

# **Kartographisches Datenqualitätskonzept in einem komplexen Rauminformationssystem**

*Mirjanka LECHTHALER*

(Dr. Mirjanka LECHTHALER Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik TU Wien, 1040 Wien, Karls gasse 11  
email: lechthal@ekrms1.tuwien.ac.at)

## **1 EINLEITUNG**

In einem raumplanerischen Gesamtkonzept werden Entscheidungen über global, regional und/oder lokal verortete Raumfunktionen und Raumnutzungen sowie deren Korrelationen an Hand unterschiedlicher Datenquellen getroffen. Dabei sind die verschiedensten kartographischen Georaummodelle nicht auszuschließen, bei welchen, abhängig von dem Modellbildungsprozeß, die Analogien zu dem Georaum unterschiedlich treu für die visuelle Wahrnehmung und Interpretation wiedergegeben sind. Die Analogien werden im Visualisierungsprozeß durch „harte“ und „weiche“ bzw. „unscharfe“ primäre Geoinformationen wie auch durch bestehende sekundäre Kartenrauminformationen gebildet. Mit daraus folgender Datenqualität im Kartenraum muß der Raumplaner während seiner Erfassung der Ausgangslage, Problemanalyse, Modellvorstellung sowie vorgeschlagenen Durchführungs-alternativen und -bedingungen bewußt arbeiten können.

Kann man diesen weitgespannten Bogen „Datenqualität aus dem Kartenraum“ definieren und danach die Qualitätsbeurteilung eines komplexen Rauminformationssystems geben? Wie genau ist der Raum- und Sachbezug der Kartenrauminformation? Eine Gegenüberstellung der Datenqualität aus dem Primärmodell und den daraus entstandenen kartographischen Folgemodellen wird im folgenden an Hand praktischer Beispiele präsentiert.

## **2 KARTOGRAPHISCHES DATENQUALITÄTSKONZEPT**

Bereits seit Jahrhunderten gehören kartographische Georaummodelle wohl zu den notwendigsten Informationssystemen (IS), die zur Unterstützung planerischer Handlungen als Datenquelle oder als unabdingbares Ausgabemedium planerischer Ergebnisse eingesetzt werden. Wie genau sind die Informationen aus den Karten und kartenverwandten Darstellungen? Sind die Genauigkeitsgrenzen feststellbar? Was versteht man unter Datenqualität in einem planerischen Kommunikationsprozeß, der durch Karteninformation unterstützt ist? Ist die Datenqualität meßbar? Bringen rechnerunterstützte Prozesse mehr Verläßlichkeit? Wie genau und vollständig sind die Resultate zu erwarten?

Für die Raumplaner und -gestalter, die sich mit Problemen der komplexen Beziehungen, Strukturen und Korrelationen der Raumobjekte und ihrer Phänomene auseinandersetzen, stellt sich oft die Frage, welche Planungsgrundlage nun verwendet werden soll. Ausschlaggebend dafür ist die Größe des Planungsgebietes und der Planungsobjekte selbst. Abbildung 1 stellt verschiedene, durch Maßstab in Gruppen gebundene IS und ihre mögliche Genauigkeit, abhängig von der Methode der Datenerfassung dar. Planungsaufgaben über große Gebiete werden kleinmaßstäbige IS brauchen. Hier kann der Anspruch auf Genauigkeit nicht groß sein, weil für den Raumbezug des IS selbst Kartenraum- und Bilddaten verwendet wurden. Dagegen werden bei Planungsarbeiten im Bauland mit Eingriffen in die Eigentumsverhältnisse die Ansprüche auf Genauigkeit der raum- und sachbezogenen Daten sehr hoch sein. In dem Falle werden die großmaßstäbigen IS, beispielweise mit dem Grenzkataster ihr Auslangen finden.

