elektronische Präsentation von Karten und Geoinformation, in den Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 8, Wien: Inst. f. Geographie der Univ., Ordinariat für Geographie und Kartographie, 1996
- Creutzer P.: Metadaten am Beispiel Niedersachsen, in den Kartographischen Schriften, Band 6, herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Kartographie e. V., Kirschbaum Verlag Bonn, 2002
- Gartner G., Uhlirz S.: Maps, Multimedia and the Mobile Internet, in Maps and the Internet, Geowissenschaftliche Mitteilungen, Heft Nr.60, Technische Universität Wien, 2002
- Gartner G.: Multimedia und Telekartographie, in den Kartographischen Schriften, Band 6, herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Kartographie e. V., Kirschbaum Verlag Bonn, 2002
- Grünreich D.: Der Standort der Kartografie im multimedialen Umfeld, in den Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 8, Wien: Inst. f. Geographie der Univ., Ordinariat für Geographie und Kartographie, 1996
- Hake G., Grünreich D., Meng L.: Kartographie, 8. Auflage, Berlin, 2002
- Hirschböck M.: CD-Interaktiv – eine neue multimediale Plattform, in den Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 8, Wien: Inst. f. Geographie der Univ., Ordinariat für Geographie und Kartographie, 1996
- Liqui Meng: Personalisierung der Kartenherstellung und Mobilität der Kartennutzung, in den Kartographischen Schriften, Band 6, herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Kartographie e. V., Kirschbaum Verlag Bonn, 2002
- Östmann A.: The specification and evaluation of spatial data quality, in den Proceedings Volume 2 der 18th International Cartographic Conference, Gävle Offset AB, 1997
- Reischer J.: Flugsimulation auf Basis eines digital hergestellten 3D-Panoramas, in den Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 8, Wien: Inst. f. Geographie der Univ., Ordinariat für Geographie und Kartographie, 1996
- Riedl A., Katzberger G., Tomberger H.: Entwicklungs-/Modellierungsumgebungen für web-basierte geo-virtual reality Applikationen – eine Gegenüberstellung, in den Beiträgen zum 7. Symposium zur Rolle der Informationstechnologie in der und für die Raumplanung – CORP2002, Technische Universität Wien, 2002
- Strohote T.: Computational Visualisation, Verlag Springer, 1998
- Tahiri D. and S.de Béthune: DEM production from topographic maps: digitizing or scanning?, in den Proceedings Volume 2 der 18th International Cartographic Conference, Gävle Offset AB, 1997