

GEOWISSENSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Heft Nr. 52, 2000

PER ASPERA AD ASTRA

**Festschrift für Fritz Kelnhofer
zum 60. Geburtstag**

Herausgegeben von
Mirjanka Lechthaler und Georg Gartner



Veröffentlichung des Instituts für
Kartographie und Reproduktionstechnik

Schriftenreihe der Studienrichtung VERMESSUNG UND GEOINFORMATION
TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

GEOWISSENSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Heft Nr. 52, 2000

PER ASPERA AD ASTRA

**Festschrift für Fritz Kelnhofer
zum 60. Geburtstag**

Herausgegeben von
Mirjanka Lechthaler und Georg Gartner



Veröffentlichung des Instituts für
Kartographie und Reproduktionstechnik

Schriftenreihe der Studienrichtung VERMESSUNG UND GEOINFORMATION
TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

Herausgeber und Verleger:
Ass. Prof. Dr. M. Lechthaler und Univ. Ass. Dr. Georg Gartner
Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik
Technische Universität Wien

Die Kosten für den Druck wurden aus der ordentlichen Dotation des Institutes für Kartographie und Reproduktionstechnik der Technischen Universität Wien getragen.

Druck: Kopierzentrum des Institutes für Elektrische Meß- und Schaltungstechnik der Technischen Universität Wien.



O.Univ.Prof. Dr.phil. Fritz Kelnhofer

Vorwort der Herausgeber

O. Univ. Prof. Dr. Fritz Kelnhofer ist ein Kartograph mit Herz und Seele. Er ist ein Wissenschaftler, dessen Interessen weder beliebig noch austauschbar sind. Sein Augenmerk galt und gilt immer der Kartographie. In diesem Zusammenhang vertritt er kompromißlos seine Überzeugungen, immer jedoch mit der Intention, zum Wohle seines Faches zu handeln. In Zeiten, in denen rasche Innovationszyklen und ständige rasante Veränderungen die Gesellschaft im Ganzen und die Kartographie im Besonderen betreffen, sind es Stimmen wie diese, deren Unbeirrbarkeit als Orientierungshilfe unverzichtbar sind.

Als langjährige Mitarbeiter und Schüler des Jubilars wurden die Herausgeber dieser Festschrift sowohl von der Einstellung Prof. Dr. Fritz Kelnhofers zur Kartographie als auch von seiner wissenschaftlichen Denk- und Handlungsweise geprägt. Dabei hat sein Motto, Theorie und Praxis in der Kartographie möglichst zu verbinden, dazu geführt, daß seine Mitarbeiter an der breiten Streuung seiner Interessen Anteil nehmen konnten. Topographische Kartographie steht daher am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der Technischen Universität Wien genauso im Mittelpunkt wie die thematische Kartographie. Dabei wurden und werden sowohl analoge als auch digitale Technologien entwickelt und eingesetzt. Der 60. Geburtstag von Prof. Dr. Fritz Kelnhofer ist ein geeigneter Anlaß, sein wissenschaftliches Wirken mit dieser Festschrift zu würdigen.

Dieser Band wäre nicht entstanden ohne die spontane und selbstverständliche Kooperation einer ganzen Reihe von Kollegen, Mitarbeitern und Freunden des Jubilars. Trotz knapp bemessener Zeit wurde unsere Intention einer solchen Festschrift für Prof. Dr. Kelnhofer doch auf fruchtbaren Boden gefallen. Die Beiträge spiegeln dabei sowohl die beruflichen als auch die wissenschaftlichen Interessen des Jubilars wider. Nach Grußworten des Vorsitzenden der Technisch-Naturwissenschaftlicher Fakultät der Technischen Universität Wien, Prof. Dr. Karl Kraus, des Präsidenten des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Dipl. Ing. August Hochwartner, und des Präsidenten der Deutschen Gesellschaft für Kartographie, Prof. Dr. Theodor Wintges, sowie einer Laudatio der langjährigen Kollegin und Vorsitzenden der Österreichischen Kartographischen Kommission der Österreichischen Geographischen Gesellschaft, Prof. Dr. Ingrid Krötschmer (Wien), finden sich Beiträge von Kollegen wie Prof. Dr. Jürgen Bollmann (Trier), Prof. Dr. Kurt Bretterbauer (Wien), Prof. Dr. Kurt Brunner (München), Prof. Dr. Nedjeljko Francula (Zagreb), Doz. Dr. Peter Jordan (Wien), Prof. Dr. Wolf Günter Koch (Dresden), Prof. Dr. Dieter Morgenstern (Bonn), Prof. Dr. Michael P. Peterson (Omaha), Prof. Dr. Martin Seger (Klaßfurt) und Prof. Dr. Ingeborg Wilfert (Dresden) ebenso wie Beiträge von Mitarbeitern, Schülern und Kollegen wie Dr. Helmut Beissmann (Wien), Mag. Lukas Birsak gemeinsam mit MMag. Erich Knabl und Mag. Johannes Breitschopf (Wien), Dipl. Ing. Robert Ditz (Bruck an der Leitha), Dr. Gerhard Gschösching (Wien), Dr. Georg Gartner (Wien), Dipl. Ing. Bernhard Jüptner (Wien), Mag. Johannes Kribbel (München), Dr. Mirjanka Lechthaler (Wien), Dr. Reinhard Mang (Wien), Dipl. Ing. Andreas Pamme und Dipl. Ing. Susanne Uhlirz (Wien), Dipl. Ing. Doris Teufelsbrucker (Wien) und Dr. Erich Woißka (Wien). Die Themen der Beiträge sind breit gestreut und stellen gleichsam ein Kaleidoskop der langjährigen Arbeiten und Forschungsinteressen von Prof. Dr. Kelnhofer dar.

Allen Mitarbeitern des Instituts für Kartographie und Reproduktionstechnik der Technischen Universität Wien gebührt der Verdienst, durch Ihre unkomplizierte Bereitschaft zur Mithilfe neben Ihren sonstigen Tätigkeiten diese Festschrift ermöglicht zu haben. Wir hoffen damit, daß die „kartographische Leidenschaft“, die unseren Institutsvorstand auszeichnet, noch viele Jahre glüht!

Mit den besten Wünschen zum Geburtstag!

Wien, im Januar 2000

Dr. Mirjanka Lechthaler & Dr. Georg Gartner

Grußwort

Das Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik wurde 1971 gegründet. Der erste Leiter des Institutes war O. Univ. Prof. Dr. Wolfgang Pillewizer. Nach seiner Emeritierung wurde O. Univ. Prof. Dr. Fritz Kelnhofer im Jahre 1984 berufen. Ich war Vorsitzender dieser Berufungskommission. Wir haben damals nach einem Fachmann Ausschau gehalten, der ein sehr gutes Wissen in der Kartenherstellung und Reproduktionstechnik besitzt und der sein Fachgebiet bei den Nachbardisziplinen, insbesondere bei der Raumplanung, sehr gut vertreten kann. Die Entscheidung ist mit großer Mehrheit auf Prof. Kelnhofer gefallen.

Sein 60. Geburtstag ist Anlaß einer kurzen Zwischenbilanz. Sein großes Wissen und Können in der Kartographie werden von Studierenden, Mitarbeitern und Kollegen in gleicher Weise bewundert; wiewohl seine Mitarbeiter es mit einem Chef nicht leicht haben, der (fast) alles besser kann und (fast) alles besser weiß.

Der Höhepunkt unserer bisherigen Zusammenarbeit fand im Rahmen des von mir geleiteten Universitätslehrgangs "Geo-Informationswesen" in der Zeit vom Oktober 1994 bis März 1996 statt. Dabei hat er einen sehr großen Teil des dritten Semesters allein betreut. Die Teilnehmer waren von seinen Lehrveranstaltungen sehr begeistert. Er erhielt im Rahmen der Evaluierung Spitzennoten.

Prof. Kelnhofer kommt aus der Geographie. An unserer Universität bildet er Studierende der Studienrichtungen Vermessungswesen und Raumplanung und Raumordnung aus. Die in diesem Semester bewilligte Änderung unserer Studienrichtung von "Vermessungswesen" in "Vermessung und Geoinformation" kommt seinen Interessen sehr entgegen. Ich bin mir daher sicher, daß er noch viele Jahre mit großem Engagement und großem Erfolg seine Lehraufgaben wahrnehmen und seine Forschungsaktivitäten fortsetzen wird. Prof. Kelnhofer setzt Maßstäbe und gibt Orientierung in einem Fachgebiet, das sich gegenwärtig in einem großen Umbruch befindet und das sich konsequent in Richtung "Digitale kartographische Modelle" entwickelt.

Ich danke ihm im Namen der Technisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der TU Wien und in meinem eigenen Namen für das bisher Geleistete und ich wünsche ihm weiterhin viel Schaffenskraft und Erfolg beim Verfolgen seiner Ziele.

O. Univ. Prof. Dr. Karl Kraus

Vorsitzender des Fakultätskollegiums
der Technisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Technischen Universität Wien

Grußwort

Die Kartografie ist ein unentbehrliches Werkzeug zur Visualisierung topografischer und thematischer Informationen. Ihre vielfältigen Anwendungsgebiete und die rasante Weiterentwicklung der Arbeitsmethoden haben die Anforderungen an die Kartografie stark beeinflusst. Besonderes Augenmerk verdiente dabei das Zusammenspiel von theoretischer Grundlagenarbeit und praktischer Anwendung.

Prof. Dr. Fritz Kelnhofer hat als Theoretiker mit fundierter praktischer Basis die Entwicklung der kartografischen Informationssysteme ganz entscheidend geprägt. Durch die Verknüpfung von Grunddaten mit zahlreichen thematischen Attributen ist es ihm gelungen, ein umfangreiches österreichisches Kartenwerk mit hoher Aussagekraft zu schaffen.

Die Arbeiten von Prof. Dr. Fritz Kelnhofer dokumentieren sehr eindrucksvoll sein Engagement für die thematische Kartografie und lassen immer wieder seine in die Zukunft weisenden Ideen erkennen.

Verbunden mit der Wertschätzung seiner besonderen Leistungen und den besten Wünschen für eine weitere erfolgreiche Arbeit gratuliere ich dem Jubilar zum 60. Geburtstag recht herzlich.

Präsident Dipl. Ing. August Hochwartner

Leiter des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen

Grußwort

Am 19. Jänner dieses Jahres feiert O. Univ. Prof. Dr. Fritz Kelnhofer seinen 60. Geburtstag. Damit bietet sich die Gelegenheit, auf viele Jahre erfolgreicher wissenschaftlicher Tätigkeit zurückzublicken, aber auch, einen Blick in die Zukunft zu werfen, wohlwissend, daß man erst mit jenem Semester in den Ruhestand tritt, in dem man 68 Jahre alt geworden ist. Vorwärtsblicken bedeutet, die angefangenen Projekte zu Ende bringen zu wollen und heißt, Visionen zu hinterlassen, die Jüngere weitertragen werden.

Kartographie hat Fritz Kelnhofer wohl bereits zu Beginn seiner Karriere fasziniert, hat er doch das klassische Handwerk des Kartographen an der Kartographischen Anstalt Freytag und Berndt in Wien erlernt. Als Kartograph und Kartenredakteur wirkte er maßgeblich bei der kartenreproduktionstechnischen Ausführung des „Atlas der Republik Österreich“ mit, bevor ihn die Liebe zu seinem Beruf das Studium an der Universität Wien ergreifen ließ, an der er 1969 promovierte.

Die Zeit als Universitätsassistent am Institut für Geographie der Universität Wien 1971 - 1983 nutzte Fritz Kelnhofer, um methodisch zu arbeiten, wobei hier besonders sein Beitrag zu „Darstellungs- und Entwurfsprobleme in topographischen Karten mittlerer Maßstäbe“ hervorzuheben ist. Weitere erwähnenswerte Arbeiten zur Systematik und Methodenlehre wie jene der „Nomogramme in der thematischen Kartographie“ wie auch seine „Beiträge zur Systematik und allgemeinen Strukturlehre der thematischen Kartographie ergänzt durch Anwendungsbeispiele aus der Kartographie des Bevölkerungswesens“ sind Bestandteile seines wissenschaftlichen Wirkens jener Zeit. In seine Assistenzzeit von 1971 - 1983 fällt auch seine Habilitation und seine Venia docendi für das Fachgebiet Geographie mit besonderer Berücksichtigung der Kartographie im Jahre 1977.

Bereits 1971 entdeckt Fritz Kelnhofer eine weitere Liebe, jene der thematischen Kartographie, die dazu führt, daß er verstärkt die Lösungen EDV - gestützt angeht. So entsteht im Jahre 1974 seine erste Computerkarte im Bereich der Stadtplanungskartographie.

1984 schließlich erfolgt seine Berufung auf das Ordinariat für Kartographie und Reproduktionstechnik an die Technische Universität Wien und die gleichzeitige Bestellung zum Institutsvorstand des Institutes. Mit dieser neuen Aufgabenstellung widmet er sein methodisches Arbeiten mehr und mehr dem Aufgabengebiet der Reproduktionstechnik und Datenverarbeitung, wobei er seinem Prinzip treu bleibt, Theorie und Methodenlehre durch praktische Fallstudien in ihrer Richtigkeit zu bestätigen.

Seine bereits 1971 begonnene langjährige Tätigkeit für die Österreichische Akademie der Wissenschaften führt ihn in der Zeit von 1987 - 1993 als Direktor zur Leitung des Institutes für Kartographie an der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Während dieser Zeit leitet er Projekte in der Industrieforschung an seinem eigenen Institut, aber auch Forschungsprojekte an der Österreichischen Akademie der Wissenschaften wie der Atlas von „Ost- und Südosteuropa“ oder das „TU-GIS Projekt“.

Hervorzuheben ist aber auch Fritz Kelnhofers Engagement, wie überhaupt das zahlreicher österreichischer Kollegen, die gute Zusammenarbeit, die wertvolle Impulsgebung für wissenschaftlich kartographische Arbeiten in deutschsprachigen Ländern und darüber hinaus in der mitteleuropäischen Kartographie, die weltweit richtungsweisend wurde und ist. Die gute Partnerschaft Österreichs, der Schweiz und Deutschlands hat immer wieder zu sogenannten kartographischen Dreiländertagen geführt, die nicht nur grenzüberschreitend, sondern auch

für alle Seiten innovativ waren und die dabei genau genommen immer wieder kartographische Standards setzten, erinnert man sich nur der Zeit der 90-iger Jahre, die europa- wie auch weltweit im kartographischen Betätigungsfeld weitreichende Veränderungen hervorriefen. Auch an dieser Stelle hat der Jubilar intensiv mitgewirkt, erinnert man sich nur des Multimedia-Workshops 1998 in Wien, der deutschsprachige Kartographen miteinander verband und als richtungsweisend angesehen werden kann. Diese hervorragende Zusammenarbeit ist Ausdruck eines inneren Bekenntnisses zur deutschsprachigen Kartographie, der Fritz Kelnhofer seit 25 Jahren treu geblieben ist, denn auch im Jahr seines 60. Geburtstags verbinden ihn 25 Jahre mit der Schwestergesellschaft, der Deutschen Gesellschaft für Kartographie e. V.

Verfolgt man den Lebensweg Fritz Kelnhofers, dann wird immer wieder deutlich, daß sich Lebensabschnitte, Zyklen, Interessen, Aufgaben- wie auch Fragestellungen gegenseitig beeinflußt haben. Dies sollte auch weiterhin so bleiben, im Besonderen zum Nutzen der Kartographie, aber auch zu seiner persönlichen Freude und Bereicherung.

Ad multos annos !

Prof. Dr. Theodor Wintges

Präsident der Deutschen Gesellschaft für Kartographie e.V.

Inhaltsverzeichnis

LAUDATIO

1
Kretschmer, Ingrid: Fritz Kelnhofer 60 Jahre

BEITRÄGE ZUR THEORETISCHEN KARTOGRAPHIE

13
Bollmann, Jürgen: Kartographische Generalisierung und gedankliche Abstraktion in der Bildschirmkommunikation

22
Bretterbauer, Kurt: Optimierung konformer Abbildungen für Österreich

33
Frančula, Nedjeljko & Miljenko Lapaine, Nada Vučetić: Auswahl einer geeigneten kartographischen Abbildung für kleinmaßstäbige Karten

43
Gartner, Georg: TeleKartographie oder neue Chancen und Herausforderungen für die Kartographie

52
Jordan, Peter: Vom Wert der Exonyme

72
Koch, Wolf Günter: Kartengestaltende Variablen – Entwicklungslinien und ihre Ergänzung im multimedialen Umfeld

83
Lechthaler, Mirjanka: Visionen werden Realität – sie verlangen nicht, das alte Wissen aufzugeben.

96
Mang, Reinhard: Entscheidungsmittel „Karte“

106
Peterson, Michael P.: The Web and Ethics in Cartography

113
Seger, Martin: Was bedeutet und wozu dient „Geographische Fernerkundung“

123

Graichen, Beat, & Katrin Kranz, Ingeborg Wilfert: Rechnergestützte Herstellung der Waldbrandschutzkarte 1:25000 als Bestandteil des Forstlichen Geographischen Informationssystem (FGIS) Sachsen

BEITRÄGE ZUR ANGEWANDTEN KARTOGRAPHIE

135

Beissmann, Helmut: Der kartographische Aspekt des Surumoni-Projekts - Relevante Informationen aus dem Internet?

147

Birsak, Lukas & Johannes Breitschopf, Erich Knabl: Neuere Entwicklungen im Verlag Ed. Hölzel

156

Brunner, Kurt: Kartengestaltung und Kartentechnik

163

Ditz, Robert: Die Punktstreuungskarte am Bildschirm - Eine neue Herausforderung für die Kartographie

175

Fasching, Gerhard: Die Österreichischen Militärkartenwerke

190

Jüptner, Bernhard: Internationale Homogenisierung kartographischer Daten

201

Kribbel, Johannes: Digma 10 Jahre danach

209

Morgenstern, Dieter: Beitrag der Kartographie und Geoinformation zur GIS-basierten Verkehrsplanung in Israel und Palästina

217

Pammer, Andreas & Susanne Uhlirz: Automatisierte Datenvisualisierung im Rahmen der Erstellung eines Kartenwerkes von Österreich

229

Teufelsbrucker, Doris: "Wien CIR" - City Informationssystem für Rollstuhlfahrer

242

Wonka, Erich: Lösung von Stadtplanungs- und Geomarketingsaufgaben mit Hilfe der koordinatengebundenen Statistik

251

Autorenverzeichnis

Fritz Kelnhofer 60 Jahre

Ingrid Kretschmer, Wien

Ein Meister der Kartographie feiert runden Geburtstag! Kollegen, Freunde und Schüler aus Österreich und den Nachbarländern haben sich versammelt, um die Werke des Jubilars Revue passieren zu lassen und herzliche Glückwünsche darzubringen. Wir wünschen Ihnen, lieber Herr Kollege KELNHOFER, Dir lieber Fritz, das Beste für Gesundheit und Wohlergehen und weiterhin viel Schaffenskraft zum Wohle der Kartographie. Wir freuen uns mit Dir über die Erfolge und danken Dir für Deinen Einsatz in Lehre und Forschung in der Kartographie. Wir sind sicher, daß auch für die nächsten Jahre noch so mancher Plan einer Realisierung harrt oder aber auch so mancher Neigung nun endlich nachgegangen werden sollte.

Der Autorin dieser Widmung, die durch 13 Jahre Freude und manchmal auch Leid des Faches Kartographie im Institut für Geographie der Universität Wien mit Fritz KELNHOFER teilte, und durch weitere 15 Jahre dem Jubilar als Fachkollegin eng verbunden ist, wurde die Ehre zuteil, Lebensweg und Werk zu würdigen. Sie unterzieht sich dieser Aufgabe in Kenntnis vieler Details, die den in großen Strecken parallel laufenden Berufs- und Werdegang bestimmten. Die letzten 30 Jahre spiegeln gleichzeitig auch die Entwicklung der kartographischen Ausbildung an Universitäten sowie der Kartographie als Wissenschaft in Österreich wider. Die enge kollegiale Verbundenheit mit dem Jubilar ergibt sich daher auch durch die Tatsache, daß Ingrid KRETSCHMER (1974) und Fritz KELNHOFER (1978) in den 1970er Jahren eine neue Dozentengeneration im Fachgebiet Kartographie in Österreich repräsentierten, die nun in den 1990er Jahren in Wien die volle Verantwortung für die Ausbildung der nächsten Generation trägt.

Wie aber fand der Jubilar seinen Weg zur Kartographie? Fritz KELNHOFER wurde am 19. Jänner 1940 in Wien geboren. Kindheit und frühe Jugendjahre wurden durch Kriegs- und Nachkriegszeit geprägt. Vermutlich waren die Neigung zum sorgfältigen Zeichnen, Ausdauer und Naturverbundenheit mitentscheidend für die Wahl, im Jahr 1954 eine Ausbildung zum Kartographen in der Kartographischen Anstalt Freytag-Berndt und Artaria anzustreben, die er 1958 beendete. Anschließend war er bis 1962 als Kartograph in dieser Firma tätig. Diese traditionsreiche Kartographische Anstalt mit Verlag bearbeitete und veröffentlichte in den 1950er- und 1960er Jahren nicht nur die gängigen Produkte der Verlagskartographie, wie Wander- und Straßenkarten, sondern war damals auch auf dem Gebiet der Atlaskartographie führend. Ein Taschen-(Welt-)Atlas (ab 1950) und mehrere Typen österreichischer Schulatlanten, wie ein "Atlas für Hauptschulen" (ab 1951), ein "Atlas für Mittelschulen" (ab 1952) und ein "Atlas für Lehrer- und Lehrerinnenbildungsanstalten" (ab 1952) kennzeichnen das damalige Atlassortiment ebenso wie Herstellung und Verlag komplexer thematischer Atlanten. In der Kartographischen Anstalt Freytag-Berndt und Artaria wurde zwischen 1951 und 1958 der von Erik ARNBERGER redigierte "Atlas von Niederösterreich (und Wien)" kartographisch durchgeführt und verlegt. Frühzeitig kam Fritz KELNHOFER daher mit Erik ARNBERGER in Kontakt, der sich zu dieser Zeit als Kartenautor und Redakteur mit wissenschaftlichen

Kartenentwurfsmethoden, insbesondere mit Signaturentwicklung in der thematischen Kartographie befaßte. Die Anerkennung, die Entwicklung und Produktion dieses für die 1950er Jahre richtungsweisenden österreichischen Regionalatlas erreichten, führten fast nahtlos zur Übernahme von Produktion und Verlag des "Atlas der Republik Österreich" durch Freytag-Berndt und Artaria, dessen sechs Lieferungen 1960 bis 1980 erschienen.