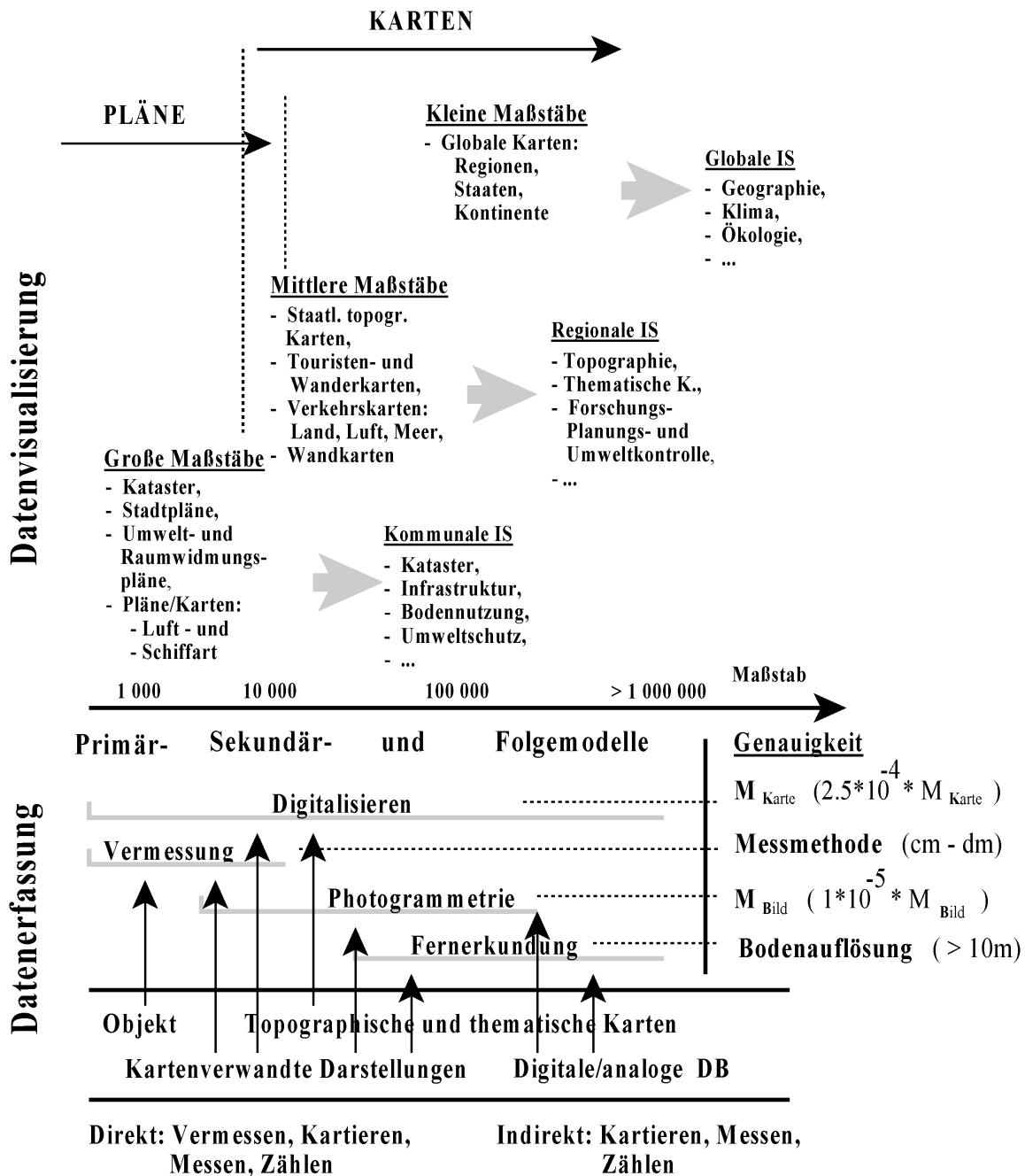


Abb. 1: Rauminformationssysteme und ihre Datengenauigkeit abhängig von dem Maßstab. (Genauigkeitsangaben aus Bill u.a. (1991)).

Vom kartographischen Gesichtspunkt aus können raumbezogene IS entweder als Primärmodelle oder als Folgemodelle des Georaumes betrachtet werden. Primärmodelle - räumliche „Inventarverzeichnisse“ - beschreiben Raum-, Sach- und Zeitbezüge des Georaumes. Die Sachdatenbasen sind durch Vermessung und Kartierung im Feld und/oder im Bild wie auch durch Messung und Zählung vor Ort und/oder im Bild erfaßt (Abb. 2). Während der kartographischen Modellbildung, die vor allem einer Sachverhaltsvisualisierung im bestimmten Maßstab dient, entstehen grundrißliche, maßstabsgebundene, grafikdefinierte und abstrakte Folgemodelle des Georaumes. Angewandte Generalisierungs- und Visualisierungsmaßnahmen im kartographischen Modellbildungsprozeß (Abb. 3) verursachen, abhängig von dem zur Verfügung stehenden Kartenraum, notwendigerweise geometrische-topologische und semantische-substantielle (manchmal auch zeitliche) Transformationen des primären Datenbestandes. Kartographische Bei der Modellbildung mit dem Zugriff auf bestehende Kartendaten (Datenerfassung durch Digitalisieren) greifen die Transformationen noch tiefer. Ist so eine „deformierte,, raumbezogene Information in einem komplexen Rauminformationssystem erwünscht? Kann man ihre Datenqualität feststellen?