Während seiner Tätigkeit als Kartograph in dieser Kartographischen Anstalt schlug Fritz KELNHOFER den zweiten Bildungsweg ein und legte schließlich 1962 am Bundesrealgymnasium für Berufstätige in Wien die Reifeprüfung ab. Im gleichen Jahr begann er sein Doktoratsstudium an der Universität Wien mit dem Hauptfach Geographie (bei den Professoren Hans BOBEK und Hans SPREITZER, nach seiner Berufung 1965 auch bei Erik ARNBERGER) und den Nebenfächern Meteorologie und Geophysik, sowie Soziologie. Parallel nahm er 1962 bis 1967 ein Dienstverhältnis als Kartograph und Kartenredakteur des "Atlas der Republik Österreich" in der Kommission für Raumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften unter der Leitung von Hans BOBEK, dem Chefredakteur dieses Nationalatlas, wahr. Fritz KELNHOFER promovierte 1969 bei Erik ARNBERGER als erster Dissertant an dem 1968 eingerichteten Ordinariat für "Geographie mit besonderer Berücksichtigung der Kartographie" (1971 umbenannt in "Geographie und Kartographie"). Schon mit seiner Dissertation "Beiträge zur Systematik und zu einer allgemeinen Strukturlehre der thematischen Kartographie mit ausgewählten Anwendungsbeispielen der Darstellung elementarbevölkerungsgeographischer Sachverhalte" gelang ein erster großer Wurf, der Fritz KELNHOFER wissenschaftlich auszuzeichnen begann. Durch die Schaffung der das 1969 im Rahmen der Österreichischen Akademie der Wissenschaften von Erik ARNBERGER gegründete "Institut für Kartographie" ergänzenden Schriftenreihe "Forschungen zur Theoretischen Kartographie" konnte die Arbeit unmittelbar einer Drucklegung zugeführt werden (Wien 1971) und zählt seither zu den viel zitierten Klassikern der Strukturlehre der thematischen Kartographie, die auch im digitalen Zeitalter der Kartographie noch lesenswert sind. Die internationale Wertschätzung zeigt eine Übersetzung in das Serbokroatische durch P. LOVRIC (Zagreb 1977).

Nach einer rund zweijährigen Tätigkeit (1969-1971) als wissenschaftlicher Sachbearbeiter am Institut für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und Ableistung des Militärdienstes bei der Österreichischen Luftwaffe konnte Fritz KELNHOFER eine Planstelle als Universitätsassistent am Ordinariat für Geographie und Kartographie (Erik ARNBERGER) am damaligen Geographischen Institut der Universität Wien einnehmen, wo seit 1966 die Autorin als einzige Assistentin tätig war. Ab 1971 waren kartographische Aktivitäten somit auf drei Personen abgestützt. Der Jubilar betreute damals die Fächer "Kartenkunde und topographische Karten", "Kartierungsgrundlagen und ihre Verwendung" und "Konstruktion kartenverwandter kartographischer Ausdrucksformen" und war ab 1971 (bis 1983) auch als Universitätslektor für Kartographische Technologien und Computerkartographie tätig. Die Publikationen dieser Zeit befassen sich einerseits mit der Bedeutung der Kartentechnik für die kartographische Ausbildung an Universitäten, andererseits frühzeitig mit dem Einsatz von Printern für die Erzeugung von Flächenkartogrammen. Parallel leitete Fritz KELNHOFER zehn Jahre (1971-1981) die Abteilung "Angewandte Kartographie" am Institut für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, wo bedeutende wissenschaftliche Karten- und Atlaswerke (Baualterpläne österreichischer Städte, Tabula Imperii Byzantini, Seelsorgen-Filiationskarte von Tirol und Vorarlberg u.a.) entwickelt und produziert wurden. Die Intensivbefassung mit der Neuentwicklung topographischer Kartenwerke im mittleren Maßstab anlässlich der Schaffung der topographischen Grundkarte für die "Tabula Imperii Byzantini"

fürten ihn verstärkt zu einem Zentralthema der Kartographie, der kartographischen Generalisierung. Diesem widmete er schließlich seine Habilitationsschrift "Darstellungs- und Entwurfsprobleme in topographischen Karten mittlerer Maßstäbe", die er 1977 bei Erik ARNBERGER einreichte. 1978 erhielt Fritz KELNHOFER vom Professorenkollegium der Grund- und Integrativwissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien die Venia für "Geographie mit besonderer Berücksichtigung der Kartographie" und war anschließend 1979 bis 1983 als Oberassistent und Universitätsdozent weiterhin im Institut für Geographie der Universität Wien tätig. Seine viel beachtete und mit einer Fülle von Abbildungen und Tafeln ausgestattete Habilitationsschrift erschien als Band 5 der "Forschungen zur Theoretischen Kartographie" (Wien 1980). Sie ist eine der letzten zusammenfassenden Werke zur Generalisierung vor dem technologischen Umbruch in der Kartographie. 1979 wurde er auch zum stellvertretenden Direktor des Instituts für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften berufen.

Während dieser Jahre hatte sich an den Universitäten in Österreich Entscheidendes geändert. Mit dem Studiengesetz für geistes- und naturwissenschaftliche Studienrichtungen aus dem Jahr 1971 waren an den Universitäten die Studienkommissionen gesetzlich verankert worden, gleichzeitig wurde der Studiengang "Kartographie" erstmals genannt, der mit Verordnung aus dem Jahr 1974 dann konkret ins Leben trat. Dieser wurde jedoch nur an der Universität Wien eingerichtet. Mit Wintersemester 1975/76 lag der diesbezügliche Studienplan vor und die Ausbildung der Kandidaten brachte ein Mehrfaches an Lehrverpflichtungen für alle Vertreter der Kartographie an der Universität Wien. Schließlich veränderte das Universitätsorganisationsgesetz aus dem Jahr 1975 auch die Befugnisse der Professoren zugunsten des Mittelbaues (Assistenten und Dozenten). Unvergesslich bleibt der Autorin der Einsatz von Fritz KELNHOFER bei der Durchsetzung der neuen Rechte, die erst nach tagelangen heftigen Debatten zum bereits festgeschriebenen Ziel führten. Mit den zu Ende gehenden 1970er Jahren war schließlich die neue Struktur auch in der universitären Praxis spürbar, wurde aber bis zuletzt nicht von allen damaligen Ordinarien goutiert.

In den späteren 1970er Jahren zeigte sich in der wissenschaftlich orientierten Kartographie in den deutschsprachigen Ländern eine merkbare Stagnation. Während sich die Planstellen in vielen anderen Fächern, nicht zuletzt auch in den Instituten für Geographie deutlich vermehrt, teilweise sogar vervielfacht hatten, blieben jene in der Kartographie fast unverändert. Kartographie konnte in Österreich weiterhin nur in Wien studiert werden, auch im deutschsprachigen Ausland waren die Standorte gezählt. Daher ergab sich für Dozenten der Kartographie kaum eine Möglichkeit der Mobilität. Von dieser Tatsache waren Fritz KELNHOFER und die Autorin gleichermaßen betroffen, viele diesbezügliche Gespräche sind nachdrücklich in Erinnerung.

Im Jahr 1983 war dann nach Emeritierung von Erik ARNBERGER das Ordinariat für "Geographie und Kartographie" an der Universität Wien ebenso vakant wie das Ordinariat für "Kartographie und Reproduktionstechnik" an der Technischen Universität Wien nach der Emeritierung von Wolfgang PILLEWIZER. 1984 erhielt Fritz KELNHOFER den Ruf als ordentlicher Universitätsprofessor für Kartographie und Reproduktionstechnik an die Technische Universität Wien und wurde zum Vorstand des gleichnamigen Instituts bestellt. Gleichzeitig wurde er als Mitglied in diverse Kommissionen berufen und leitete als langjähriger Vorsitzender die Studienkommission für Vermessungswesen. Knapp vor dem unerwarteten plötzlichen Tod von Erik ARNBERGER im Jahr 1987 übernahm Fritz KELNHOFER auch noch die Leitung des Instituts für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und stand diesem

fünf Jahre (bis 1993) als Direktor vor. Im gleichen Jahr wurde er zum korrespondierenden Mitglied der Österreichischen Akademie der Wissenschaften gewählt.

In beiden Instituten waren nun in den 1980er Jahren der technologische Umbruch in der Kartographie in Lehre und Forschung zu bewerkstelligen und neue Forschungsperspektiven zu eröffnen. Während im Institut für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften vor allem die Perzeptionsforschung betrieben wurde und bis zur Auflösung des Institutes (1994) noch einige interessante Arbeiten beendet werden konnten, unterzeichnete Fritz KELNHOFER als Vorstand des Instituts für Kartographie und Reproduktionstechnik der Technischen Universität Wien einen wissenschaftlich-technischen Kooperationsvertrag mit dem Österreichischen Ost- und Südosteuropa-Institut zur Entwicklung der Kartenblätter des neuen "Atlas Ost- und Südosteuropa". Die Kartenoriginalherstellung erfolgte zunächst noch weitgehend konventionell, bzw. mit Hilfe photomechanischer Technologien, wobei aber die für die hinsichtlich ihrer topographischen Grundlagen teilweise auf sehr heterogenem Material aufbauenden Einzelblätter notwendige Berechnung und Zeichnung des neuen Kartennetzes EDV-unterstützt durchgeführt wurde. Auch für die Gestaltung der Kartensignaturen wurden von Anfang an EDV-unterstützte Technologien eingesetzt. Nach der am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der Technischen Universität Wien durchgeführten Entwicklung des Systems DIGMAP, das vorrangig dem Aufbau eines themakartographischen Informationssystems und der Herstellung von Kartenoriginalen dienen sollte, ist es schließlich 1991 unter der Leitung von Fritz KELNHOFER gelungen, ein bereits konventionell hergestelltes Blatt digital so nachzubilden, daß sich ab dann solche Ergebnisse möglichst ohne optische Unterschiede in die Kartenserie des Atlases einfügen ließen.

Zu den jüngsten Herausforderungen des Jubilars zählt die Übernahme des EDV-kartographischen Anteils des Großforschungsprojektes "Österreich - Raum und Gesellschaft" des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Hier verlangte der theoretisch-methodische Teil die Entwicklung geeigneter geographischer und kartographischer Informationssysteme und Visualisierungsverfahren im bekannt schwierigen Maßstab 1:1 Million. Zugleich sollte eine Mehrzahl neuartiger thematischer Karten Österreichs entstehen. Unter der Leitung von Fritz KELNHOFER wurde schließlich bis Sommer 1999 GeoInfo Austria als Prototyp eines multimedialen, interaktiven Kartographischen Informationssystems fertiggestellt, das derzeit in Österreich einzigartig sein dürfte. In diesem können vorgefertigte topographische und thematische Karten interaktiv bis in die Primärdaten bzw. in unterschiedliche Attributtiefen erschlossen werden. Nutzerabfragen monovariabler bzw. auch polyvariabler Art, die sich auf die Einheiten der politischen Gemeinden beziehen, können sofort visualisiert werden. Mit GeoInfo Austria kann der Systemnutzer aber auch kartographische Darstellungen nach eigenen Wünschen kreieren, wobei er von der Systemleitung in Form regelbasierter Konstruktionshilfen in allen wesentlichen kartographischen Belangen unterstützt wird. Bis Sommer 1999 besitzt GeoInfo Austria ca. 500 Sachvariable auf Gemeindebasis, die georeferenziert mit topographischen Bezugselementen für den Maßstab 1: 1 Million kombiniert werden können. Diese einzigartige Prototyplösung kann aus Urheberrechtsgründen derzeit aber nur am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der Technischen Universität Wien besichtigt und genutzt werden. Mit diesem Arbeitsergebnis von Fritz KELNHOFER reiht sich Österreich aber würdig in die Reihe jener Staaten ein, die am Ende der 1990er Jahre über einen interaktiven, multimedialen Atlas verfügen.

Neben dieser Vielzahl an Projektbewältigung war und ist der Jubilar in zahlreichen wissenschaftlichen Gremien tätig, wie in diversen Kommissionen der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, und hatte 1988 bis 1992 die Vizepräsidentschaft der

Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation inne. Seit Jahren wirkt er auch im Vorstand der Österreichischen Geographischen Gesellschaft und in der Österreichischen Kartographischen Kommission. Die internationale Fachwelt schätzt Fritz KELNHOFER als verlässlichen Partner: ein wissenschaftlicher Kooperationsvertrag mit dem Institut für Kartographie der Technischen Universität Dresden und wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit mit dem Institut für Kartographie der Technischen Universität Zagreb, wie die Kooperation mit der University of Nebraska at Omaha und des Royal Melbourne Institute of Technology dienen der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses ebenso wie einem Austausch der Forschungsansätze.

Arbeitsergebnisse erscheinen aber nicht nur in Form von kartographischen Produkten. Lang ist auch die Liste der Textpublikationen, die Fritz KELNHOFER seit 1971 als Autor vorgelegt hat. Als Schriftleiter und Herausgeber betreute er ferner die Veröffentlichungen des Instituts für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, nämlich die Reihe "Forschungen zur Theoretischen Kartographie" (1985-1993) und die "Berichte und Informationen" (1985-1993). Seit 1984 wirkt er auch als Mitherausgeber der "Geowissenschaftlichen Mitteilungen" der Fachgruppe Geowissenschaften der Technischen Universität Wien.

Fritz KELNHOFER verbindet als Vertreter der Kartographie Theorie und Praxis, theoretische und angewandte Kartographie, in vorbildlicher Weise. Ihm ist keine kartographische Fragestellung fremd, sachkundig wird Machbares mit den aktuellen Technologien der Zeit umgesetzt. Fremd sind dem Jubilar aber Ankündigungen, die wissenschaftlich nicht eingelöst werden können, oder die jeder Sacharbeit entbehren. Als geschätzter Wissenschaftler reicht er seine Kenntnisse als Hochschullehrer an die Studierenden weiter, verlangt aber auch von Mitarbeitern und Studenten Sachkenntnis und Einsatzbereitschaft, ohne die Lehre und Forschung an Universitäten nicht bestehen können.

Wir wiederholen unsere Wünsche für weitere erfolgreiche Projekte und Pläne und wünschen dem Jubilar und seiner lieben Frau Erika weiterhin glückliche und freudvolle Jahre.

Ad multos annos!

**Verzeichnis der wissenschaftlichen Publikationen von o. Univ. Prof. Dr. Fritz Kelnhofer
zusammengestellt von Ingrid Kretschmer gem. mit Georg Gartner**

1. Textpublikationen

1971

Beiträge zur Systematik und allgemeinen Strukturlehre der thematischen Kartographie ergänzt durch Anwendungsbeispiele aus der Kartographie des Bevölkerungswesens. Wien, Hermann Böhlau Nachf. Teil I: 155 S., Teil II: 22 S. Text, 15 mehrfarbige Falttaf. (= Forschungen zur Theoretischen Kartographie, Bd. 1). Übersetzung in das Serbokroatische durch P. Lovric (Zagreb 1977).

1973

Die Bedeutung der Kartentechnik in der Hochschulausbildung des wissenschaftlichen Kartographen. In: Mitteilungen der Österr. Geograph. Ges. 115, I-III. S. 186-194.

gem. mit E. Bernleithner und K. Bretterbauer: Der Rollglobus im Erdkundeunterricht. In: Mitteilungen der Österr. Geograph. Ges. 115, I-III. S. 231-238.

1974

Methodische und technische Überlegungen zum Einsatz von Printern in der thematischen Kartographie. In: Mitteilungen der Österr. Geograph. Ges. 116, I-II. S. 119-130.

Nomogramme in der thematischen Kartographie. In: Mitteilungen der Österr. Geograph. Ges. 116, III, S. 351-389, 12 Textabb., 6 Falttaf.

1975

gem. mit W. Grafendorfer, J. Steinbach und W. Schwarz: Strukturanalyse eines Stadtzentrums, gezeigt am Beispiel der Wiener Innenstadt. In: IBM-Nachrichten 25, S. 191-196, 5 Abb.

1976

Die topographische Bezugsgrundlage der Tabula Imperii Byzantini. Wien, Österreichische Akademie der Wissenschaften. 43 S., 16 Abb. im Text, 2 Mehrfarbenkarten im Anhang (=Beiheft zu Band 1, Denkschriften der phil.-hist. Klasse, 125. Band).

1977

Kartennetzberechnung mittels einfacher Computerprogramme. In: Beiträge zur Theoretischen Kartographie. Wien, Verlag Franz Deuticke (= Festschrift für Erik Arnberger). S. 65-90, 8 Abb., 2 Tab., 2 Falttaf.

Möglichkeiten und Grenzen in der kartographischen Gestaltung und Anwendung von Printerkarten. In: Thematische Kartographie und elektronische Datenverarbeitung. Hannover, H. Schrödel (= Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung Hannover, Bd. 115). S. 265-295, 11 Abb.

1978

Darstellungs- und Entwurfsprobleme mittelmaßstäbiger topographischer Karten. Habilitationsschrift. Univ. Wien. 264 S. Maschinschr., 80 Fig., 28 Beilagen in Stecktasche.

Höhenliniengestaltung in Verbindung mit morphometrischen Gesichtspunkten. In: Probleme der Geländedarstellung. Ergebnisse des Arbeitskurses Niederdollendorf 1976 des Arbeitskreises Praktische Kartographie der Deutschen Gesellschaft für Kartographie e. V., hrsg. von Heinz BOSSE. Karlsruhe, Offsetdruckerei Henning Wocke. S. 69-100, 13 Abb., 3 Tab.

1980

Darstellungs- und Entwurfsprobleme in topographischen Karten mittlerer Maßstäbe. Wien, Österr. Akademie der Wissenschaften. 228 Seiten, 80 Abb., 10 Tab. im Text, 8 Beilagen in Stecktasche (= Forschungen zur Theoretischen Kartographie, Bd. 5).

1983

gem. mit Erik Arnberger: Das Ordinariat für Geographie und Kartographie und der Studienzweig Kartographie an der Universität Wien. Wien, Institut für Geographie der Universität Wien. 64 Seiten, 13 Abb. (= Beiträge aus dem Seminarbetrieb und Arbeitsbereich des Ordinariats für Geographie und Kartographie, Bd. 14).

1984

Perspektiven und exemplarische Ergebnisse der kartographischen Ausbildung des Studienzweiges Kartographie am Institut für Geographie der Universität Wien. In: Arnberger, E. (Red.): Kartographie der Gegenwart in Österreich. Wien, Österr. Geographische Gesellschaft. S. 93-108, 13 Abb. im Text.

Themakartenentwurf und Datenbindung. In: Kartographische Nachrichten 34, 1984, 1. S.1-15.

1985

Orthophotokarten aus Weltraumbildern, dargelegt am Beispiel der Orthophotokarte 47/10 Glurns, 1:200.000. In: Mitteilungen der Österr. Geograph. Ges. 127. S. 119-138, 5 Abb., 1 Kte.

1989

EDV-unterstützte Kartographie im Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik. In: Mayer, F. (Hrsg.): Digitale Technologie in der Kartographie. Wiener Symposium 1988. Wien, Institut für Geographie der Universität Wien (= Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Bd. 2). S. 126-139, 7 Schwarzweißabb., 4 Farbbabb.

(Hrsg.): Beiträge zur themakartographischen Methodenlehre und ihren Anwendungsbereichen. Wien, Österr. Akademie der Wissenschaften. 311 Seiten, 98 Abb., 32 Tab., 10 Beilagen (= Berichte und Informationen des Instituts für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Sammelband der Hefte Nr. 10 - 20).

20 Jahre "Institut für Kartographie" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Wien, Institut für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (= Berichte und Informationen, Nr. 10). 14 Seiten.

Versuche zur photomechanischen Bildbearbeitung. In: Münchner geographische Abhandlungen, Reihe A, (Fernerkundungssymposium aus Anlaß des 65. Geburtstages von Prof. Gierloff-Emden) Band 41. S. 37-60.

1990

Themakartographische Signaturengestaltung unter Berücksichtigung perceptiver Parameter. In: Mayer, F. (Hrsg.): Kartographenkongreß Wien 1989. Tagungsband. Wien, Institut für Geographie der Universität Wien (= Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Bd. 4). S. 184-201, 10 Schwarzweißabb., 8 Farbbabb.

1991

gem. mit Werner Stams (Hrsg.): Kartographische Forschungen und anwendungsorientierte Entwicklungen. Wien, Technische Universität. 154 Seiten, 30 Abb., 5 Tab., 3 Taf., 9 mehrfarbige Beilagen und 1 Faltkte. im Anhang (= Geowissenschaftliche Mitteilungen, Heft 39).

gem. mit J. Kribbel: Atlas Ost- und Südosteuropa (AOS) - photomechanische und digitale Kartenoriginalherstellung. In: Kelnhofer, F. und W. Stams (Hrsg.): Kartographische Forschungen und anwendungsorientierte Entwicklungen. Wien, Technische Universität (=Geowissenschaftliche Mitteilungen, Heft 39). S. 65-77, 7 Abb., 1 Tab., 3 Farbbeilagen im Anhang.

1993

Edgar Lehmann. In: Almanach der Österreichischen Akademie der Wissenschaften 143, 1992/93. S. 409-416.

Digital fair drafts for thematic maps. In: EuroCarto XI, Proceedings. Kiruna. S. 121-132.

Kartographie als Grundlage von GIS. In: ÖCG-Kommunikativ Nr. 6/1993. S. 15-18.

gem. mit D. Bökemann und B. Wöhrer: Die Erfassung von Geometriedaten von Gebäuden der Technischen Universität Wien für ein Hochschulinformations- und Planungssystem (HIPS). In: Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie 81,4. S. 165-174, 3 Abb.

1994

Kartographisches Informationssystem von Österreich (OE-KIS) im Maßstab 1:1.000.000. In: Österr. Zeitschrift für Vermessung & Geoinformation 82, 1+2. S. 71-79, 3 Abb.