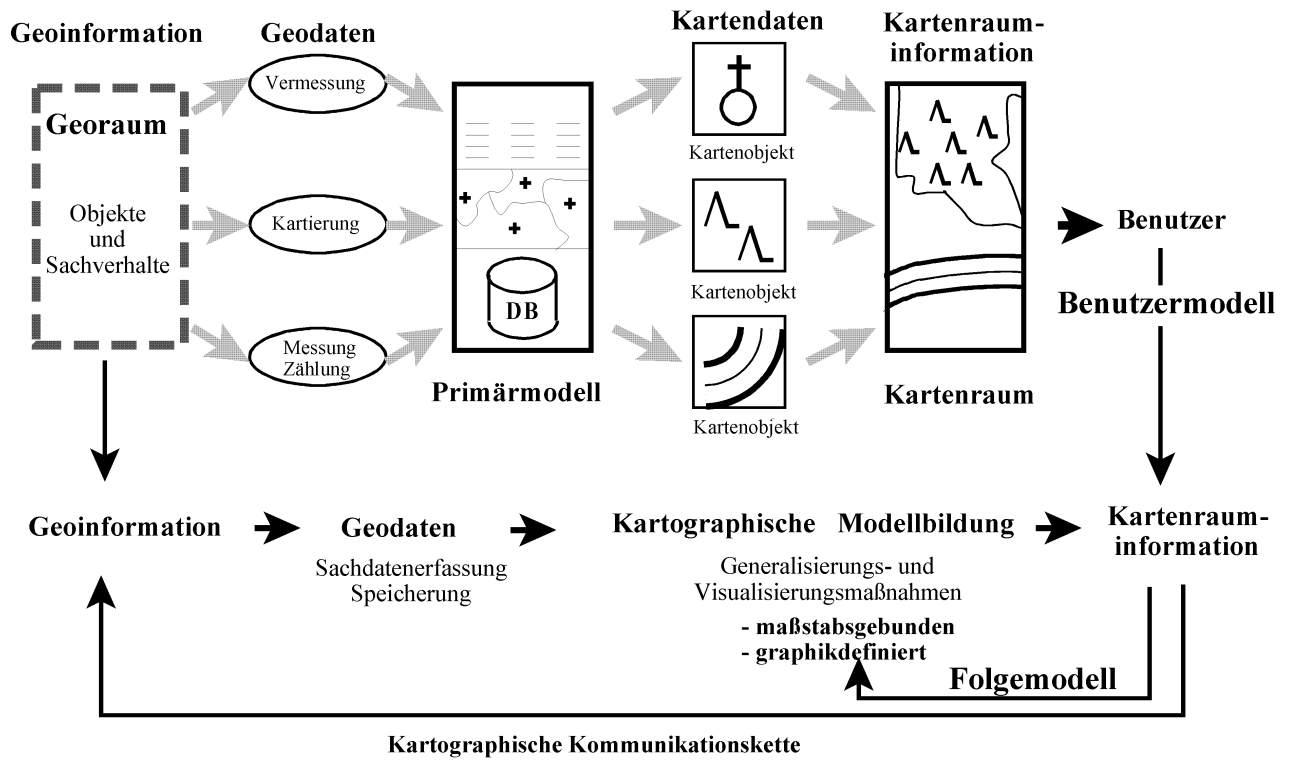


Abb. 2: Kartographischer Kommunikationsprozeß.