Cartographic Information System and Digital Map Production. In: IGU Prague 1994 (CD-ROM).

Objektbedeutung und Objektgeometrie in kartographischen Darstellungen. In: Kartensemiotik 4, Internationales Korrespondenz-Seminar. Dresden. S. 95-108.

gem. mit M. Lechthaler: DIGMAP - Digitales kartographisches Informations- und Originalisierungssystem. In: Kartographische Nachrichten 44, 6. S. 209-219, 7 Abb., 6 Farbbeilagen.

1995

Geoinformationssysteme und EDV-Kartographie. In: Mitteilungen der Österr. Geograph. Ges. 137. S. 307-328, 7 Abb.

Kartographische Informationssysteme - Ende des Printmediums Karte? In: VIII. Geodätische Woche Obergurgel 1995. Innsbruck, Institut für Geodäsie der Universität. S. 127-141.

Kartographische Darstellungen als Visualisierungsmöglichkeiten räumlicher Sachverhalte. Hochschullehrgang Geoinformationssysteme 1995/96. Wien, Technische Universität. 21 Seiten.

1996

Anwendungsorientierte Entwicklungen und Kartenprojekte des Instituts für Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien. In: Kretschmer, I. und K. Kriz (Hrsg.): Kartographie in Österreich '96. Wien, Institut für Geographie der Universität Wien (= Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Bd. 9). S. 116-129, 4 Schwarzweißabb., 6 Farbtaf.

gem. mit P. Jordan: Der Atlas Ost- und Südosteuropa. Konzeption, Gestaltung, technische Herstellung. In: Kretschmer, I. und K. Kriz (Hrsg.): Kartographie in Österreich '96. Wien, Institut für Geographie der Universität Wien (= Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Bd. 9). S. 60-79, 6 Abb., 2 Taf.

Geographische und/oder Kartographische Informationssysteme. In: Kartographie im Umbruch - neue Herausforderungen, neue Technologien. Beiträge zum Kartographiekongress Interlaken 96 (=Kartographische Publikationsreihe der Schweizerischen Gesellschaft für Kartographie, Nr. 14). S. 9-26, 3 Abb.

1997

gem. mit R. Ditz: Interaktive Atlanten - eine neue Dimension der kartographischen Informationsvermittlung. In: Mitteilungen der Österr. Geograph. Ges. 139. S. 277-312, 17 Abb., 3 Tab.

Lithographic techniques in Cartography. In: Dve století lithografie = Bicentenary of Lithography. Vydalo Národní technické muzeum za podpory UNESCO a Ceskeho vyboru, ICOM Praha. S. 70-83.

Geographische Informationssysteme - in Zukunft auch ein Ersatz für Kartographie? In: Vermessungswesen und Raumordnung 59, 1997/3. S. 141-157.

1998

Prototypentwicklung eines interaktiven Multimedia-Atlases von Österreich. In: Geo-News 4/98.

1999

gem. mit A. Pammer und G. Schimon: Prototyp of an Interactive Multimedia Atlas of Austria. In: Cartwright, W. - M. Peterson - G. Gartner (eds.): Multimedia Cartography. Berlin-Heidelberg, Springer. S. 87-97, 3 Fig.

Basiskonzepte für die Prototypentwicklung eines interaktiven multimedialen Atlases von Österreich. In: Kretschmer, I. und K. Kriz (Hrsg.): 25 Jahre Studienzeig Kartographie. Wien, Institut für Geographie der Universität Wien (= Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Bd. 12). S. 32-45, 1 Abb.

Methodologie der thematischen Kartographie und interaktive kartographische Informationserschließung. In: Festschrift für Prof. Martin Seger (in Vorbereitung)

(Hrsg.): Interaktive kartographische Informationssysteme in multimedialen Applikationen. Geowissenschaftliche Mitteilungen, TU Wien. (Vorbereitung für den Druck).

Interaktive Kartographie und kartographische Semiotik. In: Beiträge zum Semiotikkongreß Dresden Oktober 1999. (in Druck)

2. Karten, Kartenwerke, Atlanten

Mitarbeit am "Atlas der Republik Österreich", Wien, Freytag-Berndt und Artaria: 3. Lieferung 1965 gem. mit E. ARNBERGER: Karte II/2 "Geländegestaltung und Verwaltungsgrenzen (Stand 1. Jänner 1965)", 1:1 Mill.

5. Lieferung 1971 Karte VII/1b "Bevölkerungsdichte auf der Katasterfläche 1960/61", 1:1 Mill (Grenzen im Ausland)

1972

gem. mit E. ARNBERGER: Kartographische Leitung der "Bualterpläne österreichischer Städte" von A. Klaar 1:2.000. 1. Lieferung. Bearbeitung der Städte Laa a.d. Thaya, Dürnstein, Krems, Stein a. d. Donau, Mautern, Klosterneuburg, Bruck a. d. Leitha, Wiener Neustadt. Wien, Österr. Akademie der Wissenschaften. Mehrfarbendruck.

1973

Innere Stadt von Wien. Entwurf einer Grundkarte 1:5.000 im Auftrag des Magistrates der Stadt Wien.

gem. mit W. Grafendorfer und J. Steinbach: Innere Stadt: Typen der Gebäudenutzung, Typen der Gebäude nach der Bevölkerungsstruktur, Funktionelle Gliederung der Wiener Innenstadt. Kartographische Bearbeitung von Computerkarten 1: 10.000, hrsg. vom Magistrat der Stadt Wien.

1974

gem. mit E. Arnberger: Kartographische Leitung der "Bualterpläne Österreichischer Städte" von A. Klaar 1:2.000. 2. Lieferung: Bearbeitung der Blätter Hollabrunn, Mistelbach a. d. Zaya, Herzogenburg, St. Pölten, Tulln, Korneuburg, Traismauer, Hainburg a. d. D., Ebenfurt. Wien, Österr. Akademie der Wissenschaften. Mehrfarbendruck.

Gesamtaufbau des Grundkartenwerkes der Tabula Imperii Byzantini 1:800.000.

Entwurf der topographischen Grundlage des Blattes I: Hellas und Thessalia, gem. herausgegeben von der Kommission für die Tabula Imperii Byzantini und dem Institut für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

1976

Innere Stadt von Wien, 1:5.000. Mehrfarbendruck (im Auftrag des Magistrats der Stadt Wien). Entwurf, Bearbeitung und Kartenoriginalherstellung.

gem. mit W. Grafendorfer, W. Schwarz, J. Steinbach: Computerkartogramme der Stadt Wien 1:50.000, im Auftrag des Magistrats der Stadt Wien, 9 Karten im Mehrfarbendruck: Einwohnerdichte, Anteil der Geschäfts- und Bürogebäude, durchschnittliche Wohnfläche je Einwohner, Anteil der Einwohner in Substandardwohnungen, Anteil der Gebäude der Bauperiode 1961-1971, Anteil der Eigentumswohnungen, durchschnittliche Fläche je Wohnung.

gem. mit W. Grafendorfer, W. Schwarz, J. Steinbach: Computerkartogramme der Wiener Innenstadt, herausgegeben vom Magistrat der Stadt Wien. 24 Einfarben- und 3 Mehrfarbenkarten, Einleitungstext und Tabellen.

Kartographische Betreuung von F. Huter, Seelsorgenfiliationskarte von Tirol und Vorarlberg, hrsg. von der Kommission für den Historischen Atlas der Alpenländer der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 1:200.000, 1. und 2. Lieferung.

gem. mit Erik Arnberger: Kartographische Leitung der "Bualterpläne Österreichischer Städte" von A. Klaar, 1:2.000. 3. Lieferung: Bearbeitung der Städte Eggenburg, Maissau, Hardegg, Amstetten, Ybbs a.d. Donau, Melk, Pöchlarn, Baden, Mödling, Horn. Wien, Österr. Akademie der Wissenschaften. Mehrfarbendruck.

1977

gem. mit W. Grafendorfer und J. Steinbach: Innere Stadt: Typen der Gebäudenutzung nach Bevölkerungsstruktur: Innere Stadt: Typen der Gebäudenutzung
Innere Stadt: Funktionelle Gliederung nach Gebäudetypen
Mehrfarbendrucke im Maßstab 1:10.000.

Topographische Bezugsgrundlage für die "Tabula Imperii Byzantini", Blatt "Thessalia" 1:800.000.
Mehrfarbendruck.

gem. mit W. Grafendorfer, W. Schwarz und J. Steinbach: Computerkartogramme der Stadt Wien 1:50.000, im Auftrag des Magistrats der Stadt Wien. 9 Karten, Mehrfarbendruck.

1979

gem. mit Erik Arnberger: Kartographische Leitung der "Bualterpläne Österreichischer Städte" von A. Klaar 1:2.000. 4. Lieferung: Niederösterreich (IV. Teil). Wien, Österr. Akademie der Wissenschaften.

1982

Kartographische Leitung der "Bualterpläne österreichischer Städte" von A. Klaar 1:2.000. 4. Lieferung: Bearbeitung der Städte Bad Vöslau, Traiskirchen, Marchegg, Zistersdorf, Poysdorf, Langenlois, Stockerau, Großenzersdorf, Neunkirchen, Ternitz. Wien, Österr. Akademie der Wissenschaften. Mehrfarbendruck.

1986

Entwurf und Bearbeitung der "Buslinienkarte von Österreich" 1:300.000 bis 1:900.000, im Auftrag der Österreichischen Verkehrswerbung. 4 Kartenblätter.

1988

gem. mit H. Heise: Geomorphologische Karte des Untersberges 1:100.000 (MaB-Projekt der Österr. Akademie der Wissenschaften).

ab 1989

Wissenschaftlich-technische Kooperation zwischen dem Ost- und Südosteuropa- Institut und dem Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der Technischen Universität Wien. Mitarbeit an folgenden Blättern:

1989

- Der Aufschwung des Fremdenverkehrs aus westlichen Ländern nach Ungarn in den 80er Jahren, 1 Kte. 1:1,25 Mill., 4 Ktn. 1:2,5 Mill.

- Verwaltungsgliederung Ost- und Südosteuropas, 1:3 Mill.

1990

- Energiewirtschaft Ost- und Südosteuropas, 1:3 Mill.

- Bevölkerungsverteilung in den ländlichen Gemeinden Rumäniens, 1:1,5 Mill.

- Sprachenverteilung in Siebenbürgen. 1:400.000

- Ausstattung der ländlichen Siedlungen in Siebenbürgen mit zentralen Einrichtungen, 1:400.000

1991

- Luftverschmutzung in Südpolen, 1 Kte. 1:500.000, 4 Ktn. 1:1 Mill.

- Entwicklung des Hochschulwesens in Jugoslawien, 4 Ktn. 1:3 Mill.

- Die Wahlen des Jahres 1990 in Mittel-, Ost- und Südosteuropa, 1:3 Mill.

1993

- Ethnische Struktur des östlichen Europas und Kaukasiens um 1990, 1:6 Mill.

- Polen als Quelle von Wanderungen und Reisen, 2 Ktn. 1:3 Mill., 2 Ktn. 1:20 Mill.

1994

Orthophotokartenwerk "Schutzwasserwirtschaftliches Grundkonzept Thaya (SWWG)". 64 Kartenblätter 1:50.000. Wien.

1997

Kartographische Leitung der "Bualterpläne österreichischer Städte" von A. Klaar 1:2000. 7. Lieferung. Wien, Österr. Akademie der Wissenschaften. Mehrfarbendruck.

1994-1999

Gesamtkonzeption und Leitung des „Kartenwerkes Österreich“,
Teilprojekt „Geoinformationssysteme und EDV-Kartographie“ des FWF Schwerpunktes „Raum und Gesellschaft“.
Folgende Karten wurden bislang finalisiert:

- Topographische Übersicht 1:1 Mill.
- Reliefgestalt und Waldbedeckung 1:1 Mill.
- Höhenstufen und Hydrographie 1:1 Mill.
- Straßennetz mit Straßennummern und Entfernungsangaben (Auswahl) 1:1 Mill.
- Eisenbahnen mit Personenbeförderung und Streckennummern des Fahrplanbildes (1997/98) 1:1 Mill.
- Politisch – Administrative Gliederung (1991) 1:1 Mill.
- Reliefparameter in Verbindung mit Siedlungen und Dauersiedlungsraum (1991) 1:2 Mill.
- Bevölkerungsdichte der Gemeinden bezogen auf Katasterflächen (1991) 1:1 Mill.
- Gemeindetypen der Bevölkerungsentwicklung (1961-1991) 1:1 Mill.
- Altersstruktur der Wohnbevölkerung (1991) 1:2 Mill.
- Anteile fremder Staatsbürgerschaften und nicht deutscher Umgangssprachen an der Wohnbevölkerung (1991) 1:1 Mill.
- Höchste abgeschlossene Ausbildung der Wohnbevölkerung über 15 Jahre (1991) 1:2 Mill.
- Wohnhaft Berufstätige gegliedert nach Auspendlern und Nichtpendlern (1991) 1:1 Mill.
- Gliederung der Wohnbevölkerung nach Wirtschaftsabteilungen (1991) 1:1 Mill.
- Politische Verhältnisse aufgrund der Gemeinderats- bzw. Gemeindevertretungswahlen (1989-1993) 1:1 Mill.
- Entwicklung der Pro-Kopf-Verschuldung (1991-1993) und Pro-Kopf-Schuldenstand (1993) in den Gemeinden 1:1 Mill.
- Privathaushalte und dominanter Haushaltstyp (1991) 1:1 Mill.
- Dominante und subdominante Privathaushaltstypen (1991) 1:1 Mill.
- Typisierung der Gemeinden nach Wohnungsausstattungskategorien (1991) 1:1 Mill.
- Vorherrschende Bauperioden von Wohnungen (1991) 1:1 Mill.
- Anteil der Wohnbevölkerung in Einfamilienhäusern (1991) 1:1 Mill.
- Wohnbevölkerung in landwirtschaftlichen Anwesen (1991) 1:1 Mill.
- Beschäftigte in der Landwirtschaft und dominante Bodennutzung der Betriebe (1995) 1:1 Mill.
- Entwicklung der land- und forstwirtschaftlichen Betriebe bzw. Bevölkerung (1951-1990/91) 1:1 Mill.
- Land- und forstwirtschaftliche Betriebe (Erhebungsjahr 1990) 1:1 Mill.
- Land- und forstwirtschaftliche Bergbauernbetriebe (Erhebungsjahr 1990) 1:1 Mill.
- Land- und forstwirtschaftliche Betriebsgrößen (Erhebungsjahr 1990) 1:1 Mill.
- Zonierung der land- und forstwirtschaftlichen Betriebe (Erhebungsjahr 1990) 1:1 Mill.
- Erwerbs- und Betriebsformen bzw. Standarddeckungsbeiträge in der Land- und Forstwirtschaft (1990) 1:2 Mill.
- Viehhaltung bezogen auf Großvieheinheiten (1993) 1:2 Mill.
- Dominante Viehhaltungssysteme (1993) 1:1 Mill.
- Saisonales Bettenkategorienangebot in gewerblichen Beherbergungsbetrieben (Berichtsjahr 1994) 1:1 Mill.
- Gesamtübernachtungen gegliedert nach Unterkunftsarten und saisonaler Verteilung (Berichtsjahr 1994) 1:1 Mill.
- Übernachtungen in gewerblichen Beherbergungsbetrieben und Anteil der inländischen Gäste (Berichtsjahr 1994) 1:1 Mill.
- Jahresdurchschnittlicher täglicher Personen- bzw. Güterverkehr auf Autobahnen und Bundesstraßen (1995) 1:1 Mill.
- Jahresdurchschnittliche tägliche Straßenverkehrsgesamtbelastung auf Autobahnen und Bundesstraßen (1995) 1:1 Mill.
- Jahresdurchschnittlicher täglicher Verkehr auf Autobahnen und Bundesstraßen in Wien und Umgebung (1995) 1:200.000

3. Softwareentwicklung

1988 – 1992 DIGMAP – Digitales Kartenoriginalherstellungssystem und Kartographisches Informationssystem
seit 1997 GEOINFO – AUSTRIA, Interaktiver multimedialer Atlas von Österreich

Kartographische Generalisierung und gedankliche Abstraktion in der Bildschirmkommunikation

Jürgen Bollmann, Trier

Zusammenfassung

Die Informationsentnahme und Wissensverarbeitung mit Karten wird durch gedankliche Abstraktionsprozesse mitbestimmt. Auf der Grundlage von Generalisierungsmethoden und Ansätzen der chorematischen Modellbildung werden sog. Informationsaggregate vorgestellt, die, ausgehend von drei grundlegenden Abstraktionstypen, auf die verschiedenen Bereiche der Wissensverarbeitung Einfluss nehmen. Im Rahmen der kartographischen Bildschirmkommunikation könnten diese graphisch repräsentierten Aggregate gezielt bei der fragestellungsorientierten Nutzung von Karten eingesetzt werden.

Abstract

The retrieval of information and knowledge processing with maps is influenced by the cognitive abstraction processes. On the basis of generalization methods and formulation of the "chorematic" models the so-called information aggregate is represented which, based on the three basic abstraction types, have influence on the various fields of knowledge processing. In the framework of the cartographic screen communication, these graphically represented aggregates could be used specifically with the task-oriented use of maps.

1 Repräsentation und Präsentation von abstraktem Wissen in Bildschirmkarten

Die technologischen Möglichkeiten der Bildschirmkommunikation führen dazu, dass auch in der Kartographie über neue Bedingungen, Ziele und Funktionen der Kartennutzung nachgedacht wird. Georäumliches Wissen, das mit Hilfe von Karten transportiert und übermittelt wird, soll beim Kartennutzer aufgenommen, in möglichst fragestellungsorientierter Form gedanklich repräsentiert und z.B. im Rahmen von Handlungen, Tätigkeiten oder zur generellen Erkenntnisgewinnung transferiert und genutzt werden. Durch Informationssysteme und Kommunikationsdienste kann Wissen gezielt aufbereitet, in Form von Informationen am Bildschirm dynamisch präsentiert und damit auf die Prozesse der visuell-gedanklichen Verarbeitung Einfluss genommen werden.

Die Informationsaufnahme und Wissensverarbeitung mit Karten wird in großem Umfang durch gedankliche Abstraktionsprozesse bestimmt. Diese betreffen zum einen die Aufbereitung von darzustellenden Daten und die damit verbundene Formalisierung sowie die geometrisch-graphische Abbildung der Daten in Karten durch Verebnung, maßstäbliche Verkleinerung, grundriss- und georäumliche Projektion sowie durch Referenzierung graphischer Zeichen. Zum anderen wirken gedankliche Abstraktionen z.B. auf die Überführung abgebildeter

objektorientierter Wissensstrukturen in verallgemeinernde begriffliche Strukturen, um für weiterführende gedankliche Operationen zur Verfügung zu stehen. Die Abstraktionsprozesse, die sich auf die Herstellung der Karte beziehen, werden dabei von den spezifischen Repräsentationsformen des Mediums sowie den Präsentations- und Eingriffsmöglichkeiten von Systemen bestimmt, die gedanklichen Abstraktionsprozesse der Wissensverarbeitung dagegen von den jeweiligen Zielen der Kommunikation und den Fähigkeiten der Kartennutzer.

Kartographische Generalisierung als daten- und graphikorientierter Abstraktionsprozess steuert quasi auf der Basis der oben genannten Abbildungsbedingungen die Realisierung eines erforderlichen oder zu erreichenden Abstraktionsniveaus in Karten und damit die Voraussetzung, Wissen auf diesem Niveau aus Karten ableiten zu können. Generalisierung dient vor allem der maßstäblichen Anpassung von Informations- und Graphikstrukturen an die geometrischen Relationen der Kartenebene. Durch die Generalisierung von digitalen Datenstrukturen werden zur Vorbereitung der kartographischen Abbildung zusätzlich themen- und nutzerspezifische Abstraktionsaspekte berücksichtigt.

Die Entwicklung von Konzepten und Methoden zur kartographischen Generalisierung hat einen hohen Stellenwert im Gesamtzusammenhang der digitalen oder elektronischen Kartenherstellung und -nutzung. Dabei steht heute vor allem die automatische Generalisierung von digitalen Daten, die sog. Modellgeneralisierung, im Vordergrund, mit deren Hilfe z.B. komplexe Kartenmuster integriert generalisiert werden sollen und zwar auch unter verstärkter Berücksichtigung von semantischen Aspekten der Wissensabbildung (Schweizerische Gesellschaft für Kartographie 1990, Müller et al. 1995, Grünreich et al. 1997).

Zeitlich parallel dazu hat sich u.a. in der Geographie und der georäumlichen Planung und Raumordnung ein neuer Ansatz zur Darstellung hoch aggregierter georäumlicher Informationseinheiten für Karten oder kartenähnliche Medien entwickelt (Brunet 1987 u. 1993, Rase et al. 1993, Sinz 1993, Klippel 1997). Grundlage des Ansatzes ist u.a. die Erkenntnis, dass die Präsentation von sog. Choremata, Strukturbildern oder Informationsaggregaten zu einer schnelleren und direkteren gedanklichen Umsetzung von abstraktem georäumlichen Wissen führt (Portugali 1996, Peterson 1994). Die dabei entstehenden mentalen Bilder sind die Grundlage für die gedankliche Weiterverarbeitung oder Verwertung aufgenommenen Wissens in Problemlösungs- oder Entscheidungsprozessen im Rahmen von Tätigkeiten bzw. Handlungen (Heidmann 1999).

Aus der Sicht der Erkenntnis- und Zeichentheorie wird mit der kartographischen Generalisierung und der Konzeption von Informationsaggregaten ein ähnliches Ziel verfolgt. In beiden Bereichen wird Wissen zur besseren sensorischen und gedanklichen Aufnahme und Verwertung auf ein höheres Abstraktionsniveau überführt und entsprechend in der Kartenebene abgebildet. Die Modellierung von Informationsaggregaten kann damit als eine spezielle Form der Generalisierung gesehen werden, allerdings mit dem Unterschied, dass die Aggregate in der Regel als separate Zeichenmuster behandelt werden, was zur Zeit in der Generalisierung, zumindest in der Praxis, noch nicht angestrebt wird.