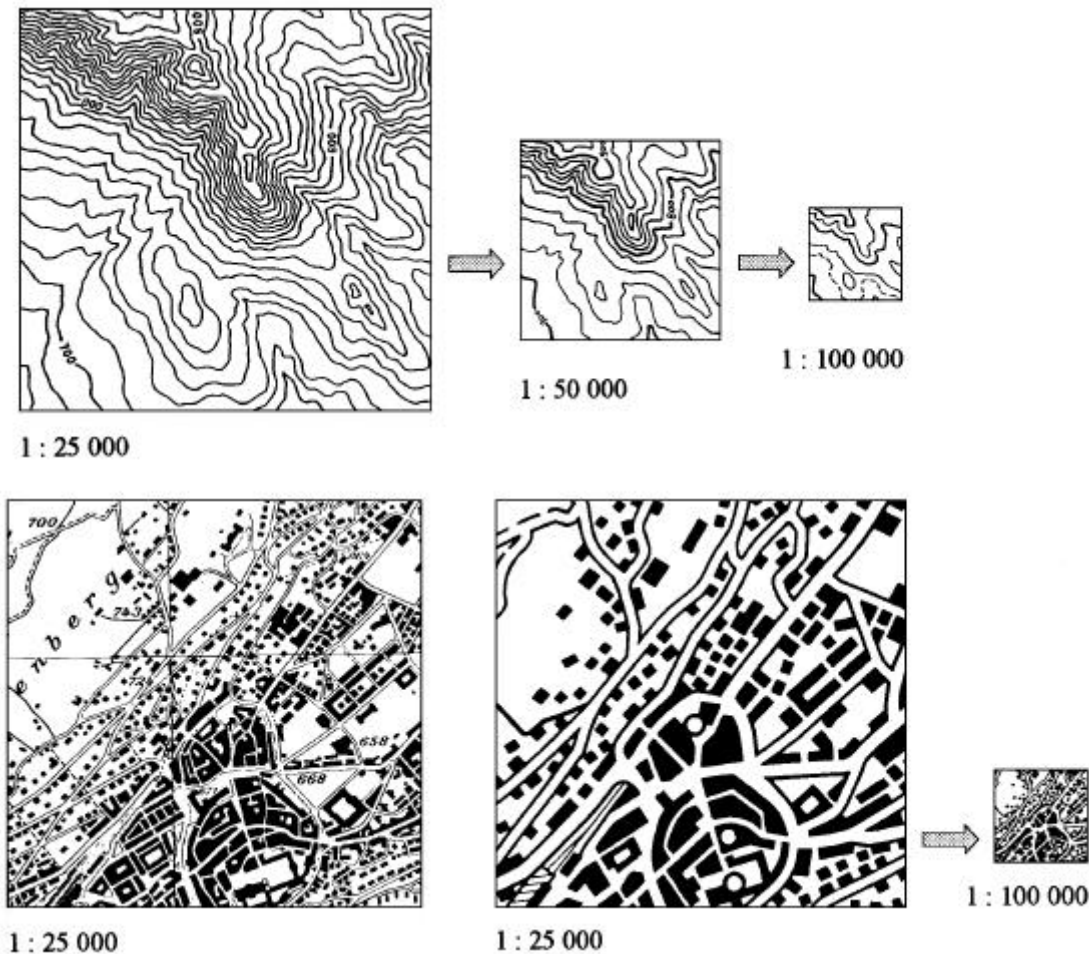


Abb. 3: Kartographischer Modellbildungsprozeß (Wohngebiet: Spiess (1990) geändert).

## 2.1 Evaluierung der Datenqualität im Kartenraum

Nach ISO 8402 (1992) kann die Qualität allgemein als die Gesamtheit von Merkmalen einer Einheit bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen, bezeichnet werden. Nach ISO 14825 (1996) hängt der Inhalt einer Datenbase und die Datenqualität hauptsächlich von den Anwendungsanforderungen ab. Bestimmte planerische Aufgaben verlangen einzeln erstellte Datensätze mit speziellem Inhalt (Krause 1998) und entsprechender Qualität (Schenk 1998). Demnach wird die Qualität der Karteninformation in einem Rauminformationssystem evaluiert, indem man die Resultate mit den Benutzeranforderungen und Erwartungen vergleicht. Zur Bewertung werden objektive, fachspezifische Merkmale des Georaumausschnittes mit den abgeleiteten Geoinformationen aus dem Kartenraum verglichen. Viele Vergleichskriterien liegen im Bereich der psycho-physischen Prozesse, in welchen neben den äußeren Bedingungen das subjektive Wissen, Kenntnisse und Erfahrung sowie Aufgaben und Ziele, Bedarf und Interesse eine führende Rolle spielen. Aus diesem Grunde ist die Qualitätsevaluierung meistens erschwert, die Merkmale nicht genau definierbar, aufgabenspezifisch und dadurch relativ.

Die Gesamtevaluierung der Datenqualität besteht aus der Qualität des Modells selbst, der Daten und der Auswerteprogramme, wobei diese Elemente keinesfalls scharf abgegrenzt sind. Der kartographische Kommunikationsprozeß beruht auf dem mehrdimensionalen Kartenraum (Lechthaler u.a. 1998), der aus erfaßten Geodaten konstruiert wurde (Kelnhofer 1996). Dabei ist anzunehmen, daß die erforderlichen primären, fachspezifischen Geodaten fehlerfreie Datenbasen sind. In ihren Metadatenangaben findet man höchstens Art und Alter der Datenquellen und als Statusangabe die Art der Koordinatenbestimmung - oft viel zu wenig, um die Datengenauigkeit und -richtigkeit zu beurteilen (Caspary 1992). Die kartographischen Auswerteprogramme für das Qualitätsmanagement liegen derzeit nicht vor. So bleiben nur (!) die kartographischen Folgeprodukte, die nach den Qualitätskriterien geprüft werden sollen. Zur Beurteilung können Genauigkeit (auch im Sinne von Richtigkeit), Auflösung, Vollständigkeit und Konsistenz (Morrison 1995) dienen. Mit diesen Kriterien wird die Kartenrauminformation während des Modellbildungsprozesses auf Änderung der Datenqualität in ihrer geometrisch-topologischen und semantisch-substantiellen Ebene geprüft. Ziel jeder kartographischen Gestaltung ist die Wahrnehmung des Georaumes aus dem Kartenraum, so muß auch die kommunikative Ebene der Kartenrauminformation, aus der die Erkenntnisgewinnung möglich ist, geprüft werden.

## 2.2 Transformationsschwellen im kartographischen Lebenszyklus der Daten

In ihrem Lebenszyklus, der sich über Datenerfassung, -manipulation, -visualisierung, -reproduktion und -interpretation erstreckt, passieren die primären Geo- sowie auch die Kartendatensätze mehrere Transformationsschwellen, bei welchen sie durch Anwendungsanforderungen unvermeidlichen Änderungen ausgesetzt sind. Die ersten zwei Datentransformationen - Manipulation und Visualisierung - führt der Kartograph in seinem Modellbildungsprozeß durch (Abb. 4) und konstruiert ein komplexes Rauminformationssystem. Er beschäftigt sich gleichzeitig mit Überlegungen wie „Wieviel kann ich noch übermitteln?“, „In welche Aussageebenen können die Daten kombiniert werden?“, „Mit welchen Elementen der kartographischen Gestaltung?“ und „Wie verortet im Kartenraum?“. Durch die Wahl der geometrischen und semantischen Datentiefe, abhängig von dem Maßstab und perceptiven Konditionen kommt es zu einem Datenoutput mit neuer Datenauflösung. Es entsteht ein geometrisch und thematisch abstrakter, generalisierter Kartendatensatz, bei dem die Rückkoppelungen zu den primären Daten nicht mehr möglich sind.