Für die kartographische Bildschirmkommunikation soll im Folgenden untersucht und dargestellt werden, welche Formen der gedanklichen Abstraktion zu einer gezielten Unterstützung von informations- und wissensverarbeitenden Prozessen führen und wie die daraus abzuleitenden Informationsaggregate in Form von dynamischen Strukturzeichen im Kommunikationsprozess am Bildschirm eingesetzt werden können.

2 Ziele der Kartographischen Generalisierung als Filter der Wissensrepräsentation

Für die Entwicklung von Generalisierungsmethoden oder für die Durchführung von Generalisierungsmaßnahmen, z.B. am Bildschirm, werden als Ausgangssituation unterschiedliche Ziele der Generalisierung angenommen, allerdings in der Praxis häufig eher implizit und nicht im Sinn von Größen der Modellbildung oder der Verfahrensstrukturierung. Ein erstes, grundlegendes Generalisierungsziel ist die Angleichung von Daten und Informationen an die maßstabsbedingte Verkleinerung der Kartenfläche bzw. des Objektgrundrisses. Eine Angleichung ist erforderlich, weil graphisch repräsentierte Objekte nur bis zu einer bestimmten Minimaldimension verkleinert und danach relativ vergrößert abgebildet werden müssen. Die daraus entstehenden Ungleichheiten zwischen verschiedenen Objekten oder Objektklassen müssen durch Generalisierungsmaßnahmen ausgeglichen oder zumindest maßstabsbezogen vergleichbar gemacht werden. Zweites Generalisierungsziel ist die Angleichung von Informationsstrukturen an ein adäquates informationelles und visuelles Präsentationsniveau von Karten. So benötigen relativ grobe, und damit in der Regel große Zeichen, wie sie beispielsweise für die Unterrichtung in der Öffentlichkeit erforderlich sind, einen größeren Flächenausschnitt in der Karte als feinere bzw. kleinere Zeichen. Drittes Generalisierungsziel ist die Angleichung von Informationsstrukturen an ein bestimmtes vorgegebenes bzw. einzuhaltendes Aggregationsniveau in Karten und dies relativ unabhängig vom Maßstab der Karte. So haben sich z.B. in den Geowissenschaften, der Planung oder der Verwaltung bestimmte Hierarchien von räumlichen Bezugssystemen etabliert, die bei der Abbildung in der Karte eine konstante geometrisch-graphische Repräsentation, unabhängig vom Maßstab, erforderlich machen. Viertes Generalisierungsziel führt zur Angleichung von Informationen und Kartenzeichen an eine fragestellungs- und themenspezifische Ausrichtung von Karten mit dem Ergebnis, dass z.B. fachlich relevante Informationen relativ umfangreich und genau abgebildet und fachlich irrelevante Informationen vernachlässigt werden.

In Abhängigkeit von diesen Zielen haben Generalisierungsmaßnahmen die Aufgabe, Wissen von einem Ausgangsniveau auf ein abstrakteres Zielniveau der Wissensrepräsentation zu überführen und wirken damit als eine Art Wissensfilter. Die zur Überführung erforderlichen Transformationen müssen nicht nur von den auf dem Ausgangsniveau vorgefundenen Informationsstrukturen ausgehen, sondern gleichzeitig von einem Informationspotential, das auf dem Zielniveau der Wissensrepräsentation angeboten werden soll. Dieses Potential wiederum unterscheidet sich strukturell von denjenigen Informationen, die gedanklich aus der Karte abgeleitet werden. In der Karte werden z.B. nach den bekannten Generalisierungsmethoden Objekte bzw. Klassen zusammengefasst, weggelassen, grundrisslich vereinfacht oder einer höheren Klassenstufe zugeordnet. Gedankliche Generalisierungs- bzw. Abstraktionsmethoden wirken dagegen weniger objektbezogen konkret, sondern entsprechend der Struktur des erforderlichen Wissens in der Regel zielorientierter und in Abhängigkeit vom Kontextwissen bewertend, einordnend, entscheidend und z.T. mit kommunikativer Ausrichtung. Zusätzlich muss davon ausgegangen werden, dass bei der Wissensableitung, Wissensrepräsentation und beim Wissenstransfer nicht einheitliche Abstraktionsniveaus genutzt werden, sondern Wissen in Abhängigkeit vom Prozessablauf unterschiedlich abstrakt verarbeitet wird.

3 Formen der gedanklichen Abstraktion für die Abbildung von georäumlichem Wissen

Die Unterscheidung von gedanklichen Abstraktionen für die kartographische Generalisierung ergibt sich u.a. aus Überlegungen der Psychologie und Erkenntnistheorie (Klix 1971, Klaus

1972, Klix et al. 1974, Weber 1994). Abstraktion ist danach ein Vorgang, mit dessen Hilfe z.B. aus wahrgenommenen situations- und objektbezogenen Wissensstrukturen allgemeinere begriffliche Strukturen abgeleitet werden. Im gedanklichen Abstraktionsprozess werden dabei verschiedene Verallgemeinerungsaspekte unterschieden: Bei der *herauslösenden Abstraktion* werden unwesentliche Eigenschaften ausgesondert und wesentliche Eigenschaften als sog. Invarianten hervorgehoben. Bei der *verdichtenden Abstraktion* werden bestimmte Eigenschaften aus ihrem Zusammenhang herausgelöst und diese gedanklich als Repräsentanten oder Beispiele genutzt. Bei der *verkürzenden Abstraktion* werden mit Hilfe abstrakter Regeln (Modelle) Merkmale in eine übergeordnete und zusammenfassende Beziehung gebracht. Im Prozess der Wissensverarbeitung kommen den genannten gedanklichen Abstraktionen unterschiedliche Funktionen zu:

- *Herauslösende Abstraktionen* - Abstraktionstyp A - wirken vor allem bei der beschreibenden, gedanklich abbildenden Repräsentation von Wirklichkeitsbereichen. Durch die Invariantenbildung, als zentraler Prozess der herauslösenden Abstraktion, werden einzelne Merkmale bzw. Informationen des gedanklich zu abstrahierenden Grundwissens eliminiert. Die Bedeutung dieser Merkmale für den gesamten Wissenskomplex geht dabei auf dessen invariante Merkmale über. Aus zeichentheoretischer Sicht, die für die externe Repräsentation von abstrahiertem Wissen interessant ist, wird von herauslösenden Abstraktionsprozessen der denotative Bedeutungskontext von Zeichensystemen berührt, und zwar hinsichtlich begrifflich-semanticischer Merkmal- und Hierarchiestrukturen, mit deren Hilfe Objekt- und Klasseneinheiten nachvollziehbar und formallogisch eindeutig beschrieben werden.
- *Verdichtende Abstraktionen* - Abstraktionstyp B - wirken vor allem beim gedanklichen Transfer von Wissen. Dazu werden Merkmale und Eigenschaftseinheiten isoliert, die einerseits besonders typisch sind für den gesamten Wissenskomplex und andererseits in einer komprimierten und leicht zu transferierenden Form vorliegen oder gebracht werden können. Kommunikationsbezogen bedeutet dies für die Übertragung von abstrahiertem Wissen, dass sowohl die Aufnahme als auch die Einordnung des Wissens besonders effektiv und sicher erfolgen kann.
- *Verkürzende Abstraktionen* - Abstraktionstyp C - wirken bei der zielorientierten Ausrichtung oder Einordnung von Wissen. Zur Einbindung in Entscheidungs- oder Handlungszusammenhängen wird es so aufbereitet, dass es z.B. modellhaft formalisiert oder mathematisch beschrieben und dadurch leicht in einen übergeordneten Werte- und Funktionskontext eingebunden werden kann. Zeichentheoretisch gesehen sind von der verkürzenden Abstraktion auch konnotative Bedeutungsaspekte betroffen, indem Beziehungen zwischen zu übermittelnden Bedeutungsaspekten von Zeichen und deren zweck- oder zielorientierten Umgebungen repräsentiert werden.

Für die Kartographie können mit dieser Einordnung von Abstraktionsformen grundlegende Erkenntnisse über die graphische Repräsentation von unterschiedlichen Wissensqualitäten in Karten abgeleitet werden, die wiederum für die gedankliche Aufnahme, Repräsentation und Weiterverarbeitung von Wissen von Interesse sind. Dies zeigt sich in der Praxis z.B. bei topographischen Kartenwerken und bei deren Varianten, z.B. für den Tourismus, in Form von Wanderkarten oder für die Planung in Form von Struktur- oder Rahmenplänen. Grundsätzlich konkurrieren dabei zwei Aspekte von Abstraktionen.

In topographischen Karten werden überwiegend maßstabsbedingte Konkretisierungsniveaus repräsentiert, die auf begriffliche Strukturen des Georaumes und auf allgemeine Nutzersichten ausgerichtet sind und damit im Wesentlichen dem Abstraktionstyp A entsprechend abgebildet

werden. In der Regel werden sukzessiv von Maßstabssprung zu Maßstabssprung z.B. Grundrissmerkmale in Form von Stützpunkten eliminiert, wobei deren geometrisch-semanticen Bedeutungen implizit in einem abstrakteren Bedeutungskontext aufgehen. Es wird für die Informationsableitung vorausgesetzt, dass dieser Zusammenhang entweder bekannt ist und zumindest auf begrifflicher Ebene reproduziert werden kann oder aber keine Rolle spielt und damit zu vernachlässigen ist.

Im zweiten Fall, bei Fremdenverkehrskarten, der dem Abstraktionstyp B entspricht, werden die objekt- und begriffsorientierten Merkmale des Georaumes häufig durch spezielle, aber in der Detailliertheit belassene Aspekte eines Bedeutungszusammenhangs ersetzt. Ausgewählt werden in vielen Fällen z.B. visuell zugängliche Merkmale von Fremdenverkehrsobjekten, die zuerst direkt über die graphische Abbildung in der Karte assoziativ abgeleitet und danach in ihrem begrifflichen Gesamtkontext aufgrund von verfügbarem Wissen quasi gedanklich-konstruktiv erschlossen werden (auch Tainz 1997).

Im dritten Fall, bei Planungskarten, wird z.B. die Struktur des Georaumes durch Linien- und Flächennetze überlagert, wie etwa bei der Abbildung von Entwicklungsachsen oder Vorranggebieten. Aus planerischer Sicht werden einerseits grundrissliche Vagheiten als informationelles Konzept angeboten und andererseits übergeordnete Topologien und vereinfachte euklidische Relationen repräsentiert, deren raumbezogene Bedeutungen mit den zugrundeliegenden georäumlichen Dimensionen gedanklich in Beziehung gestellt werden sollen. Dahinter stehen Modellvorstellungen, die auf ein höheres Abstraktionsniveau als bei entsprechenden georäumlichen Strukturen in topographischen Karten ausgerichtet sind. Sie führen, wie beim Abstraktionstyp C, zu einer Aufnahme von Wissen, das auf ganz spezifische Sichtweisen und Fragestellungen zielt und verkürzend abstrahierte Modellmerkmale impliziert.

4 Abstraktionen in Karten als Faktoren der Wissensverarbeitung

Bei der multimedialen Arbeit mit Bildschirmkarten werden aufgrund spezifischer Abbildungsbedingungen von Medien unterschiedliche Wissensstrukturen und -formen repräsentiert sowie aufgrund der Dynamik von Systemen verschiedene Präsentations- und Interaktionsformen angeboten und variiert. Dabei beeinflussen die Präsentations- und Interaktionsformen vor allem die informationelle Verarbeitung, d.h. die Aufnahme von Wissen, und die repräsentierten Wissensstrukturen und -formen die gedankliche Einordnung und Weiterverarbeitung des Wissens. Insgesamt lässt sich die Wissensaufnahme und -bearbeitung, hinsichtlich des Einflusses von Abstraktionsformen, in drei Bereiche unterscheiden:

- Bei der *Aufnahme und Einordnung von Wissen* wird das visuelle Informationsangebot mit Hilfe sensorischer Prozesse durch die Verarbeitung räumlicher Konfigurationen (präattentive Verarbeitung) und von differenzierten Mustern (attentive Verarbeitung) sowie durch höhere gedankliche Prozesse der Auswahl, Einordnung und Bewertung von Informationen und Wissen (elaborative Verarbeitung) gedanklich in Form von sog. mentalen Vorstellungsbildern zur Verfügung gestellt (Zimbardo 1995, Heidmann 1999, S. 71 ff). Modellhaft wird dies durch die sog. Button-up-Prozesse und Top-down-Prozesse, die mit einer aktiven Aufmerksamkeitssteuerung des Informationsangebotes und einem zielorientierten Wissensinsatz verbunden sind, beschrieben. Insgesamt muss angenommen werden, dass diese Vorgänge durch die Komplexität und die Abstraktionsform von abgebildetem Wissen in Karten in nicht unerheblichem Umfang beeinflusst werden.

- Ein ähnlicher Einfluss kann bei *der Weiterverarbeitung von aufgenommenem Wissen* angenommen werden. Beim Abstraktionstyp A wirkt sich z.B. die reduzierte Merkmalsmenge, aber erhaltene Merkmalsstruktur in Form von Invarianten wahrscheinlich fördernd auf die selektive Verfügbarkeit und damit zur Weiterverarbeitung von Wissen aus.
- Beim *externen Wissenstransfer*, als dritter Prozessbereich, werden Wissensaspekte, die aus Karten abgeleitet werden, z.B. wieder in graphischer Form in Ausgangskarten mit niedrigerem Abstraktionsniveau eingebracht und stehen damit im Kommunikationsprozess weiter oder neu zur Verfügung. Auch hier ergeben sich Unterschiede bei den drei Abstraktionsformen, wobei sich Informationsaggregate des Typs A aufgrund der strukturellen Ausrichtung auf das Ausgangswissen wahrscheinlich am sichersten in Karten rückführen lassen.

5 Unterstützung der Informationsaufnahme und der Wissensverarbeitung durch graphisch repräsentierte Informationsaggregate in Karten

Der gezielte kartographische Einsatz von Informationsaggregaten als Ergebnis von Abstraktionsprozessen scheint sinnvoll, da, wie dargestellt, damit auf kommunikative und gedankliche Situationen, Prozesse und Formen der Informationsaufnahme und Wissensverarbeitung Einfluss genommen werden kann. Obwohl schon heute die unterschiedliche Wirkung der drei genannten Abstraktionsformen in Karten genutzt wird, wie es beispielhaft für topographische, touristische und planerische Karten gezeigt wurde, fehlen zur Zeit noch praktische Erfahrungen über den systematischen Einsatz von Informationsaggregaten im Rahmen der Bildschirmkommunikation. Empirisch konnten dagegen schon einige Wirkungsweisen überprüft werden, und zwar u.a. auf der Basis von Chorem (Brunet 1987, Klippel 1997), aber auch im Rahmen der sog. Arbeitsgraphik (Bollmann et al. 1999, Heidmann 1999).

Konzeptionell und als Arbeitshypothese wird von folgenden Formen der Präsentation generalisierter bzw. abstrahierter Informationsaggregate für die kartographische Bildschirmkommunikation ausgegangen:

- *Integrierte Informationsaggregate* als generalisierte semantische Kartenmuster,
- *Separierte Informationsaggregate* als frei platzierbare, abstrahierte geräumliche Struktureinheiten,
- *Vergleichende Informationsaggregate* als abstrakte Vergleichsmuster zur Unterstützung der Informationsentnahme und
- *Ergänzende Informationsaggregate* als abstraktes Zusatzwissen zur Unterstützung der Wissensseinordnung.

Die genannten Informationsaggregate bilden kartographisch repräsentierte Wissensseinheiten, die in der Regel den Abbildungsbedingungen von Karten unterliegen, wie etwa der maßstäblichen Verkleinerung oder der grundrisslichen Verebnung. Bei den ergänzenden Informationsaggregaten können auch Abbildungsbedingungen anderer Medienformen zum Tragen kommen. Einen besonderen Stellenwert hat der informationelle Charakter der Informationsaggregate, da sie die sensorischen Aufnahmebedingungen verbessern und die Aufmerksamkeitsausrichtung steuern sollen. Durch den Wechsel von Abstraktionstypen im Kommunikationsprozess und durch die Kombination, d.h. graphische Verknüpfung von Präsentationsformen in derselben Karte, kann über die Wirkung einzelner Aggregate hinaus

wahrscheinlich eine Addition von Wirkungen erzielt werden. So hat sich beispielsweise gezeigt, dass durch die Überlagerung von weniger abstrahierten Kartenmustern der ersten Präsentationsform durch mehr abstrahierte Informationsaggregate der zweiten Präsentationsform die Einordnung und das Verstehen von georäumlichen Mustern unterstützt werden kann (Dühr 1996).

Bei der Präsentation - *Integrierte Informationsaggregate* - kann die Wirkung sämtlicher Abstraktionstypen A, B und C genutzt werden. Die Informationsaggregate entsprechen einer traditionell generalisierten graphischen Karte, unterscheiden sich aber konzeptionell durch die Möglichkeit unterschiedlicher Abstraktionsniveaus und -formen, die gezielt gewechselt werden können. Empirisch untersucht wurde diese Möglichkeit durch die Gegenüberstellung von niedrig oder hoch aggregierten Choroplethenkarten für die Überprüfung von Wertekombinationen in bestimmten Klassenintervallen (Quickenstedt 1996). Dabei hat sich gezeigt, dass anscheinend noch zu wenig allgemeine Erkenntnisse über die visuell-gedanklichen Prozesse der Informationsentnahme existieren, um daraus Arbeitshypothesen zur Wirkung konkreter Situationen, z.B. bei hoch oder niedrig aggregierten Karten, ableiten zu können.

Bei der Präsentation - *Isolierte Informationsaggregate* - wird die Möglichkeit der gezielten Zuordnung von geometrisch und inhaltlich abstrahierten Struktureinheiten zu konkreten Kartenmustern genutzt, um damit eine objekt- oder standardbezogene gedankliche Ableitung von Wissenssequenzen zu unterstützen. Konzeptuell ist diese Präsentationsform so strukturiert, dass sowohl zur Informationsableitung als auch zum individuellen Wissenstransfer im Rahmen eines Kommunikationsprozesses die Informationsaggregate am Bildschirm explizit erzeugt werden können. Diese Möglichkeit ist eine Weiterentwicklung des Konzeptes der chorematischen Karte nach R. Brunet (Brunet 1987). In mehreren empirischen Untersuchungen ist die Wirkung von Choremata zur georäumlichen Wissensaneignung abgeschätzt worden (Dühr 1996, Klippel 1997a). Dabei wurde deutlich, dass neben der graphischen Form der Aggregate vor allem die Aufbereitung der repräsentierten Wissensstruktur, wie etwa Eigenschaften von räumlichen Beziehungen, einer weiteren Klärung bedarf. Insgesamt haben sich allerdings aus den bisherigen Untersuchungen schon Vorteile beim Einsatz von Informationsaggregaten gegenüber geringer abstrahierten Kartenmustern herausgestellt.

Die Präsentation - *Vergleichende Informationsaggregate* - zielt auf eine Unterstützung von Regionalisierungsprozessen durch das Angebot von Vergleichsmustern. Zur Anwendung kommt vor allem der Abstraktionstyp B - verdichtende Abstraktion - indem "typische" Verteilungen im Raum, d.h. also geometrisch-begriffliche Verteilungstypen angeboten werden und diese mit auszuwählenden Kartenmustern zur Identifizierung und gedanklichen Einordnung "abgeglichen" werden können. In einer ersten empirischen Untersuchung zu diesem Komplex wurde herausgefunden, dass die Präsentation von verdichteten Informationsaggregaten in der angedeuteten Form prinzipiell unterstützend bei der Regionalisierung von Raumstrukturen in Karten wirkt (Hein 1997).

Das Konzept der Präsentation - *Ergänzende Informationsaggregate* -, z.B. realisiert mit dem Abstraktionstyp C, geht von der Überlegung aus, dass durch die Erweiterung und gezielte Ausrichtung des Kontextwissens u.a. die Aufmerksamkeitsausrichtung für übergeordnete Fragestellungen und spezifizierte Raumsituationen in Karten verbessert werden kann. Dies wird beispielsweise durch das Angebot von semantischen Schemata, in denen die Stellung von Legendenbegriffen in sachbezogener Hinsicht vertieft wird, angestrebt. Denkbar sind auch graphische Schemata zur strukturellen Erläuterung oder sprachliche Schemata zur sprachlogischen Einordnung von Begriffen. Auch zu dieser Präsentationsform sind erste empirische Untersuchungen durchgeführt worden, die allerdings aus verschiedenen, vor allem

methodischen Gründen noch zu keinen verwertbaren Erkenntnissen geführt haben (Klippel 1997b).

6 Fazit

Die vorgestellten Überlegungen und Konzepte zur Unterstützung von informations- und wissensverarbeitenden Prozessen mit Hilfe von Karten basieren u.a. auf den im Rahmen der kartographischen Generalisierung und der chorematischen Modellbildung entwickelten Methoden und Verfahren. Erweitert werden die Methoden durch einen Ansatz zur graphischen Präsentation von extern repräsentierten Informationsaggregaten im Rahmen der Arbeitsgraphik. Da sowohl die Wirkung abstrakter Wissensseinheiten im gedanklichen Erkenntnisprozess noch wenig geklärt ist als auch die Wirkung der daraus abgeleiteten Informationsaggregate erst ansatzweise untersucht wurde, steht eine abschließende Beurteilung der Einsatzmöglichkeiten noch aus. Unabhängig davon kann konstatiert werden, dass die im Beitrag erläuterten Abstraktionsformen eine generelle Möglichkeit bieten, die kartographische Generalisierung gezielt auf bestimmte Wissensprozesse auszurichten und dieses um so mehr, als die Interaktions- und Präsentationsmöglichkeiten am Bildschirm hervorragende Voraussetzungen bieten, eine auf Nutzer und Nutzungssituationen ausgerichtete Wissensaufbereitung mit Karten anzubieten.

Literaturverzeichnis

- Attneave, F.*: Physical determinants of the judged complexity of shapes. In: J. EXP. PSYCHOL. 71, (1966).
- Bollmann, J., F. Heidmann u. M. Johann*: KARTOGRAPHISCHE BILDSCHIRMKOMMUNIKATION - METHODISCHE ANSÄTZE ZUR EMPIRISCHEN UNTERSUCHUNG RAUMBEZOGENER INFORMATIONSPROZESSE. In: R. Baumhauer (Hrsg.): AKTUELLE FORSCHUNGEN AUS DEM FB VI GEOGRAPHIE/GEOWISSENSCHAFTEN. Trierer Geographische Studien, (1997), 16, S.267-284.
- Bollmann, J., M. Johann u. F. Heidmann*: KARTOGRAPHISCHE BILDSCHIRMKOMMUNIKATION. Forschungsbericht. In: BEITRÄGE ZUR KARTOGRAPHISCHEN INFORMATIONSPROZESSVERARBEITUNG. Trier (1999), Band 13 - Materialien.
- Brunet, R.*: LA CARTE MODE D'EMPLOI. Paris (1987).
- Brunet, R.*: BUILDING MODELS FOR SPATIAL ANALYSIS. In: G. Reclus (Hrsg.): TWO DECADES OF L'ESPACE GÉOGRAPHIQUE. Montpellier (1993).
- Dühr, S.*: ROGER BRUNET'S CHOREME UND IHRE FUNKTION: UNTERSTÜTZEN GEORÄUMLICHE MUSTERTYPEN KOGNITIVE PROZESSE IM RAHMEN DER KARTENNUTZUNG? Unveröffentlichte Studienarbeit, Universität Trier, Abt. Kartographie, Trier. (1996).
- Heidmann, F.*: AUFGABEN - UND NUTZERORIENTIERTE UNTERSTÜTZUNG KARTOGRAPHISCHER INFORMATIONSPROZESSE DURCH ARBEITSGRAPHIK. Herdecke (1999).
- Hein, U.*: ERKENNTNISBEREICH „PROBLEMRAUM“: REGIONALISIERUNG – UNTERSTÜTZEN DES ERKENNENS DER MUSTEREIGENSCHAFTEN VON REGIONEN. Unveröffentlichte Studienarbeit, Universität Trier, Abt. Kartographie. Trier (1997).
- Klaus, K. u. M. Buhr* (Hrsg.): WÖRTERBUCH DER PHILOSOPHIE. Reinbeck (1972).
- Klippel, A.*: KOGNITIVE PROZESSE AUF SYMBOLISCH REPRÄSENTIERTEN INFORMATIONSSAGGREGATEN. THEORETISCHE UND EMPIRISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUR DARSTELLUNG UND KOGNITIVEN VERARBEITUNG AGGREGIERTER INFORMATIONEN. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Trier, Abt. Kartographie. Trier (1997a).
- Klippel, A.*: DIE AKTIVIERUNG KOGNITIVER SYSTEME – KARTENEXTERNE UNTERSTÜTZUNG IM KARTOGRAPHISCHEN KOMMUNIKATIONSPROZESS. Unveröffentlichte Studienarbeit, Universität Trier, Abt. Kartographie. Trier (1997b).
- Klix, F.*: INFORMATION UND VERHALTEN. Bern et al. (1971).
- Klix, F., H. Sydow u. F. Wysotzki* (Hrsg.): ERKENNUNGS- UND KLASSIFIZIERUNGSPROZESSE. Berlin (1974).

- Loo, P. van de*: UNTERSTÜTZUNG DER WAHRNEHMUNG VON ZWEI KARTENBEISPIELEN MIT HILFE DER CORNEA REFLEX METHODE. Unveröffentlichte Studienarbeit, Universität Trier, Abt. Kartographie. Trier (1997).
- Mainzer, M.*: ERGEBNISEINORDNUNG IN EIN WISSENSSYSTEM: ABGLEICHEN VON ERGEBNISINFORMATIONEN. ABSCHLUSSBERICHT EINER EXPERIMENTELLEN UNTERSUCHUNG IM RAHMEN DER KARTOGRAPHISCHEN BILDSCHIRMKOMMUNIKATION. Unveröffentlichte Studienarbeit, Universität Trier, Abt. Kartographie. Trier (1996).
- Peterson, M.*: COGNITIVE ISSUES IN CARTOGRAPHIC VISUALIZATION. - In: *A.M. MacEachren u. D.R.F. Taylor* (Hrsg.): VISUALIZATION IN MODERN CARTOGRAPHY. Oxford (1994).
- Portugali, J.* (Hrsg.): THE CONSTRUCTION OF COGNITIVE MAPS. Dodrecht et al. (=The GeoJournal Library, 32) (1996).
- Quickenstedt, U.*: PROBLEMBEREICH: INFORMATIONEN-WISSENS-VERKNÜPFUNG. TEILBEREICH: ABSCHLIESSENDE VORGANG DER KOGNITIVEN INFORMATIONENVERARBEITUNG. Unveröffentlichte Studienarbeit, Universität Trier, Abt. Kartographie. Trier (1997).
- Rase, W.-D. u. M. Sinz*: Kartographische Visualisierung von Planungskonzepten. In: KARTOGRAPHISCHE NACHRICHTEN 43 (1993).
- Schweizerische Gesellschaft für Kartographie* (Hrsg.): KARTOGRAPHISCHE GENERALISIERUNG. Zürich (1990).
- Tainz, P.*: KOMMUNIKATIONSANSÄTZE ZUR PRÄSENTATION KARTOGRAPHISCHER BILDSCHIRM-INFORMATION. In: BEITRÄGE ZUR KARTOGRAPHISCHEN INFORMATIONENVERARBEITUNG. Trier. (1997), Band 11.
- Thoß, C.*: EMPIRISCHE UNTERSUCHUNG ZUR INFORMATIONENVERARBEITUNG IM KARTOGRAPHISCHEN WAHRNEHMUNGSRAUM DES „PROBLEMRAUMS“. UNTERSTÜTZUNG DER ELEMENTAROPERATION „VERORTEN“ AUF DER GRUNDLAGE TOPOLOGISCHER RELATIONSTYPEN. Unveröffentlichte Studienarbeit, Universität Trier, Abt. Kartographie. Trier (1997).
- Weber, G.*: FALLBASIERTES LERNEN UND ANALOGIEN. Weinheim. (1994).
- Zimbardo, P.G.*: PSYCHOLOGIE. Berlin et al. (1995).

Optimierung konformer Abbildungen für Österreich

Kurt Bretterbauer, Wien

*Der Kartograph liebt nicht die Wahrheit, sondern das Erkennen,
derselben oder bestimmter, nicht das Dasein, sondern Verhältnisse.*
Nicole Malebranche (für Prof. Kelnhofer leicht abgewandelt)

Zusammenfassung

Sowohl die Gauß-Krüger- als auch die UTM-Projektion erscheinen nicht optimal für Kataster und GIS in Österreich. Deshalb werden zwei konforme Abbildungen, die Lambertsche Kegelprojektion und die Gaußsche Doppelprojektion, für Österreich optimiert. Ihre Vorteile sind: Abbildung der ganzen Staatsfläche auf ein einziges Gebiet der Ebene, strenge Abbildungsgleichungen und sehr geringe Verzerrungen.

Abstract

The Gauß-Krüger- as well as the UTM-projection are not best suited for the land register and for GIS in Austria. Therefore, two other conformal projections are optimized: Lambert's Conic Projection and the Duplicate Projection of Gauß. Their advantages are: Mapping of all of Austria onto one single region of the plane, rigorous projection equations, and very small distortions.

1 Vorbemerkungen

Seit den bedeutenden Arbeiten von Lambert und Gauß zur Abbildungslehre haben besonders die konformen Projektionen vom Typ Mercator große Beachtung gefunden. Mit der Bezeichnung „Typ Mercator“ können alle Projektionen charakterisiert werden, in denen die Mercatorfunktion das bestimmende Element ist. In Österreich wird das Interesse durch die bevorstehende Umstellung des Gauß-Krüger Systems auf die Universal Transverse Mercator Projection (UTM) neu belebt. Es sei jedoch die Frage gestellt, ob für den Kataster und für GIS-Zwecke eine Meridianstreifenprojektion überhaupt die günstigste Lösung darstellt. Gegenwärtig ist Österreich auf drei Meridianstreifen abgebildet, was an den beiden Streifengrenzen immer wieder zu Problemen führt. Zwar reduziert UTM die Zahl der Streifen in Österreich auf zwei, die Streifengrenzen mithin auf eine, dafür aber nehmen die Verzerrungen zu. Die Flächenverzerrung wird zwischen -0.82 und $+0.44$ Promille der Fläche betragen, also immerhin zwischen -8.2 m^2 und $+4.4 \text{ m}^2$ pro Hektar.

Es gibt jedoch besser geeignete konforme Abbildungen, die folgende Vorteile bieten:

- Abbildung des gesamten Staatsgebietes auf einen einzigen Bereich der Ebene,
- kleinere Verzerrungen,
- strenge, geschlossene Abbildungsgleichungen.

Von mehreren Möglichkeiten (Grafarend, 1998) werden im folgenden zwei solche Abbildungen behandelt. Zwar könnte ganz Österreich auf einen einzigen Meridianstreifen abgebildet werden, allerdings würden die Projektionsverzerrungen ungebührlich groß. Manchmal wird von GIS-Nutzern die Frage gestellt, warum Geodäten so großen Wert auf Konformität legen, und ob Flächentreue den Anforderungen von Informationssystemen nicht besser entspräche. Die Antwort ist einfach: Da Längenverzerrungen unvermeidbar sind, sollen diese wenigstens unabhängig von der Richtung sein! Wegen der großen Aktualität wird deshalb vorweg das Wesen der Konformität nochmals und elementar erläutert.

2 Das Wesen der Konformität

Konforme Abbildungen spielen in vielen Wissenschaften eine überragende Rolle, z. B. in der Strömungslehre. Für die Geodäsie sind sie das unentbehrliche Mittel zur Schaffung ebener Koordinatensysteme. Es sei ein Ortsvektor in Funktion von zwei allgemeinen Parametern u und v gegeben: $\mathbf{x}(u, v)$. Bei Variation der Parameter überstreicht der Vektor eine Fläche. Ein Bogenelement der Fläche ist durch die erste Fundamentalform gegeben [Hoschek, 1984], [Richardus, Adler, 1972]:

$$ds^2 = Edu^2 + 2Fdudv + Gdv^2. \quad (1)$$

Ein Parametersystem, dessen Linien normal zueinander sind und auf denen gleicher Maßstab herrscht, heißt „isotherm“ und ist durch $F = 0$, $E = G = \mu(u, v)$ ausgezeichnet, also:

$$ds^2 = \mu(u, v)(du^2 + dv^2). \quad (1a)$$

Solche Parameterlinien bilden ein Netz von infinitesimalen Quadraten. Das System der rechtwinkligen kartesischen Koordinaten (x, y) der Ebene ist ebenfalls isotherm, sogar mit $\mu(x, y) = 1$. Eine konforme Abbildung liegt dann vor, wenn eine analytische Beziehung zwischen den isothermen Koordinaten der Fläche und jenen der Ebene hergestellt wird. Das Netz der Meridiane ($L = \text{const.}$) und Parallelkreise ($B = \text{const.}$) des Rotationsellipsoides ist zwar orthogonal, aber nicht isometrisch. Die 1. Fundamentalform lautet:

$$ds^2 = M^2 dB^2 + N^2 \cos^2 B dL^2. \quad (2)$$

M und N sind die beiden Hauptkrümmungsradien gegeben durch:

$$M = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2 \sin^2 B)^{3/2}}, \quad N = \frac{a}{(1-e^2 \sin^2 B)^{1/2}}, \quad (3)$$

wenn a und e^2 die große Halbachse bzw. die Exzentrizität des Ellipsoides bedeuten (e ist nicht mit der Basis des Logarithmus zu verwechseln). Um eine konforme Abbildung des Ellipsoides zu erreichen, muß das Bogenelement (2) auf die Form (1a) gebracht, d.h. es muß auf Meridianen und Parallelkreisen gleicher Maßstab hergestellt werden. Dies gelingt durch Einführung der isometrischen Breite q , die an den Parallelkreisen an sich nichts ändert, sondern nur an ihrer Dichte; man setzt:

$$dq = \frac{M dB}{N \cos B} \rightarrow q = \arctan(\sin B) - e \cdot \arctan(e \sin B). \quad (4)$$

Mit (4) geht (2) über in: $ds^2 = N^2 \cos^2 B (dq^2 + dL^2), \quad (5)$

also in die für isotherme Systeme charakteristische Form.

Man denke sich nun eine allgemeine funktionale Beziehung zwischen den ebenen Koordinaten (x, y) und den ellipsoidischen (q, L) gegeben. Dann gilt:

$$dx = \frac{\partial x}{\partial q} dq + \frac{\partial x}{\partial L} dL, \quad dy = \frac{\partial y}{\partial q} dq + \frac{\partial y}{\partial L} dL. \quad (6)$$

Ein Bogenelement auf dem Ellipsoid habe das Azimut A . Seine Komponenten in Richtung des Meridians bzw. Parallels sind:

$$ds \cos A = M dB, \quad ds \sin A = N \cos B dL. \quad (7)$$

Bezeichnet τ die Längenverzerrung und γ die Meridiankonvergenz, dann sind die entsprechenden Bogenelemente in der Ebene:

$$dx = \tau ds \cos(A + \gamma), \quad dy = \tau ds \sin(A + \gamma),$$

oder unter Berücksichtigung von (7) und Anwendung goniometrischer Beziehungen:

$$dx = \tau N \cos B (\cos \gamma dq - \sin \gamma dL), \quad dy = \tau N \cos B (\sin \gamma dq + \cos \gamma dL). \quad (8)$$

Koeffizientenvergleich mit (6) liefert:

$$\frac{\partial x}{\partial q} = \tau N \cos B \cos \gamma = \frac{\partial y}{\partial L}, \quad -\frac{\partial x}{\partial L} = \tau N \cos B \sin \gamma = \frac{\partial y}{\partial q}. \quad (9)$$

Das sind die aus der Funktionentheorie bekannten Cauchy-Riemannschen Differentialgleichungen. Sie müssen von den Abbildungsgleichungen konformer Projektionen erfüllt sein.

Man kann aus (9) sofort die Längenverzerrung und die Meridiankonvergenz konformer Projektionen des Ellipsoides bilden:

$$\tau = \frac{1}{N \cos B} \left[\left(\frac{\partial x}{\partial q} \right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial q} \right)^2 \right]^{1/2} = \frac{1}{N \cos B} \left[\left(\frac{\partial x}{\partial L} \right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial L} \right)^2 \right]^{1/2}, \quad (10)$$

$$\tan \gamma = \frac{\partial y / \partial q}{\partial x / \partial q} = - \frac{\partial x / \partial L}{\partial y / \partial L}.$$

Wie man sieht, ist die Längenverzerrung (10) unabhängig vom Azimut des Bogenelements, d.h. ein infinitesimaler (Einheits-) Kreis wird wieder als Kreis mit dem Radius τ abgebildet (Tissotsche Indikatrix). Das bedeutet „Ähnlichkeit im Kleinen“ zwischen Urbild und Abbild, wie Gauß die Konformität beschrieben hat.

3 Lamberts konforme Kegelprojektion mit zwei längentreuen Parallelen

Diese von J. H. Lambert 1772 erstmals angegebene Projektion ist von Hoschek für die Kugel behandelt, die Anwendung auf das Ellipsoid dagegen findet man seltener in der Literatur. Großmann (1976) entwickelt diese Abbildung für das Ellipsoid auf Basis der komplexen Lösung der Cauchy-Riemannschen Differentialgleichungen. In Österreich ist sie seit 1968 wohlbekannt, nämlich als Übersichtskarte 1:500 000. Das Ellipsoid wird auf einen Kegel abgebildet, dessen Achse in der kleinen Achse des Ellipsoides liegt und dieses in zwei Parallelkreisen schneidet. Für die Übersichtskarte wurden diese Parallelen in 46° und 49° Breite gewählt [Knoll, 1968]. Die Begründung für diese Wahl ist schwer nachvollziehbar, denn sie ist nicht sehr günstig, weil die Schnittparallelen außerhalb Österreichs liegen und dadurch im eigentlichen Abbildungsbereich unnötig große Verzerrungen auftreten. Durch bessere Wahl der Schnittparallelen lassen sich die Verzerrungen minimieren.

Die Abbildungsgleichungen werden im folgenden hergeleitet und für das Gebiet von Österreich optimiert. Alle echten Kegelprojektionen haben den Umstand gemein, daß die Meridiane in die Kegelerzeugenden, die Parallelkreise in die Parallelen des Kegels abgebildet werden. Denkt man sich den Kegelmantel in die Ebene ausgerollt, werden die Meridiane zu einem Geradenbüschel durch das Bild des Poles (= Kegelspitze), die Parallelkreise zu einer Schar konzentrischer Kreise (Abbildung 1). Die Schar der Parameterlinien ist also orthogonal, eine Voraussetzung für Konformität. Es ist naheliegend, anstelle kartesischer Koordinaten zunächst Polarkoordinaten einzuführen:

$$r = r(B), \quad \delta = nL. \quad (11)$$

L ist die Längendifferenz zu einem beliebig gewählten Zentralmeridian und n die Kegelkonstante. Benennt man die Längenverzerrung im Meridian mit h , jene im Parallel mit k , so muß, um Konformität zu erreichen, $h = k$ sein.

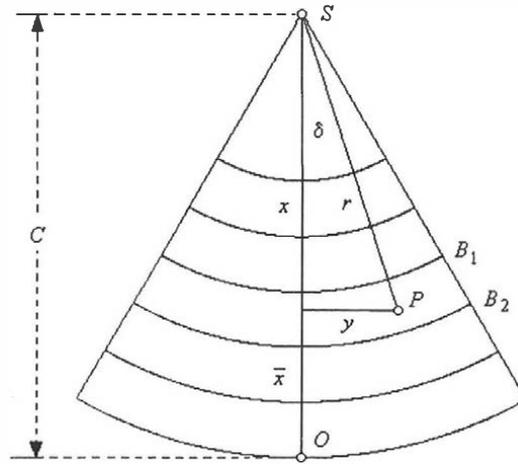


Abb. 1: Teil des Kegelmantels

Die Längenverzerrung ist allgemein als das Verhältnis eines Bogenelements im Abbild zu jenem im Urbild definiert, also:

$$h = -\frac{dr}{MdB}, \quad k = \frac{r d\delta}{N \cos B dL} = \frac{nr}{N \cos B}. \quad (12)$$

Gleichsetzen von h und k , Trennung der Variablen und Berücksichtigung von (4) führt zu:

$$\frac{dr}{r} = -\frac{nM dB}{N \cos B} = -n dq \rightarrow r = Q \cdot \exp(-nq). \quad (13)$$

Die Gleichung (13) und $\delta = nL$ stellen im Prinzip schon die Abbildungsgleichungen dar, worin allerdings noch die Integrationskonstante Q und die Kegelkonstante n unbekannt sind. Zu deren Bestimmung geht man von der Tatsache aus, daß in den Schnittparallelen B_1 und B_2 Längentreue herrscht ($k = 1$), also mit (12): $N_1 \cos B_1 = nr_1$, $N_2 \cos B_2 = nr_2$.

Daraus bildet man:

$$\ln(N_1 \cos B_1) = -nq_1 + \ln Q + \ln n, \quad \ln(N_2 \cos B_2) = -nq_2 + \ln Q + \ln n. \quad (14)$$

Subtraktion beider Gleichungen gibt die Kegelkonstante n zu:

$$n = \frac{\ln(N_1 \cos B_1) - \ln(N_2 \cos B_2)}{q_2 - q_1}. \quad (15)$$

Zur Gewinnung der Konstanten Q wird Formel (13) auf die beiden Schnittparallelen angewendet:

$$Q = \frac{N_1}{n} \cos B_1 \exp(nq_1) = \frac{N_2}{n} \cos B_2 \exp(nq_2). \quad (16)$$

Zur Herleitung von Längenverzerrung und Meridiankonvergenz führt man nach Abbildung 1 kartesische Koordinaten ein:

$$x = r \cos \delta = Q \exp(-nq) \cos(nL), \quad y = r \sin \delta = Q \exp(-nq) \sin(nL). \quad (17)$$

Um die x -Koordinate wie üblich positiv nach Norden zu zählen, legt man einen Hilfspunkt O als Schnittpunkt des Zentralmeridians mit einem beliebigen, außerhalb des Abbildungsbereiches gelegenen Parallelkreis fest (Abbildung 1). Dann gilt: $\bar{x} = C - r \cos \delta$. Die Umkehrung der Abbildungsgleichungen, also die Berechnung von (B, L) aus (x, y) ist bis zur Bestimmung von (q, L) aus (17) trivial. Die Ermittlung von B aus q nach Formel (4) aber muß iterativ erfolgen, am besten nach dem Verfahren von Newton.

Anwendung der Beziehungen (10) führt auf Längenverzerrung und Meridiankonvergenz:

$$\tau = \frac{nQ \exp(-nq)}{N \cos B} = \frac{nr}{N \cos B}, \quad \gamma = nL. \quad (18)$$

Numerische Betrachtungen zeigen, daß die Flächenverzerrung minimiert wird, wenn die längentreuen Parallelen in den Breiten $B_1 = 48^\circ 39'$ und $B_2 = 46^\circ 57'$ gewählt werden. Mit den Werten $a = 6\,378\,137$ m und $e^2 = 0.006\,694\,380\,022\,90$ des GRS 80-Ellipsoides nehmen die obigen Konstanten folgende Werte an: $Q = 11\,686\,818.202$ m, $n = 0.740\,832\,103\,466$. Die maximale Flächenverzerrung erreicht $\delta f = \pm 0.022\%$ der Fläche oder ± 2.2 m² pro ha. Legt man den Zentralmeridian in $L_0 = 13^\circ 20'$ ö. Gr., so wird die Meridiankonvergenz an den Rändern von Österreich $\gamma = \pm 2^\circ 50'$. Abbildung 2 zeigt Österreich in der erläuterten Projektion.