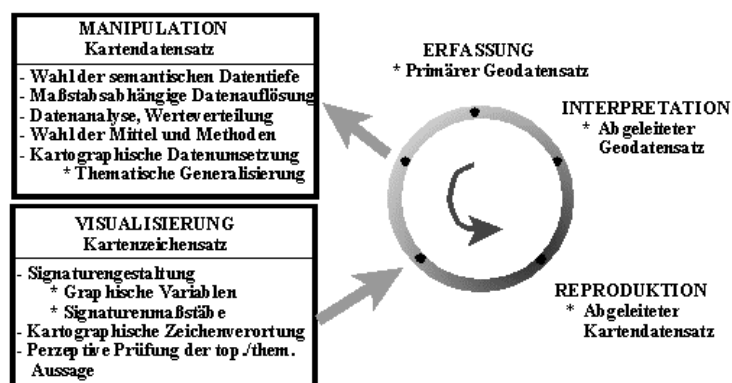


Abb. 4: Transformationsschwellen im kartographischen Lebenszyklus der Daten.

An der nächsten Schwelle - Visualisierung durch kartographische Signaturengestaltung und Wahl der geeignetsten graphischen Variablen - setzt der Kartograph aus dem Kartendatensatz einen Kartenzeichensatz um. Dieser ist der Verortungsgrundlage und den Wahrnehmungsbedingungen angepaßt. Perzeptive Prüfung der graphischen Datenumsetzung auf Trennfähigkeit von Ton- und Farbwerten, Signaturengröße/-maßstäbe, Überdeckungen und nicht zuletzt das gesamte Zusammenwirken von topographischen und thematischen Aussagen im Kartenraum beendet die kartographische Modellbildung.

Bewahrt die maßstabsbedingte Konstruktion des Kartenraumes, als Grundbaustein des mehr oder weniger komplexen Rauminformationssystems gesehen, die Analogien zu dem Georaum und entspricht sie den Benutzeranforderungen (Qualitätsdefinition!), dann ist an diesen Transformationsschwellen in der geometrisch-topologischen wie auch in der semantisch-substantiellen Datenebene wohl eine Qualitätsänderung, aber kein Qualitätsverlust entstanden.

### 2.3 EIN KOMPLEXES RAUMINFORMATIONSSYSTEM UND SEINE DATENQUALITÄT

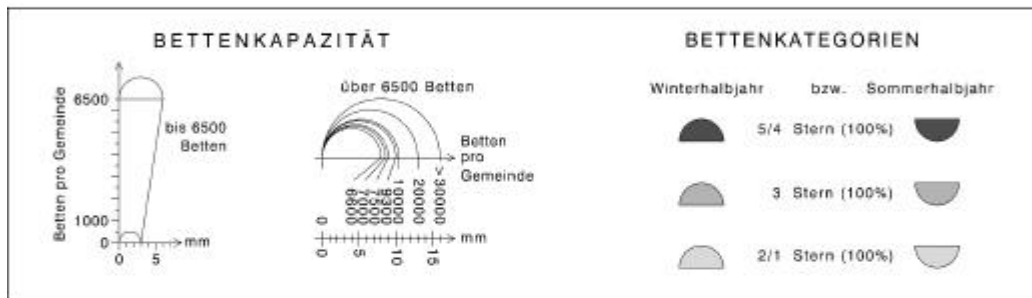
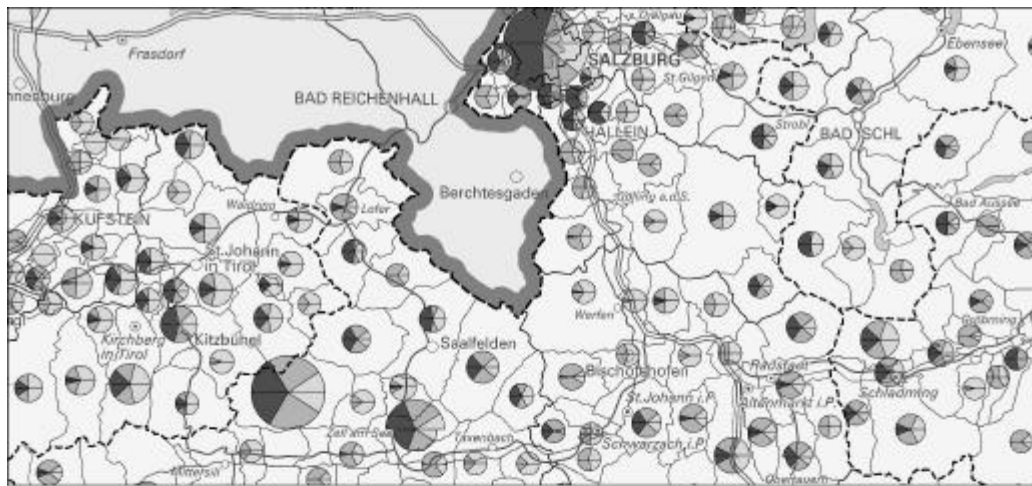
Gegenüber dem Kartographen steht der Benutzer. In seiner pragmatischen Tätigkeit wendet er die akquirierten Informationen aus dem komplexen Rauminformationssystem an. Es sind keine bekannten Studien über die Datenqualität im Bereich der kommunikativen Ebene der Karteninformation bekannt. Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung sind wesentliche Maßnahmen beim Aufbau eines IS. Wurde das System für eine spezielle Aufgabe erstellt, so ist es relativ einfach, die Qualitätskriterien zwischen Anforderungen und Eigenschaften in Einklang zu bringen. Schwieriger wird es, wenn die Informationen einem Mehrzwecksystem gehören, dessen Offenheit eine gewisse Anwendungsbreite ermöglicht (Caspary 1992).