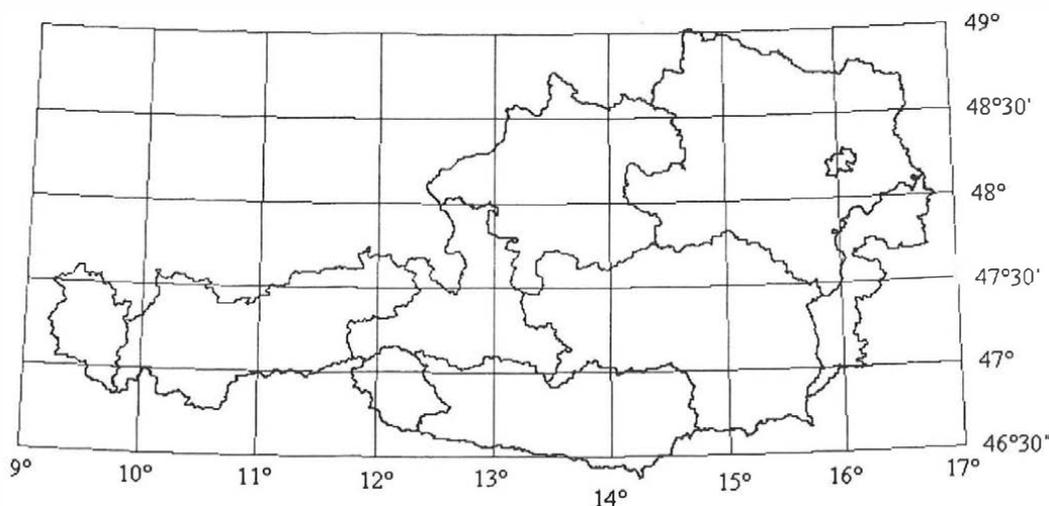


Abb. 2: Österreich in der Lambertschen Kegelpjektion

4 Konforme Doppelprojektion

Von Gauß wurde auch die konforme Doppelprojektion entwickelt (Gauß, 1818). Diese könnte nach dem Vorbild der Schweiz (Kahle, 1985) vorteilhaft auch für Österreich eingesetzt werden. Es wird zunächst das Ellipsoid konform auf eine Kugel abgebildet. Dabei sollen Meridiane und Parallelkreise des Ellipsoides in Meridiane und Parallelkreise der Kugel übergehen, d. h. die sphärische Länge λ ist eine Funktion der ellipsoidischen Länge L allein, und die sphärische Breite φ ist eine Funktion der ellipsoidischen Breite B allein. Konformität herrscht, wenn die Längenverzerrung im Meridian gleich jener im Parallel ist ($h = k$). Mit R als Kugelradius gilt also:

$$h = k = \tau = \frac{R d\varphi}{M dB} = \frac{R \cos \varphi d\lambda}{N \cos B dL}. \quad (19)$$

Soll die Gleichung keinen Widerspruch enthalten, so muß auf der rechten Seite $d\lambda/dL = \text{const} = \alpha$ sein. Die Integration von (19) erfordert eine Integrationskonstante c . Die drei Konstanten α , R , c könnten mehr oder minder willkürlich gewählt werden, z.B. $\alpha = c = 1$ und $R = a$. Übrigens, wer will, kann aus (19) auch sofort die flächentreue Abbildung des Ellipsoides auf die Kugel herleiten. Man braucht nur $h \cdot k = 1$ zu setzen.

Zur Bestimmung der Konstanten der konformen Projektion macht Gauß die Voraussetzung, daß für einen bestimmten Parallelkreis B_0 die Längenverzerrung gleich Eins werde und ihre 1. und 2. Ableitung verschwindet. Die detaillierte Darstellung dieses Ansatzes und die Herleitung der daraus resultierenden Formeln würde den hier gebotenen Rahmen übersteigen. Die sphärische Breite φ_0 von P_0 sowie den Proportionalitätsfaktor α erhält man aus der ellipsoidischen Breite B_0 über die Formeln:

$$\tan \varphi_0 = \frac{\tan B_0}{\sqrt{1 + e'^2 \cos^2 B_0}}, \quad \alpha = \sqrt{1 + e'^2 \cos^4 B_0}. \quad (20)$$

(Man beachte die 4. Potenz in der Formel für α). Mit $e'^2 = 0.006\,739\,496\,775\,48$ ist die sogenannte 2. Exzentrizität des Ellipsoides GRS 80 bezeichnet. Der Radius der Kugel ist das geometrische Mittel der beiden Hauptkrümmungsradien (3) in P_0 (Gaußsche Schmiegunskugel):

$$R = \sqrt{M_0 N_0}. \quad (21)$$

Mit α und φ_0 ist auch c bestimmt zu:

$$c = \frac{\tan^\alpha \left(\frac{\pi}{4} + \frac{B_0}{2} \right)}{\tan \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_0}{2} \right)} \left(\frac{1 - e \sin B_0}{1 + e \sin B_0} \right)^{\alpha/2}. \quad (22)$$

Bezeichnen L und λ die jeweiligen Längendifferenzen zum Zentralmeridian, so ist mit den Gleichungen:

$$\tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right) = \frac{1}{c} \tan^{\alpha}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{B}{2}\right) \cdot \left(\frac{1 - e \sin B}{1 + e \sin B}\right)^{\alpha e/2}, \quad \lambda = \alpha L \quad (23)$$

die konforme Projektion des Ellipsoides auf die Kugel durchgeführt. Die Längenverzerrung ergibt sich zu:

$$\tau_1 = \alpha \frac{R \cos \varphi}{a \cos B} \sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}. \quad (24)$$

Nun bleibt noch die konforme Abbildung der Kugel in die Ebene. Diese geschieht nach der altbewährten Methode von Mercator, allerdings auf einen schiefen Zylinder, der die Kugel entlang jenes Großkreises berührt, der normal auf den Meridian durch P_0 steht. Dieser Großkreis wird zum Pseudoäquator eines neuen Systems. Es ist also eine „Umpolung“ der Kugel $(\varphi, \lambda) \rightarrow (b, \ell)$ notwendig (Abbildung 3).

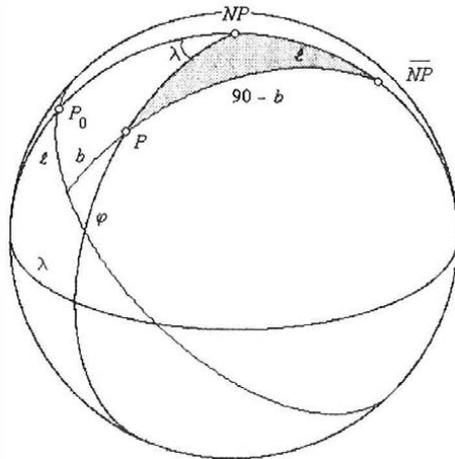


Abb. 3: Umpolung

(b, ℓ) folgen aus der Auflösung des markierten sphärischen Dreiecks zu:

$$\begin{aligned} \tan \ell &= \frac{\sin \lambda}{\sin \varphi_0 \tan \varphi + \cos \varphi_0 \cos \lambda}, \\ \sin b &= \cos \varphi_0 \sin \varphi - \sin \varphi_0 \cos \varphi \cos \lambda. \end{aligned} \quad (25)$$

Anwendung der bekannten Mercatorprojektion liefert endgültig die ebenen Koordinaten:

$$x = R \ln \tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{b}{2}\right), \quad y = R \ell. \quad (26)$$

Zur Vermeidung von negativen x -Werten für Punkte südlich von P_0 wird man zu x eine additive Konstante hinzufügen. Es wird auch die Umkehrung der Verebnung benötigt. Die Berechnung von (b, ℓ) aus (x, y) ist trivial. Dann folgen (φ, λ) aus:

$$\begin{aligned}\sin \varphi &= \sin b \cos \varphi_0 + \cos b \sin \varphi_0 \cos \ell, \\ \cos \lambda &= \frac{\cos \varphi_0 \sin \varphi - \sin b}{\sin \varphi_0 \cos \varphi}.\end{aligned}\quad (26a)$$

Aus (23) gewinnt man L und B iterativ mit $B = \varphi$ als Startwert.

Die Längenverzerrung der Mercatorprojektion ist einfach $\tau_2 = \sec b$ und die Gesamtverzerrung der konformen Doppelprojektion:

$$\tau = \tau_1 \tau_2. \quad (27)$$

Legt man den Hauptpunkt P_0 in $B = 47.8^\circ$, so haben die Konstanten die folgenden Werte:

$$R = 6\,380\,191.982 \text{ m}, \quad \alpha = 1.000\,685\,8091, \quad c = 0.996\,813\,7053.$$

Die Längenverzerrung ist in erster Linie von der Breite aber auch vernachlässigbar schwach von der Länge abhängig. Die Ursache liegt in dem Umstand, daß in die Berechnung von b , d. i. die neue Pseudobreite, auch die Länge eingeht; das hat übrigens auch zur Folge, daß Punkte des Ellipsoides, die symmetrisch zu P_0 liegen, in der Projektion nicht mehr streng symmetrisch sind. Die maximale Flächenverzerrung der Doppelprojektion ist zunächst größer als bei der Projektion von Lambert und ausschließlich positiv. Sie erreicht an der nördlichen und südlichen Grenze Österreichs 4.4 m^2 pro ha, im Hauptpunkt P_0 ist sie Eins. Der Maximalwert läßt sich aber halbieren, indem man nicht einen berührenden, sondern einen schneidenden Zylinder für die Mercatorprojektion annimmt. In den beiden Schnittparallelen (d. s. Parallelen zum Großkreis normal auf den Meridian des Zentralpunkts) herrscht absolute Treue. Die Flächenverzerrung kann so auf maximal $\pm 2.2 \text{ m}^2$ pro ha reduziert werden. Man erreicht dies einfach, indem man den Kugelradius R um 700 m verringert. Die Abbildung 4 zeigt ein Diagramm der Flächenverzerrung der Lambert- und der Doppelprojektion mit reduziertem Radius. Die beiden Verzerrungskurven decken sich vollkommen. Hinsichtlich der Verzerrungen besteht also praktisch kein Unterschied zwischen den beiden Projektionen, sieht man von der äußerst schwachen Abhängigkeit der Verzerrung der Doppelprojektion von der Länge ab. Das ist bei der geringen Breitenausdehnung von Österreich nicht verwunderlich. Auch eine Österreich-Karte in der Doppelprojektion im Maßstab der Abbildung 2 ist von dieser kaum zu unterscheiden.

Der westliche Teil von Österreich bis 13° ö. Gr. hat gegenüber dem östlichen Teil eine wesentlich geringere Breitenausdehnung von nur 1° ($46^\circ 40'$ bis $47^\circ 40'$). Für diesen Teil wären noch kleinere Verzerrungen zu erreichen. Dann aber wären die nördlichen und südlichen Regionen des östlichen Teils benachteiligt, weil mit größeren Verzerrungen behaftet.

Die oben ausgewiesene maximale Flächenverzerrung von $\pm 2.2 \text{ m}^2$ pro ha muß auch unter dem Gesichtspunkt der Genauigkeit von Flächenberechnungen beurteilt werden. Die Genauigkeit der Berechnung einer Fläche hängt von ihrer Form, nämlich von der Diagonale ab.

Nimmt man die Fläche als Rechteck mit den Seiten a und b an und bezeichnet den Fehler einer Seite mit δs , so ist der Fehler in der Fläche gegeben durch:

$$\delta f = \pm \delta s \sqrt{a^2 + b^2} . \quad (28)$$

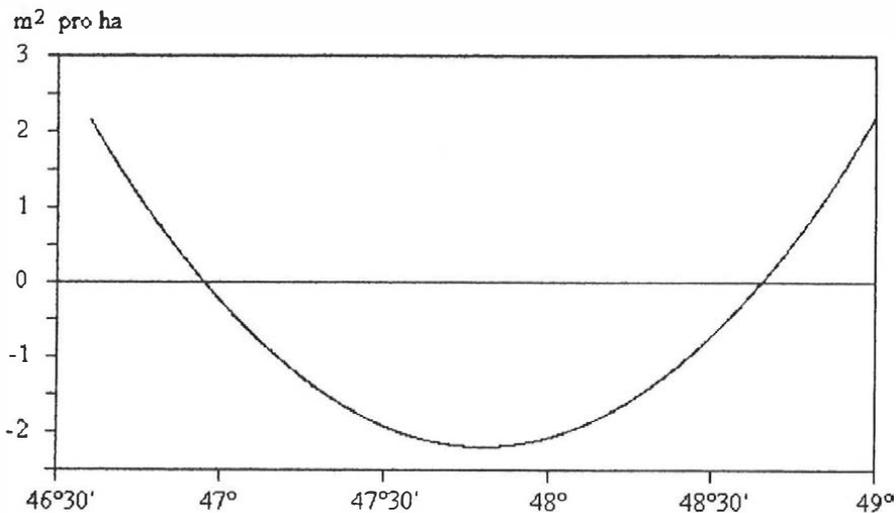


Abb. 4: Flächenverzerrung in m^2 pro ha in Abhängigkeit von der Breite für Lambert- und Doppelprojektion (mit reduziertem Kugelradius)

Die Vermessungsverordnung schreibt für den Kataster die Ausweisung der Koordinaten auf Zentimeter vor. Nimmt man für den Fehler in den Seiten $\delta s = \pm 1$ cm an, so beträgt der Fehler einer Fläche von 1 ha zwischen ± 1.4 m^2 (Quadrat) und ± 10 m^2 (sehr schmales, langes Rechteck). Die Projektionsverzerrung ist also von derselben Größenordnung, allerdings systematischer Natur, wogegen der Fehler der Flächenberechnung zufällig ist. Die Flächenverzerrung der beiden diskutierten Projektionen bleibt für große Teile Österreichs kleiner als 2 m^2 pro ha und stellt offenbar das Optimum dar, das erreicht werden kann.

Vor die Wahl gestellt, zwischen einer von beiden Projektionen zu entscheiden, wird man der konformen Kegelprojektion von Lambert den Vorzug geben, nicht zuletzt wegen der durchsichtigeren Herleitung der Abbildungsgleichungen. Gegen die Erhebung dieser Abbildung zur offiziellen Katasterprojektion spricht natürlich, daß alle Staaten der EU die UTM-Projektion einführen und daß man in Österreich ein durchgehendes System, vom Kataster bis zu den topographischen Karten, anstrebt. In Anbetracht der ständig steigenden Geschwindigkeit und Speicherkapazität der Rechenanlagen steht dem internen Gebrauch der Kegelprojektion aber nichts im Wege.

Alle Berechnungen und Graphiken wurden in True BASIC[®], Version 5.1, programmiert.

Literaturverzeichnis

- Gauß, K. F.:* UNTERSUCHUNGEN ÜBER GEGENSTÄNDE DER HÖHEREN GEODÄSIE. Werke, Bd. IV, Ostwalds Klassiker Nr. 177. (1818).
- Grafarend, E.:* Optimal mercator projection and the optimal polycylindric projection of conformal type. JOURNAL OF GEODESY. (1998), 72, S. 251-258.
- Großmann, W.:* GEODÄTISCHE RECHNUNGEN UND ABBILDUNGEN IN DER LANDESVERMESSUNG. Stuttgart: Konrad Wittwer. (1976).
- Hoschek, J.:* MATHEMATISCHE GRUNDLAGEN DER KARTOGRAPHIE. Mannheim: Bibliographisches Institut. (1984).
- Kahle, H.-G.:* EINFÜHRUNG IN DIE HÖHERE GEODÄSIE. Zürich: Verlag der Fachvereine. (1985).
- Knoll, O.:* Das Abbildungsgesetz der Übersichtskarte von Österreich. ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN UND PHOTOGRAMMETRIE. (1974),1, S. 20 - 26.

Auswahl einer geeigneten kartographischen Abbildung für kleinmaßstäbige Karten

Nedjeljko Frančula, Miljenko Lapaine und Nada Vučetić, Zagreb¹

Zusammenfassung

Im folgenden Artikel wird der Einfluß geometrischer Eigenschaften des Abbildungsgebietes ebenso wie des Inhaltes und der Kartenbenutzung auf die Auswahl einer Abbildung für die Darstellung der mathematischen Grundlage in kleinmaßstäbigen Karten analysiert. Es werden Vorschläge für eine geeignete kartographische Abbildung von Staaten, einzelnen Kontinenten, der Halbkugel und der ganzen Welt gegeben. Zum Schluß werden verschiedene Beispiele angeführt, bei denen Kroatien ein ganz verzerrtes und dadurch ganz verfälschtes Bild des Staatsgebietes aufweist. Nicht ausreichende Kenntnisse über kartographische Abbildungen in Abhängigkeit von Größe, Form, Lage und Ausrichtung des abzubildenden Gebietes führen zu einer falschen Auswahl der Abbildung und dadurch zu unvermeidlichen Verzerrungen.

Abstract

The influence of geometric properties of the area to be portrayed (size, shape, position, spreading), as well as of the map contents and of usage, onto the choice of projection for small-scale maps is analyzed. The recommendations are given with respect to the projection of states, continents, hemispheres and the world maps. At the end, the critical comment is given to a more and more often distorted presentation of Croatia caused by insufficient knowledge of the map author about the choice of map projection and the size of inevitable deformations arising thereby.

1 Einführung

In den letzten Jahren hat die rechnergestützte Kartenherstellung eine ziemlich große Anwendung in der Praxis gefunden. Benutzerfreundliche Systeme erlauben dem Nutzer einen relativ leichten Zugang zu den Rauminformationen, ihre Bearbeitung und ihre kartographische Visualisierung. Man braucht sich dabei weder an die amtlichen Kartenformate noch streng an die gegebenen Maßstäbe zu binden. Man kann kartographische Symbole gestalten, Farben auswählen, aber auch die gegebene Kartenobjektgeometrie in verschiedene kartographische Abbildungen transformieren. Für das Letztere sind bestimmte kartographische Kenntnisse notwendig, um katastrophale Geometriefehler bzw. Verzerrungen zu vermeiden. Der angesehene Professor der Kartographie der ETH Zürich, E. Spiess hat immer wieder auf solche Fehler hingewiesen (Spiess

¹ Übersetzung und Bearbeitung Dr. Mirjanka Lechthaler, Wien.

1996). Es liegt an den Kartographen, die kartographische Methodenlehre mittels Literatur und Bildungskurse an breitere Benutzerkreise weiterzugeben. Die Amerikanische Kartographische Gesellschaft hat z.B. drei kleinere Publikationen über kartographische Abbildungen und ihre Auswahl herausgegeben, (die theoretisch nicht tief sind,) keine Formel und bestimmte Grundtheorie über kartographischen Abbildungen enthalten und eine Hilfe für Benutzer verschiedener Fachgebiete sind (ACSM 1986, 1988, 1991).

In dieser Arbeit beziehen sich die Autoren nur auf die Auswahl der Abbildung und möchten die Grundkriterien erläutern und darauffolgende Entscheidungsrichtlinien geben, mit dem Ziel die unnötigen Verzerrungen vermeiden zu können. Zahlreiche Verlage in Kroatien und im Ausland fertigen allgemeingeographische und -politische Weltkarten noch immer in der Mercator- und Van de Grinten-Abbildung. Beide Abbildungen sind für die erwähnten Weltkarten wegen der zu großen Flächenverzerrungen ungeeignet. Oft werden absichtlich solche Abbildungen verwendet, die das abzubildende Gebiet bewußt verzerren. Dies geschieht täglich in den Medien, um "optimaler" die Papierfläche in den Buch-, Zeitschriften- oder Zeitungsseiten nützen zu können. So sind auch die Karten des Staatsgebietes Kroatiens. Frančula et al. (1997) weisen auf fehlendes theoretisches Wissen über kartographische Abbildungen im allgemeinen, besonders aber bezüglich ihrer Auswahl für die Darstellung eines bestimmten Gebietes von seiner Lage bzw. seiner Größe her, und daraus entstandener unvermeidlicher Verzerrungen hin.

2 Allgemeines über Abbildungsauswahl

Bei den kartographischen Abbildungen der Erdoberfläche liegen Gradnetzentwürfe vor, in denen das Netz der Meridiane und der Parallelkreise (das geographische Koordinatensystem) auf einer Ebene abgebildet wird. Dabei treten Verzerrungen der Längen, Flächen oder Winkel auf. Man spricht von flächentreuen oder äquivalenten Abbildungen, wenn keine Flächenverzerrungen vorkommen, von winkeltreuen oder konformen Abbildungen, wenn keine Winkelverzerrungen vorkommen und von längentreuen oder äquidistanten Abbildungen (nur in einer Hauptverzerrungsrichtung), wenn keine Längenverzerrungen vorkommen. Es gibt aber weder kartographische Abbildungen ohne Längenverzerrungen noch Abbildungen, in denen gleichzeitig keine Flächen- und Winkelverzerrungen vorkommen. Solche Abbildungen einer Sphäre in die Ebene sind nicht möglich (Borčić 1955). Das Hauptkriterium bei der Auswahl der Abbildung ist, die betreffenden Verzerrungen so klein wie möglich zu halten und, wenn möglich, diese mit freiem Auge nicht zu merken.

Die Auswahl der Abbildung für die kleinmaßstäbigen Karten ist von vielen Faktoren abhängig, die man in zwei Gruppen einteilen könnte:

- Geometrische Eigenschaften des Abbildungsgebietes (Größe, Form, Lage und Ausrichtung),
- Karteninhalt und Zweck der Kartenbenutzung.

3 Einfluß geometrischer Eigenschaften des Abbildungsgebietes auf die Abbildungsauswahl

3.1 Größe des Gebietes

Nach ihrer Größe unterscheiden wir kleine, mittlere und große Gebiete. Das Gebiet, das in den meist gebrauchten Abbildungen mit einer Längenverzerrung bis zu 0,5% dargestellt ist, kann als klein bezeichnet werden und beträgt 5-6 Millionen km². Die meisten Länder der Welt gehören zu

dieser Gruppe. Nur Rußland, Kanada, China, die Vereinigten Staaten und Brasilien haben größere Flächen. Mittelgroße Gebiete werden mit einer Längenverzerrung von 2-3% abgebildet. Ihre Fläche beträgt ca. 30 Millionen km², wie z.B. Afrika. Überschreitet die Längenverzerrung eines Gebiets 3%, dann sollten diese Gebiete als groß bezeichnet werden (Ginzburg, Salmanova 1957).

Bei der Auswahl der Abbildung für kleine und mittlere Gebiete haben die geometrischen Eigenschaften des Abbildungsgebietes, der Inhalt und der Zweck der Karte einen bestimmten Einfluß. Für die Karten kleiner Gebiete braucht man meistens die Form des Gebietes nicht zu berücksichtigen. Sind große Gebiete abzubilden, spielt vor allem der Karteninhalt und der Kartenzweck eine entscheidende Rolle. Im Vergleich zu kleinen und mittleren Gebieten ist die Auswahl der Abbildung für große Gebiete viel umfangreicher.