Dem Kartographen wurde eine große Aufgabe anvertraut, nämlich unter Bewahrung der Datenqualität Mengen an primären und sekundären Daten eines Georaumausschnittes für eine visuelle Wahrnehmung zu transformieren und für einen erfolgreichen kartographischen Kommunikationsprozeß mittels Rauminformationssystems vorzubereiten. Das Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien ist an dem Projekt Geoinformationssysteme und EDV - Kartographie beteiligt. Es entsteht ein analoges und ein interaktives Rauminformationssystem Österreichs in mehreren Abstraktions- bzw. Maßstabsebenen mit einer breiten Themenpalette. Ein Beispiel dafür sind Ausschnitte aus den Kartenräumen „Saisonales Bettenkategorienangebot in gewerblichen Beherbergungsbetrieben“ (Abb. 5a) und „Land- und forstwirtschaftliche Betriebsgröße,“ (Abb. 5b) im Maßstab 1: 1.000.000 (siehe Bemerkung!). Kartenraumgröße ist 60cm x 41cm. Bei der kartographischen Datenmanipulation wurde zuerst die topographische Verortungsgrundlage entsprechend den Maßstabsanforderungen und dem Thema generalisiert und abstrakt dargestellt. Aus der beigelegten Legenden sind die Eingriffe in die primären Datensätze zu entnehmen. Die thematische Generalisierung ist durch Kartensatztransformation mittels Gruppenwertbildungen, Absolut- und Relativwertbildung durchgeführt. Bei der kartographischen Visualisierung wurden die graphischen Primitiven (Punkt, Linien, Fläche), Schrift und Signatur, variiert in Farbe, Tonwert und Größe bzw. Strichstärke verwendet. Flächenkartogramme, flächenbezogene Halbkreisdiagramme und gegenübergestellte Diagramme stellen den thematischen Kartenzeichensatz dar. (Die Schritte des kartographischen Modellbildungsprozesses sind in der Abb. 4 angeführt.) An den Datentransformationsschwellen Manipulation und Visualisierung kam es dadurch unweigerlich zu maßstabs- und perzeptionsbedingten Datenqualitätsänderungen.

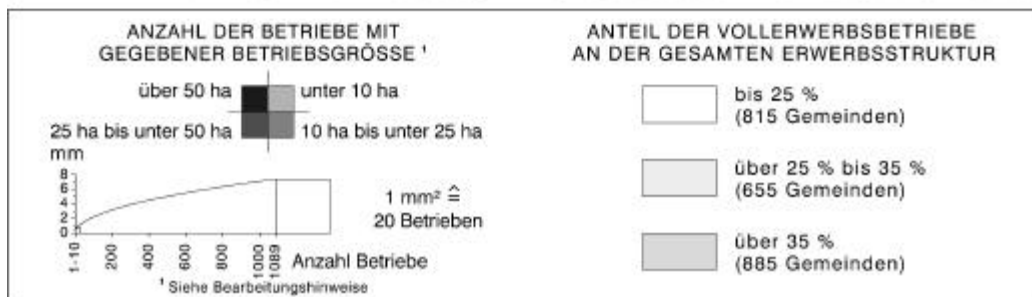
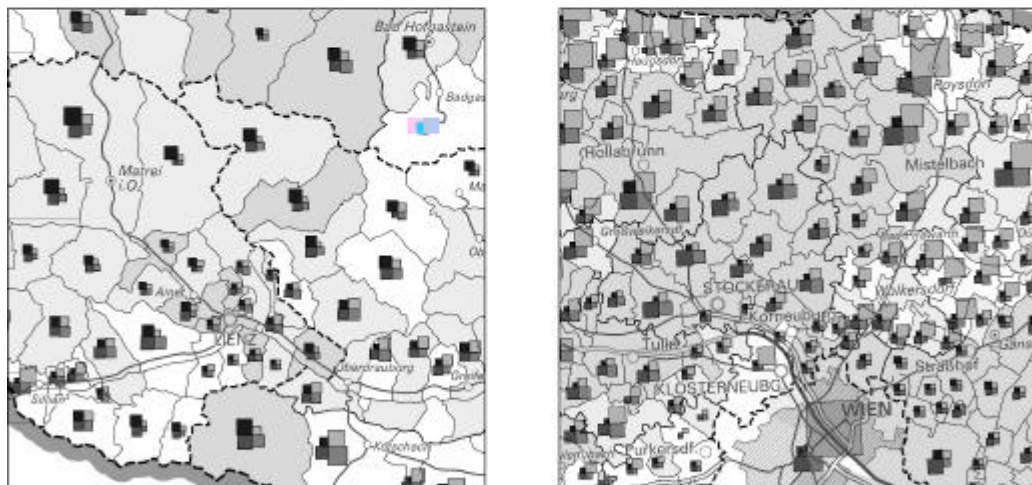
An der Benutzerseite finden Reproduktions- und Interpretationsprozesse statt, in welchen der Benutzer durch kartenraumspezifische Informationsübertragung zu den erwünschten fachspezifischen Informationen kommen kann. Er muß entscheiden können ob die Datentiefe aus dem dargestellten komplexen Rauminformationssystem für ihn von Bedeutung ist und wie er diese Informationen in raumplanerische Entscheidungsvorbereitungen, Projektvorschläge und nicht zuletzt Wirkungen von Handlungsoptionen einbinden kann. Bei der Genauigkeit und Richtigkeit, Auflösung, Vollständigkeit und Konsistenz der wahrgenommenen Information spielen psycho-physische Fähigkeiten des Raumplaners, sein fachspezifisches Wissen und Erfahrung im Umgang mit der Kartenrauminformation, ihrer maßstabsabhängiger Genauigkeit und Unschärfe eine entscheidende Rolle. Die Qualitätskriterien zeigen sich hier als besonders abhängig von der gestellten Aufgabe und dem Ziel. Eine Planungsgrundlage, die einen

Benutzer in seiner Arbeit voll befriedigt und daher für ihn von hoher Qualität ist, kann für einen anderen völlig unzureichend und daher von mangelhafter Qualität sein! Viele Benutzer der Karteninformation nehmen die Datentransformationen nicht wahr und vergessen, daß sie es nur mit einem Raummodell zu tun haben, dessen geometrische und semantische Qualität maßstabsbedingt ist und zwar auch dann, wenn die digitalen Werkzeuge des Rauminformationssystems mit höchster Genauigkeit ihre Bearbeitung durchgeführt haben. Dazu kommt die Tatsache, daß der Unsicherheitsbereich einer Linie, die „harte,, Datengrenzen in der Karte darstellt, mindestens so groß ist wie die Fläche, die von der Linie selbst bedeckt ist. Wie ist es erst mit den „unscharfen,, Daten (Klimadaten, Bodenbonität,...), die auch mit einer Fläche dargestellt sind? Das darf nicht außer acht gelassen werden. Erst dann kann man sich auf die Suche nach Algorithmen einer Qualitätskontrolle begeben. Aus den Ausführungen geht klar hervor, daß die Datenqualität nicht auf einer absoluten Skala meßbar ist. Ihre Beurteilung bereitet derzeit Schwierigkeiten, und es besteht ein großer Forschungsbedarf (Melhorn 1991, Morrison 1995).

Die maßstabs- und perzeptionsbedingte beschränkte Übertragung auf der semantisch-substantiellen Informationsebene analoger Kartenräume kann durch systemvorgegebene Interaktionen in einem multimedialen Umfeld des Rauminformationssystems die Datenqualität erheblich verbessern und die primären Geodaten in den Kommunikationsprozeß einschließen (Kelnhofer u. a. 1997). Ein Beispiel dafür ist in der Abbildung 6 - Geothek Weltatlas der Fa. Ed. Hölzel dargestellt.



a)



b)

Abb. 5: Kartenraum eines komplexen Rauminformationssystems.  
a) Themenbereich: Fremdenverkehr (Berichtsjahr 1994);  
b) Land- und forstwirtschaftliche Betriebsgröße (Berichtsjahr 1990).