3.2 Form, Lage und Ausrichtung des Gebietes

Für die Abbildung kleiner Gebiete ist immer die Azimutalabbildung zu empfehlen. Die Form des Gebietes spielt dabei keine entscheidende Rolle. Wenn man sich aber auf normalachsige Abbildungen beschränkt, dann sind für das kleine Polgebiet die normalachsige Azimutalabbildung, für das Gebiet auf mittleren Breiten normalachsige Kegelabbildungen und für das Gebiet in der Nähe vom Äquator normalachsige Zylinderabbildungen zu empfehlen.

Für die Karten mittlerer und großer Gebiete muß man die Gebietsform und -lage berücksichtigen und eine Abbildung, bei der die Äquideformaten (Linien mit gleichen Verzerrungen) der schematisierten Gebietsform folgen, auswählen. Auf diese Weise werden die Verzerrungen kleiner gehalten (Ginzburg, Salmanova 1957). Dem folgend sollte für kreisförmige Gebiete die Azimutalabbildung und für die Gebiete, die sich entlang der Breitenkreise erstrecken, die normalachsige Kegelabbildung gewählt werden. Für die sich in Richtung Meridianlinien erstreckenden Gebiete sind querachsige Zylinderabbildungen und für die sich in Richtung irgendeiner großer Kreislinie erstreckenden Gebiete sind schiefachsige Zylinderabbildungen zu empfehlen.

Die Auswahl der Abbildung hängt auch von der Gebietslage bzw. von der geographischen Breite ab. Für die Gebiete, die sich in einer Hauptrichtung erstrecken, muß diese Richtung auch in Betracht genommen werden. So müssen z.B. für die Antarktis, Afrika und Australien, die ungefähr kreisförmige Gestalten haben, für die Darstellung die Azimutalabbildungen gewählt werden. Mit Rücksicht auch auf ihre Lage, muß die Antarktis in einer normalachsigen, Afrika in einer querachsigen und Australien in einer schiefachsigen Azimutalabbildung dargestellt werden.

4 Einfluß des Karteninhaltes und des Kartenzwecks auf die Auswahl der Abbildung

4.1 Karteninhalt

Karten, die als kartographische Grundlage für kartometrische Arbeit eingesetzt werden, sollten in einer möglichst treuen Flächendarstellung und somit mit kleinen Flächenverzerrungen abgebildet werden. Diese Voraussetzung trifft besonders bei den thematischen Karten zu, wo sich die Erscheinungen und Sachverhalte räumlich auf möglichst genau begrenzte Flächen beziehen. In diese Gruppe gehören z.B. geologische, pedologische, biogeographische und humangeographische Karten wie z.B. Bevölkerungs- und Einwohnerstrukturkarten.

Die zweite Gruppe bilden diejenigen Karten, bei denen die Flächen besonders genau darzustellen sind. Dabei entstandene Flächenverzerrungen muß man in Kauf nehmen, z.B. bei den tektonischen Karten.

Die dritte Gruppe bilden die Karten, bei denen gleichermaßen eine möglichst genaue Flächendarstellung sowie Formdarstellung wichtig ist. Für diese Karten sollten abstandstreue Abbildungen oder vermittelnde Abbildungen, bei denen die Flächen- und Winkelverzerrungen ungefähr gleich sind, gewählt werden. Zu dieser Gruppe gehören in erster Linie allgemeine geographische Karten und aus dem Bereich der thematischen die politischen Karten.

Eine weitere Gruppe bilden die Karten in einer konformen Abbildung und somit mit großen Flächenverzerrungen. Diese Gruppe ist, im Vergleich zu den anderen, relativ klein und beinhaltet See- und Luftkarten sowie verschiedene Navigationskarten.

4.2. Art der Karteninhaltsauswertung

Unter Karteninhaltsauswertung ist eine Informationserschließung mit Hilfe von Messungen oder visuellen Ermittlungen (unmittelbare Beobachtungen und Vergleiche) zu verstehen. Die visuelle Ermittlung vom kartographischen Inhalt kommt besonders bei den Atlanten zur Geltung, da die verschiedenen Karten für einen breiten Benutzerkreis, ohne kartographische Ausbildung, gestaltet sind. Ginzburg (1940) hat sich damit beschäftigt und die Ergebnisse seiner Studie zeigen, daß der Kartograph bei der Auswahl der Abbildung und somit bei der Konstruktion der mathematischen Grundlage unbedingt auf die mögliche visuelle Ermittlung achten muß. Hier seine Beobachtung:

- Bei kurvenreichen Linien, mit welchen Flüsse, Küstenlinien und verschiedene Grenzen dargestellt sind, werden die Differenzen in der Länge bis zu 5% nicht bemerkt werden. Erst ab 10% werden diese bemerkbar sein.
- Beim Vergleichen von Flächen mit kurvenreicher Begrenzungslinie werden Unterschiede erst ab 5% wahrgenommen. Mehr als 10% sind leicht zu bemerken.
- Formenveränderungen treten schon bei Winkelverzerrungen von 2° bis 3° auf. Bemerkbar werden sie schon bei den Winkelverzerrungen von 4° bis 5°.

5 Allgemeine Empfehlungen für Abbildungsauswahl

Auf Grund des bisher Erwähnten, kann man einige allgemeine Empfehlungen für die Auswahl der Abbildung geben. Für die Darstellung eines in Nord-Süd-Richtung ausgestreckten und nicht mehr als 3.500 km ($\Delta\varphi \approx 32^\circ$) langen Gebietes sollte man die normalen konformen Kegel- und Zylinderabbildungen anwenden. Dabei wird die Längenverzerrung nicht größer als $\pm 2\%$ und die Flächenverzerrung nicht größer als $\pm 4\%$ sein. Visuell sind es keine bemerkbaren Größen. Da in den konformen Abbildungen die nächste Umgebung des gegebenen Punktes flächentreu abgebildet wird und Längen- und Flächenverzerrungen bei der Gebietserstreckung bis zu $\Delta\varphi \approx 32^\circ$ visuell unbemerkbar sind, kann man annehmen, daß in den konformen Abbildungen das ganze Gebiet auch formtreu dargestellt ist. Deswegen können normale konforme Kegelabbildungen für die Darstellung verschiedener Gebiete, die zwischen den Breitenkreisen $\varphi = 10^\circ$ und $\varphi = 80^\circ$ liegen und in der Nord-Süd-Richtung nicht größer als $\Delta\varphi \approx 32^\circ$ bzw. 3.500 km sind, empfohlen werden. Für die Gebiete mit den erwähnten Angaben, die sich in der Nähe vom Äquator

befinden, ist die normale konforme Zylinderabbildung (Mercator) zu empfehlen (Ginzburg u. Salmanova 1957).

Für die Gebiete, die größer als die oben Genannten sind, sind wegen der schon bemerkbaren Längen- und Flächenverzerrungen, die konformen Abbildungen nicht mehr zu empfehlen.

6 Auswahl der Abbildung abhängig von dem abzubildenden Gebiet

6.1 Karten der Staaten und Staatsgruppen

Die meisten Staaten der Welt können ihrer Größe nach als kleine Gebiete verstanden werden. Nur die größten, wie Rußland, Kanada, USA, China und Brasilien gehören zu den mittelgroßen Gebieten. Nur der europäische Teil Rußlands ist in der Nord-Süd-Richtung länger als 1.500 km. Zu erwähnen ist weiters, daß die Erstreckung Chinas in der Nord-Süd-Richtung, mit Ausnahme einiger kleinerer Teile, $\Delta\varphi \approx 32^\circ$ erreicht. Nach den allgemeinen Empfehlungen bedeutet dies, daß die meisten Staaten und Staatsgruppen in normalen konformen Kegelabbildungen dargestellt werden können. Die Staaten im äquatorialen Gebiet, mit einer Breite von $\varphi_{1,2} = \pm 15^\circ$, sollen in der normalen konformen Zylinderabbildung (Mercator) abgebildet werden. Da in den erwähnten normalen konformen Abbildungen alle Verzerrungen praktisch unbemerkbar sind, brauchen die schiefachsigen Abbildungen, in welchen die Verzerrungen noch kleiner sein könnten, nicht eingesetzt werden. Für einige der größten Staaten, z.B. Rußland und die USA, könnten abstandstreue oder flächentreue Abbildungen empfohlen werden.

Für die Staaten, die der geographischen Breite nach nicht länger als 6° - 7° sind, ist die konforme Kegelabbildung mit einer Standardparallele zu empfehlen. In diesem Fall gibt es keine Verzerrungen in der Mitte des Gebietes. Die größten Verzerrungen sind somit im Grenzgebiet. Für die Abbildung der Gebiete, die in der Nord-Süd-Richtung etwas länger sind, sollten, um die Verzerrungen kleiner zu halten, zwei Standardparallelen benutzt werden. Ihre Breiten sollten z.B. so gewählt werden, daß die Verzerrungen entlang den Endparallelen und der mittleren Parallele dem absoluten Wert nach, gleich sind. Für die Herstellung der mathematischen Grundlage zur Abbildung der Gebiete, die sich in der geographischen Länge innerhalb von $\Delta\lambda=9^\circ$ befinden, ist auch die querachsige Mercatorabbildung zu empfehlen.

6.2 Karten von Kontinenten

Auf den Karten von Europa und Australien sind die Verzerrungen relativ klein. Dies gilt auch für Abbildungen mit verschiedenen Formen von Äquideformaten. Im Gegensatz dazu sind die Verzerrungen auf den Karten vom europäisch-asiatischen Kontinent sehr groß. Aus dem Grund ist es unbedingt notwendig, daß die Äquideformaten die Form des Kontinents verfolgen. Da der europäisch-asiatische Kontinent ungefähr eine Kreisform hat, können schiefachsige Azimutalabbildungen die erwähnten Bedingungen am besten erfüllen. Obwohl Nordamerika und Afrika, die nächst größten Kontinente, keine runde Form haben, zeigen sich in der Anwendung die schiefachsigen und querachsigen Azimutalabbildungen noch immer besser als die übrigen Abbildungen.

In den letzten Jahrzehnten werden die Kontinente meistens in der flächentreuen Azimutalabbildung (Lambert) dargestellt. In der Gruppe der flächentreuen Abbildungen erreicht man nur mit der Lambert-Abbildung die Herabsetzung der maximalen Längen- und Winkelverzerrungen auf ein akzeptables Minimum (Tissot 1887). Die Winkelverzerrungen von 15° auf der Karte

Asiens verursachen bemerkbare ^{Form} Flächenverzerrungen. Etwas weniger bemerkbar, bei einer Winkelverzerrung von 7° bis 8° , sind die ^{Form} Flächenverzerrungen und somit die Formveränderungen auf den Karten von Nordamerika und Afrika.

6.3 Karten von Halbkugeln

Unter Halbkugeldarstellungen findet man gewöhnlich die West-, Ost-, Nord- und Südhalbkugel und die Land- und Wasserhalbkugel. Die gemeinsame Darstellung der West- und Osthalbkugel ist als Weltkarte auf Halbkugeln bekannt. Auf den meisten Karten von Halbkugeln ist die Festlanddarstellung von größter Bedeutung. Abgesehen davon wie die Halbkugeln zueinander in dem Planiglob stehen, verlangt die Form des abzubildenden Gebietes die Anwendung der Azimutalabbildung. Auf den Karten von Halbkugeln sind in diesen Abbildungen die Verzerrungen kleiner als in anderen Abbildungen.

In den geographischen Atlanten sind die Halbkugelkarten oft die einzigen Karten, wo die Größen einzelner Kontinente und Ozeane gut miteinander verglichen werden können. Aus diesem Grund sollten für die Karten von Halbkugeln die Azimutalabbildungen mit kleinen Flächenverzerrungen oder die flächentreue Lambert-Abbildung eingesetzt werden.

6.4 Weltkarten

Für die Darstellung der Zeitzonen auf einer Weltkarte sind die normalen Zylinderabbildungen geeignet. Die konforme Mercator-Zylinderabbildung ist besonders für die Darstellung der Wind- und Seeströmungen günstig. Im allgemeinen sollte man die normalen Zylinderabbildungen für die Weltkarten vermeiden, weil die Polargebiete sehr verzerrt sind und die Kugelgestalt der Erde völlig verloren geht. Sieben amerikanische und kanadische kartographische und geographische Vereine haben aus diesem Grund einen Appell an die Herausgeber und an die Massenmedien gerichtet, für allgemeine geographische Weltkarten nicht mehr die normalen Zylinderabbildungen anzuwenden (American Cartographic Association et al. 1989).

Man kann für die Konstruktion der mathematischen Grundlage einer Weltkarte die pseudozylindrischen Abbildungen anwenden. Bei der Auswahl spielt die Abbildung des Poles eine große Rolle. Es ist besser, diejenigen anzuwenden, bei denen der Pol zu einer Linie und nicht zu einem Punkt abgebildet wird. Falls es aus berechtigten Gründen doch notwendig ist, den Pol als einen Punkt darzustellen, dann ist die flächentreue Mollweide-Abbildung zu empfehlen. Von den pseudozylindrischen flächentreuen Abbildungen mit dem Pol als eine Linie können zwei Eckert-Abbildungen, die IV. Eckert-Abbildung und VI. Eckert-Abbildung, empfohlen werden. Von den pseudozylindrischen vermittelnden Abbildungen sollte man die V. Eckert-Abbildung anwenden. Seit 1988 wird in den USA sehr oft die Robinson-Abbildung eingesetzt. National Geographic Society hat diese Abbildung für physische und politische Weltkarten für alle Ausgaben empfohlen (Snyder 1993). In den letzten Bänden der National Geographic Zeitschrift sind die Weltkarten in der dreifachen Winkel-Abbildung hergestellt.

Für die Weltkarten sind noch zwei Abbildungen zu empfehlen, die flächentreue Hammer-Aitoff- und die vermittelnde Aitoff-Abbildung. Der Pol ist als Punkt und die Breitenkreise sind als gekrümmte Linien dargestellt.

Aus theoretischen Gründen sind bei den meisten Weltkarten die Meridiane und die Breitenkreise als gekrümmte Linien und der Pol als eine Linie dargestellt. Die Forschungen haben nämlich gezeigt, daß in solchen Abbildungen die mittleren Quadratverzerrungen auf dem

ganzen Abbildungsgebiet kleiner sind als in den zylindrischen und pseudozylindrischen Abbildungen sowie in den Abbildungen, in denen der Pol als Punkt und die Breitenkreise als gekrümmte Linien dargestellt sind. Das Längenverhältnis der Pollinie zu der Äquatorlänge sollte sich im Bereich von 1 : 2-3.5 bewegen. Die Forschungen haben weiterhin gezeigt, daß die mittleren Quadratverzerrungen in den vermittelnden Abbildungen kleiner sind als in den flächentreuen und konformen Abbildungen (Frančula 1971).

Für die mathematische Grundlage in den Weltkarten wird mit Recht oft die Winkel-Abbildung gewählt. Die Breitenkreise in dieser Abbildung sind leicht gekrümmte Linien, und die Verteilung der Flächen- und Winkelverzerrungen zwischen dem Äquator und den Polgebieten ist sehr günstig.

Sehr große Flächenverzerrungen in den Gebieten nördlich und südlich von den geographischen Breiten $\varphi_0 = + 50^\circ$ bzw. $\varphi_0 = - 50^\circ$, machen die Van der Grinten-Abbildung, die auch sehr oft bei der Herstellung der Weltkarten gewählt wird, ungünstig.

Wenn man die Kugelgestalt der Erde besonders betonen möchte, z.B. um dem Benutzer einen Sachverhalt, erstreckt auf die ganze Halbkugel näher zu bringen, dann wäre die Gilbert-Abbildung empfehlenswert (Lapaine u. Frančula 1993).

7 Auswahl der Abbildung für die Karten von Kroatien

Die Erstreckung Kroatiens in der Nord-Süd Richtung beträgt ungefähr 4° und in der West-Ost Richtung 6° . Weiters gehört Kroatien der Größe nach zu den kleinen Gebieten. Entsprechend dem im Kapitel 6.1 gesagten, sollte man für die mathematische Grundlage der Karten von Kroatien die konforme Kegelabbildung und die Gauß-Krüger-Abbildung nehmen. Beide Abbildungen sind gleich günstig und im Vergleich sieht man keine Unterschiede. Doch Frančula (1973) bevorzugt die Gauß-Krüger-Abbildung mit dem mittleren Meridian $\varphi = 16^\circ 30'$ und dem linearen Maßstab auf diesem Meridian $m = 0,9997$.

Die charakteristische Form Kroatiens kann man mit der kürzesten Entfernung zwischen dem westlichsten und östlichsten Punkt*, gemessen entlang des Meridians, ~~und dem nördlichsten und südlichsten Punkt~~ beschreiben. Diese zwei Distanzen sind ungefähr gleich. Da die Gebiete, die viel größer sind als Kroatien, ohne sichtbare Verzerrungen abgebildet werden können, muß die oben erwähnte geometrische Eigenschaft auf allen Karten sichtbar sein.

In der letzten Zeit sind aber die Karten Kroatiens ganz deformiert und falsch. Diese Fehler sind auf den ersten Blick bemerkbar. So eine falsche Karte erschien täglich bei der Wetterprognose in der Tageszeitung *Večernji list*. Auf dieser Karte ist die Ausstreckung Kroatiens in der Nord-Süd Richtung um ungefähr 20% kürzer als in der West-Ost Richtung. In derselben Zeitung erschien am 1. Juni 1997 die Karte Kroatiens mit der Verortung petrochemischer Betriebe. Das staatliche Gebiet auf dieser Karte ist in der Nord-Süd-Richtung um 33% kürzer als in der Ost-West-Richtung (Abbildung 1).

Solche verfälschte Darstellungen Kroatiens erscheinen nicht nur auf den Karten in den Tageszeitungen, sondern auch in wissenschaftlichen und fachlichen Zeitschriften sowie in den Sammelchriften der wissenschaftlichen und fachlichen Tagungen.

* mit nördlichsten und südlichsten Punkt



Abb. 1: Verzerzte Darstellung Kroatiens in der Tageszeitung Večernji list vom 1. Juni 1997

Ein Beispiel für die verzernte Form Kroatiens erschien in der prominenten Zeitschrift *Šumarski list*. Tikvić et al. (1995). Ihrem wissenschaftlichen Beitrag fügten sie vier thematische Karten bei, in denen die Erstreckung in der Nord-Süd-Richtung um ungefähr 40% kürzer ist als in der West-Ost-Richtung. Daher ist zu schließen, daß die Autoren sowie die Redakteure die erwähnten Verfälschungen zuletzt auch bewußt machen, um die Fläche, die sie für die Veröffentlichung zur Verfügung bekommen, "optimal" nützen zu können. Anzunehmen ist, daß die Autoren, um zwei Karten Kroatiens auf eine A4 Seite zu bekommen, den Maßstab nur in der Nord- Süd-Richtung geändert haben. Dadurch ist die Darstellung in der Höhe um 40% verkleinert worden. Sie haben dabei nicht auf die Grundforderung der kartographischen Abbildungen geachtet, nämlich, daß die Verzerrungen einer angewandten Abbildung visuell nicht bemerkbar sein dürfen.

Lapaine und Tutić (1999) weisen auf solche verzernte Darstellungen Kroatiens, die auch in geodätischen Publikationen zu finden sind, hin. In der Abbildung 2 stellen die Autoren zwei Darstellungen Kroatiens gegenüber: die richtige (links) und die verzernte (rechts). Die verzernte Darstellung stammt von der Titelseite einer geodätischen Publikation. Im Sammelwerk des Symposiums Geodetic Networks and Land Information Systems (Opatija/Kroatien, 12.-14. Mai 1999) veränderte der technische Redakteur den Maßstab der oben erwähnten verzernten Karte Kroatiens nur in der Ost-West-Richtung und verkürzte dadurch in dieser Richtung das Staatsgebiet um ungefähr 25% (Abbildung 3).

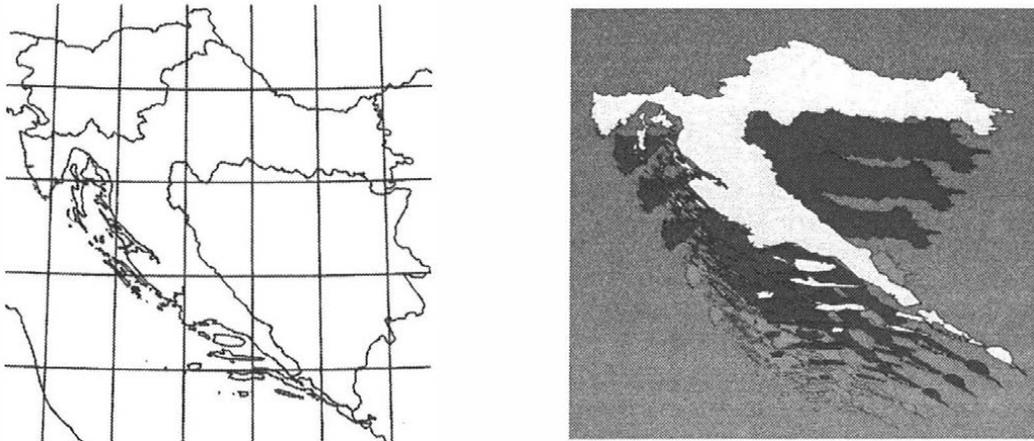


Abb. 2: Richtige (links) und verzerrte (rechts) Darstellung Kroatiens

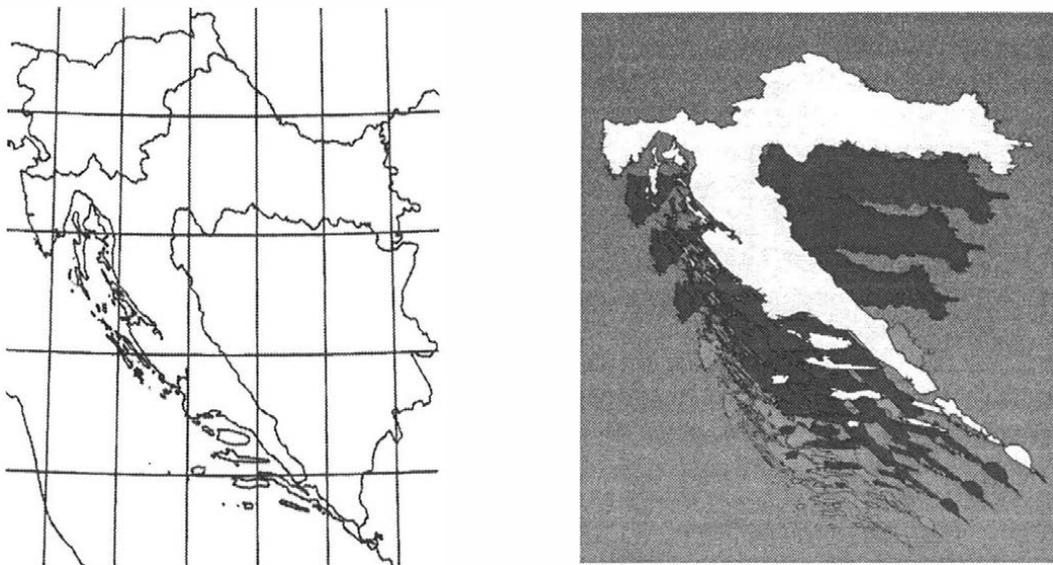


Abb. 3: Durch die Intervention des Redakteurs deformierte Darstellung der Abbildung 2

Die deformierten und verfälschten Darstellungen Kroatiens, die gerade beschrieben wurden, wurden nicht durch falsch ausgewählte kartographische Abbildungen erzeugt, sondern durch den falschen Einsatz eines computerunterstützten Werkzeuges für die Bildverkleinerung.