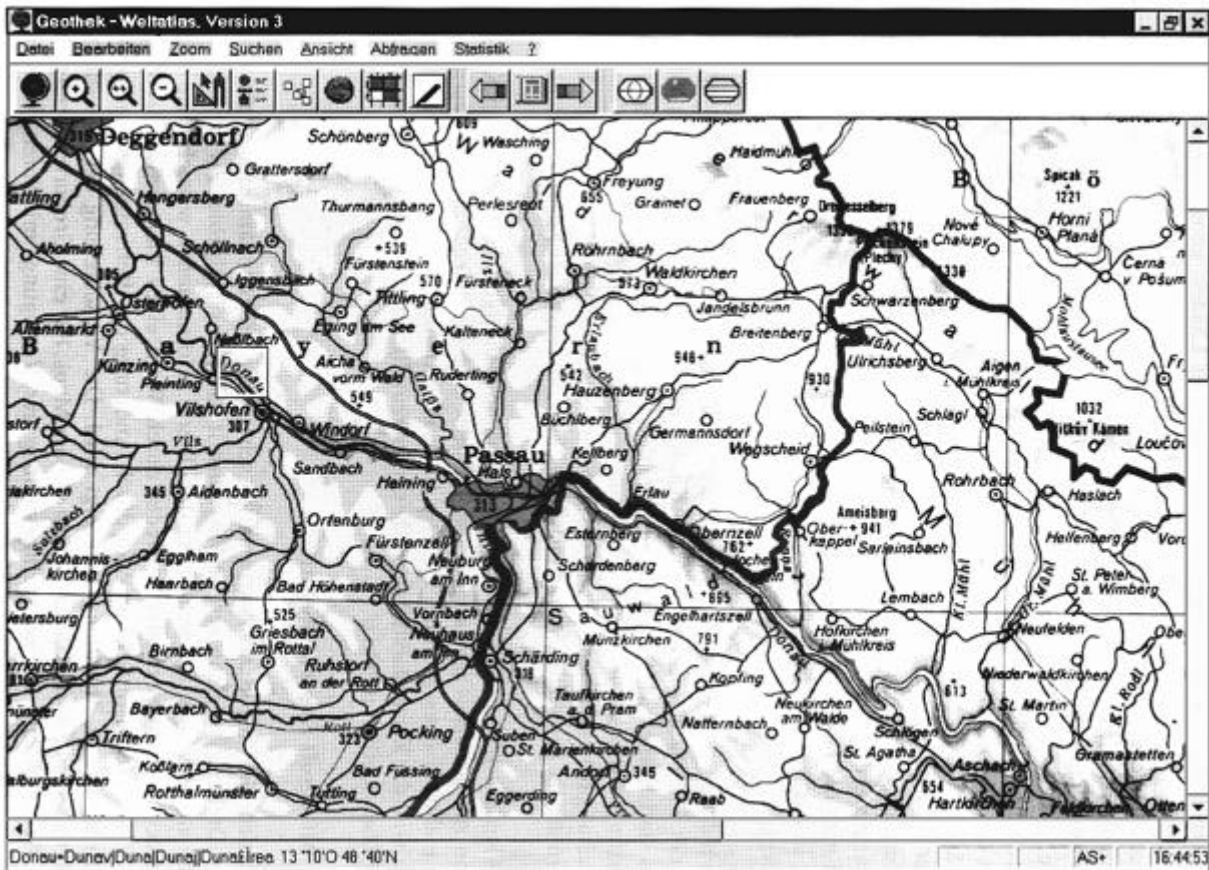


Abb. 6: Ed. Hölzel Geothek Weltatlas - Anzeige des Suchprozesses nach dem Kartennamen „Donau, (Schwarz/Weißwiedergabe) (übernommen aus Kelnhofer u.a. (1997)).

## BEMERKUNG

Die Karten (Abb. 5a, 5b) wurden von der Verfasserin im Rahmen eines Forschungsprojektes des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung ( Teilprojekt 2 „Geoinformationssysteme und EDV Kartographie“, Projektleiter: F. Kelnhofer) gemeinsam mit A. Pammer und S. Uhlirz am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien bearbeitet.

## LITERATUR

- Bill, R., und Fritsch, D. (1991): Grundlagen der Geoinformationssysteme. Karlsruhe, Wichmann.
- Caspary, W. (1992): Qualitätsmerkmale von Geo-Daten. ZfV, Vol. 7, S. 360-367.
- ISO DIN 8402 (März 1992): Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung, Begriffe; Entwurf.
- ISO ÖNORM 14825 (1996): Geographic Data Files; Entwurf.
- Kelnhofer, F. (1996): Geographische und/oder Kartographische Informationssysteme. In: Kartographie im Umbruch - neue Herausforderungen, neue Technologien. Beiträge zum Kartographiekongress, Interlaken '96., S. 9-26.
- Kelnhofer, F. und Ditz, R. (1997): Interaktive Atlanten - Eine neue Dimension der kartographischen Informationsvermittlung. In: Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft, Schriftleitung M. Seger, Band 139, 277-312.
- Krause, K.-U. (1998): Welche Daten braucht die Raumplanung? In: Computergestützte Raumplanung. Beiträge zum Symposium CORP'98, TU Wien. 629-35.
- Lechthaler, M. und Kasyk, S. (1998): Systemunterstützte kartographische Generalisierung flächenhafter Objekte. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation. Jg. 86, H. 4 (voraussichtlich).
- Mehlhorn, R. (1991): Quality-Assurance - ein neues Wort in der deutschen Sprache!? ZfV 116, 527-529.
- Morrison, J. L. (1995): Spatial Data Quality. In: S. C. Gupta, J. L. Morrison (Hrsg.): Elements of Spatial Data Quality. U.K.: Elsevier Science Ltd.
- Schrenk, M (1998): Chancen und Gefahren für die Raumplanung durch „Neue Informations-Technologien,.. In: Computergestützte Raumplanung. Beiträge zum Symposium CORP'98, TU Wien. 61-69.
- Spieß, E. (1990): Siedlungsgeneralisierung. In: Kartographisches Generalisieren. Schweizerische Gesellschaft für Kartographie (Hsbg.). Kartographische Publikationen Nr. 10, 63-71.