Würde man bei der normalen abstandstreuen Zylinderabbildung statt der Standardparallele, die durch die Mitte des kroatischen Gebietes verläuft $\varphi_0 = 44^\circ 30'$, als Standardparallele den Breitenkreis $\varphi_0 = 0^\circ$ oder $\varphi_0 = 60^\circ$ einsetzen, würde man ungefähr ähnliche Verzerrungen wie auf den Abbildungen 2 und 3 hervorrufen.

Es liegt an uns Kartographen, auf die beschriebenen und auch andere Fehlerquellen hinzuweisen.

Literaturverzeichnis

- ACSM (Hrsg.): WHICH MAP IS THE BEST? PROJECTION FOR WORLD MAPS. Bethesda: American Congress on Surveying and Mapping. (1986).
- ACSM (Hrsg.): CHOOSING A WORLD MAP, ATTRIBUTES, DISTORTIONS, CLASSES, ASPECTS. Bethesda: American Congress on Surveying and Mapping. (1988).
- ACSM (Hrsg.): MATCHING THE MAP PROJECTION TO THE NEED. Bethesda: American Congress on Surveying and Mapping, (1991).
- American Cartographic Association et al.* (Hrsg.): The case against rectangular world maps. THE CARTOGRAPHIC JOURNAL 26 (1989), 2, S. 156-157.
- Borčić, B.*: MATEMATIČKA KARTOGRAFIJA (KARTOGRAFSKE PROJEKCIJE) (Mathematische Kartographie (kartographische Abbildungen)). Zagreb: Tehnička knjiga. (1955).
- Frančula, N.*: DIE VORTEILHAFTESTEN ABBILDUNGEN IN DER ATLASKARTOGRAPHIE. Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn. (1971).
- Frančula, N.*: MATEMATIČKA OSNOVA I NUMERIČKI POSTUPCI U IZRADI KARATA SR HRVATSKE MJERILA 1: 1,000.000 (Mathematische Grundlage und numerische Verfahren in der Herstellung der Karte von SR Kroatien im Maßstab von 1:1,000.000) . In: NAUČNO TEHNIČKO SAVJETOVANJE KARTOGRAFIJA U PROSTORNOM PLANIRANJU (Wissenschaftlich-technische Tagung Kartographie in der Raumplanung.) Ljubljana: SGIGJ (1973).1, S. A4/1-9.
- Frančula, N., M. Lapaine und N. Vučetić*: Izbor kartografske projekcije za karte sitnih mjerila (Auswahl der kartographischen Abbildung für kleinmaßstäbige Karten). GEODETSKI LIST. 51 (1997), 1, S. 43-52.
- Ginzburg, G. A.*: ZRITELNAJA OCENKA KARTOGRAFIČESKIH IZOBRAŽENIJ. In: UČENI ZAPISKI HAR'KOVSKOGO GOSUDARSTVENNOGO UNIVERSITETA. Har'kov: (1940), 18, S. 67-81.
- Ginzburg, G. A. und T. D. Salmanova* : ATLAS DLJA VYBORA KARTOGRAFIČESKIH PROJEKCIJ. Moskva: Trudy CNIIGAiK. (1957), 110.
- Lapaine, M. und N. Frančula*: GILBERT TWO-WORLD PROJECTION. In: *P. Mesenburg* (Hrsg.). PROCEEDINGS of 16th INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC CONFERENCE 1993. Bielefeld: Deutsche Gesellschaft für Kartographie. 1 (1993), S. 66-82.
- Lapaine, M., D. Tutić*: HRVATSKA DRŽAVNA KARTOGRAFSKA PROJEKCIJA (Kroatische amtliche kartographische Abbildung). In: *Z. Kapović, M. Roić* (Hrsg.). SIMPOZIJ DRŽAVNE GEODETSKE OSNOVE I ZEMLJIŠNI INFORMACIJSKI SUSTAVI, ZBORNİK RADOVA (Symposium des Staatsvermessungsamtes und Landinformationssystem, Sammelschrift). Opatija: Hrvatsko geodetsko društvo. (1999). S. 155-164.
- Snyder, J. P.*: FLATTENING THE EARTH, TWO THOUSAND YEARS OF MAP PROJECTIONS. Chicago and London: The University of Chicago Press. (1993).
- Spiess, E.*: Digitale Technologie und graphische Qualität von Karten und Plänen. VERMESSUNG, PHOTOGRAMMETRIE, KULTURTECHNIK. 94 (1996), 9, S. 467-472.
- Tikvić, I., Z. Seletković und I. Anić*: Propadanje šuma kao pokazatelj promjene ekoloških uvjeta u atmosferi (Untergang der Wälder als Anzeiger der Veränderung von ökologischen Bedingungen in der Atmosphäre). ŠUMARSKI LIST. 119 (1995), 11-12, S. 61-371.
- Tissot, A.*: NETZENTWÜRFE GEOGRAPHISCHER KARTEN. AUTORISIERTE DEUTSCHE BEARBEITUNG MIT EINIGEN ZUSÄTZEN VON E. HAMMER. Stuttgart: J. B. Metzlersche Buchhandlung. (1887).

TeleKartographie oder neue Chancen und Herausforderungen für die Kartographie

Georg Gartner, Wien

Zusammenfassung

An der Schwelle in ein neues Jahrtausend sind wir mit permanenten Innovationen in vielen Bereichen des täglichen Lebens konfrontiert. Insbesondere hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang die Kommunikations- und Informationstechnologien. Die Kartographie ist von diesen Umbrüchen und Innovationen direkt betroffen, als sie die Aufgabe hat, raumbezogene Informationen effizient und „kommunizierbar“ zu vermitteln.

Aus Anlaß der Entwicklung massenmarktfähiger Infrastruktur im Bereich der Verschmelzung von Telekommunikation und Informationstechnologien durch sogenannte „Internet-Handys“, also des Einsatzes des Wireless Application Protocols WAP, wird in weiterer Folge argumentiert, daß sowohl kartographieinterne Konsequenzen, das Selbstverständnis des Faches betreffend, als auch rein praktische Auswirkungen durch neue Produkte („Handy-Maps“) zu erwarten sind. Diese Argumentation wird schließlich durch die Beschreibung von ausgewählten bestehenden Anwendungen unterstützt.

Abstract

Almost at the turn of a millennium the speed and the consistency at which communication and information technologies are being invented, developed and used has become breathlessly fast. A major part of this technological revolution are communication and information technology innovations. Cartography is directly connected to these innovations as it can be seen as a branch that is concerned about the transfer and communication of spatial information and deals with all parts of this phenomena. The development of mobile phones, being able to use the wireless application protocol WAP, is taken as starting point for something called TeleCartography. Both internal and external consequences of this development are analyzed and finally recent applications are described.

1 Einleitung

Die Kartographie steht am Beginn eines neuen Jahrtausends vor faszinierenden neuen Aufgaben. Es erscheint erstmals denkbar, daß Karten und kartographische Produkte realisiert werden könnten, die zeitunabhängig und am Ort des Bedarfes jene Informationen liefern, die von einem spezifischen Benutzer mit spezifischen Eigenschaften in einer spezifischen Situation gebraucht werden. Eine solche Vision inkludiert zwei große Herausforderungen, die Integration des „Nutzers“ mit seinen Eigenschaften bzw. die Schaffung eines mobilen, interaktiven Abfrage-

und Ausgabegeräts, also quasi einer digital beschreibbaren und interaktiv erschließbaren Karte, die Vorteile von Papierkarten und digitalen Informationssystemen in sich vereint.

Herausforderung Individualisierung:

Zum einen ist also die Entwicklung effizienter und damit individuell passender Antworten auf raumbezogene Fragen erforderlich. Hat ein Benutzer eine raumbezogene Frage, so ist für die Beantwortung dieser Frage sowohl die Einbeziehung bestimmter Eigenschaften des Fragestellers selbst (z.B. ist er farbenblind, ist er ein Kind etc.) als auch des Mediums, mit dem die Antwort vermittelt wird (z.B. ist es interaktiv, dynamisch etc.), von Bedeutung. Karten haben bislang die Eigenschaft, daß sie eine Art „kleinsten gemeinsamen Nenner“ darstellen, in der Regel für einen durchschnittlichen Nutzer gedacht. Durch technologische Entwicklungen wie die Ermöglichung von Interaktivität mit kartographischen Produkten (in Informationssystemen) werden Voraussetzungen für die Integration des Nutzers einer Karte und seiner spezifischen Eigenschaften in das System „Kartographie“ ermöglicht. Eine solche Einbindung bzw. Berücksichtigung der Eigenschaften und Besonderheiten des Nutzers bewirkt eine Individualisierung sowohl des Produktes „Karte“ als auch des Vorganges der Informationsvermittlung (vgl. Cartwright & Peterson 1999, MacEachren 1995).

Herausforderung Mobilität:

Ist als Antwort auf eine raumbezogene Frage eine individuell angepaßte Karte möglich, so ist doch eine zeitliche und räumliche Abhängigkeit vom Ausgabemedium gegeben. Hat das Papiermedium noch den Vorteil, als Informationsspeicher in der Regel örtlich und zeitlich ungebunden transportabel zu sein, so sind die Computer durch die Tatsache eingeschränkt, daß das Standardausgabemedium, der Bildschirm, durch gewisse nachteilige Eigenschaften gekennzeichnet ist wie insbesondere die in der Regel gegebene Immobilität. Als Beispiel in diesem Zusammenhang mag die Aussage angeführt werden, daß man sich einen Bildschirm und Computer nicht unter die Achsel klemmt, wenn man eine Wanderung durchführt.

Die Entwicklung und das Zusammenwachsen von Internet (Informationsspeicher), Telekommunikation (Transfer) und Computer (Laptop-Handy oder umgekehrt) kann nun als ein revolutionärer Schritt im Rahmen der Informations- und Kommunikationstechnologiezyklen gesehen werden. Nun wird das Abfrage- und Ausgabegerät mobil und damit eine der großen Nachteile des Mediums Computer/Bildschirm (abgesehen von den tragbaren Computern) überwunden.

2 Selbstverständnis der Kartographie

Es ist unbestreitbar, daß wir Zeugen einer Technologierevolution sind. Viele Bereiche der Gesellschaft, der Wirtschaft, der Technik und generell des menschlichen Zusammenlebens sind von technologischen Innovationen betroffen. Ein entscheidender Teil dieser Technologierevolution sind Entwicklungen im Kommunikations- und Informationsbereich. Die Kartographie ist von diesen Innovationen direkt betroffen, da ihre Aufgabe, die „effiziente Vermittlung von raumbezogenen Informationen“ insbesondere dem Kommunikations- und Informationsbereich zugeordnet werden kann. Im wesentlichen sind davon alle wichtigen Teile der kartographischen Aufgabenstellung betroffen: das Objekt (raumbezogene Informationen), der Transfer (Karten und andere kartographische Produkte) sowie der Nutzer.

Die Gesamtheit dieser Komponenten ergibt das System „Kartographie“, welches für die „effiziente Vermittlung raumbezogener Informationen“ zuständig ist. Effizient ist die

Vermittlung dann, wenn die Informationen „kommunizierfähig“ transportiert wurden, was eine Berücksichtigung und Einbeziehung aller Komponenten erforderlich macht. Das Selbstverständnis der Kartographie ändert sich daher von einer „produktzentrierten“ (das Produkt „Karte“ steht im Mittelpunkt) hin zu einer dienstleistungsorientierten Anschauung (vgl. Strobl 1999, Dransch 2000).

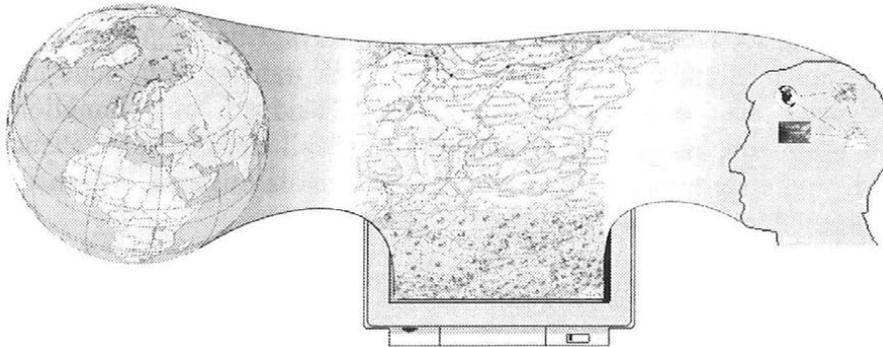


Abb. 1: Das System „Kartographie“

Jede der Komponenten ist z.T. eng verknüpft mit technologischen Innovationen.



Abb. 2: Forschungs- und Technologierichtungen, die Einfluß auf die mögliche Entwicklung der Kartographie haben

So kann das Internet als eine Möglichkeit angesehen werden, Informationen verknüpft und in non-linearer Struktur abgelegt, unabhängig von zeitlichen und räumlichen Gegebenheiten zu speichern und abzurufen. Aufgrund der Analogie mit der verknüpften Art und Weise, wie das menschliche Gehirn Informationen verarbeitet, wird die Entwicklung des Internet auch mit der Bildung eines „global brains“ verglichen (vgl. u.a. Hansen 1996).

Der Transfer von Informationen besteht aus der Aufgabe, bestehende Informationen bereitzustellen und zu übermitteln. Diese Informationen müssen gespeichert, abgefragt und auf einem Medium ausgegeben werden können. Karten auf Papier erfüllen all diese Anforderungen integrativ, haben aber den Nachteil, daß sie gleichsam einen „kleinsten gemeinsamen Nenner“ aller Anforderungen bilden müssen. Digitale Methoden und Medien stellen insofern einen

Fortschritt dar, als sie Eigenschaften wie Interaktivität, Multimedia oder Dynamik ermöglichen, die der menschlichen Informationsverarbeitung eher entsprechen und daher effizientere Informationsvermittlung ermöglichen (Peterson 1995). Jede Karte, sei sie auf Papier oder auf einem Bildschirm, dient allerdings nicht einem Selbstzweck, sondern wird als Werkzeug verwendet, um raumbezogene Informationen zu vermitteln. Die räumliche Immobilität bzw. die räumliche Einschränkung, die entsteht, wenn man Computerbildschirme als Ausgabemedium verwendet, kann im Vergleich zur meist transportablen Papierkarte sogar als Nachteil angesehen werden.

Die Weiterentwicklung der Telekommunikation hin zu einer Struktur, die auch zur Informationsübermittlung an mobile Ausgabegeräte („Handys“) befähigt, öffnet auch für die Aufgabe der Kartographie, raumbezogene Informationen zu transferieren, neue und erweiterte Möglichkeiten. Solche, aus dem Anreichern von „Handys“ mit Funktionalität bzw. Verschmelzen von tragbaren, mobilen Computern mit Mobiltelefonen entstehenden mobilen Informations- und Kommunikationsgeräte können gleichsam als tragbare Informationszugangs- und abfragegeräte bezeichnet werden.

Die Kartographie versteht sich als eine Wissenschaft und Technik, die raumbezogene Informationen „kommunizierbar“ transportiert. Diese Aufgabe umfaßt den Empfänger der Information. Auch wenn eine Karte nach allen „Regeln der Kunst“ gestaltet und hergestellt wurde, kann sie doch die in ihr enthaltenen Informationen nicht transportieren, wenn der Empfänger mit Eigenschaften ausgestattet ist, die es ihm nicht erlauben, die angebotene Information auch zu entnehmen. Auf den Punkt gebracht, kann das mit einem Beispiel verdeutlicht werden. Jemand, der blind ist, kann Informationen, die mittels visueller Mittel, beispielsweise Grafik, vermittelt werden, nicht entnehmen. Gleichwohl die lange Geschichte der Kartographie als Indikator dafür angenommen werden kann, daß die Vermittlung raumbezogener Informationen mittels Grafik eine erfolgreiche ist, so stellen Karten doch eine Art „kleinsten gemeinsamen Nenner“ dar. Eine Karte bietet ihre Informationen an, ohne zu berücksichtigen, ob der jeweilige Nutzer vielleicht weitsichtig, farbenblind oder ein Kind ist. Die Berücksichtigung der jeweiligen spezifischen Eigenschaften eines Nutzers kann dazu führen, daß die Effizienz der Karten gesteigert wird. Dafür ist es erforderlich, die Funktionen und Eigenschaften der Wahrnehmung und kognitiven Verarbeitung von Informationen eines Menschen zu kennen und zu erforschen. Dieser gleichsam „letzte weiße Bereich“ des Wissens wird sukzessive von diesbezüglichen Forschungsrichtungen untersucht und verkleinert. Dabei steht das menschliche Gehirn selbst im Mittelpunkt des Interesses. Für die Kartographie und ihre Aufgabe ist das insofern von Bedeutung, als sie möglicherweise davon profitieren kann zu wissen, mit welchen Eigenschaften raumbezogene Informationen kognitiv verarbeitet werden und wodurch diese Verarbeitung unterstützt werden kann (Peterson 1999, Dransch 2000, Bollmann 2000). Versuche, wie die Einsetzung eines sendefähigen Computerchips in das Gehirn eines aufgrund einer Behinderung kommunizierunfähigen Menschen, der nach Anregung des Zellenwachstumes durch Konzentration, d.h. Erzeugen von elektrischen Impulsen, dazu gebracht werden kann, mittels Sender einen Mauszeiger über einen Computerbildschirm zu bewegen (APA 1999), zeigen, daß visionäre Prognosen wie ein „Chip im Hirn“ möglicherweise aus technologisch - wissenschaftlicher Sicht nur eine Frage der Zeit, nicht aber des eventuell Machbaren sind. Forscher weisen in diesem Zusammenhang zunehmend auch auf ethische Fragen hin, die mit solchen Innovationen verknüpft sind (vgl. Crampton 1995, Peterson 2000).

3 TeleKartographie

3.1 Prinzip

Durch den Aufbau von Telekommunikationseinrichtungen sind und werden massenmarktfähige Strukturen zur mobilen Kommunikation und Informationsvermittlung geschaffen. Zusammen mit der Entwicklung von geeigneten Abfrage- und Ausgabemedien bzw. -geräten stellt das die Grundlage dar für die Entwicklung der Telekartographie.

Als Telekartographie kann man demzufolge den Austausch und die Übermittlung von raumbezogenen Informationen durch kartographische Produkte bezeichnen, die mittels mobiler Abfrage- und Ausgabegeräte erschlossen oder angefordert und mittels Nachrichtentechnik übermittelt werden.

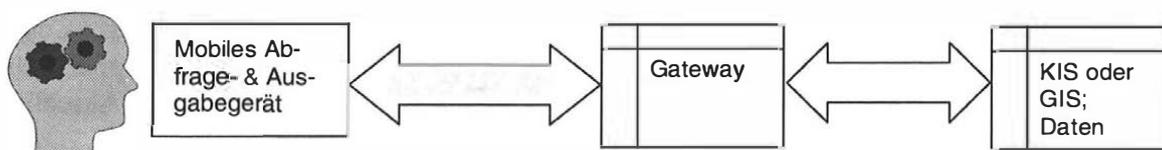


Abb. 3: Prinzip der TeleKartographie

Solche mobile Abfrage- und Ausgabegeräte können verschiedenster Natur sein. Das z.Z. stattfindende Verschmelzen der Computerindustrie mit der Telekommunikationsindustrie (z.B. Ericsson/Microsoft – Kooperation (Symbian 1999)) erzeugt eine ungeheure Dynamik bei der Entwicklung neuer Applikationen. Es kann aber davon ausgegangen werden, daß sogenannte „handheld“ – Hardware, d.h. also mit heutigen Mobiltelefonen vergleichbare, mit zusätzlichen Funktionalitäten angereicherte Geräte, in zunehmender Zahl und mit zunehmender Funktionalität zur Verfügung stehen werden. Es kann sich dabei um Mobiltelefone handeln, die auch Grafik am Display darstellen können, aber auch um kleine tragbare Computer, letztlich wird die Verschmelzung der Telekommunikation mit der Computerindustrie diese Unterscheidungen überflüssig machen.

Mit der Entwicklung von „Wireless Information Devices“ (WID) beschäftigt sich das Symbian Konsortium (www.symbian.com). Dabei wird unterschieden zwischen „kommunikationszentrierten“ Mobiltelefonen, die mit Funktionalitäten für Informationsdienstleistungen angereichert werden und als „Smartphones“ bezeichnet werden, und „informationszentrierten“ Geräten, die auch Kommunikationsfunktionen anbieten, sogenannten „Communicators“. Für die Entwicklung einer funktionellen, robusten und erweiterbaren Software entwickelt ein Konsortium von Firmen (Nokia, Ericsson, Motorola, Psion, Panasonic) Grundlagen in Form eines Betriebssystems namens EPOC.

Ist das Abfrage- und Ausgabegerät mit einem Lokalisations- oder Ortungssystem verbunden, wie es beispielsweise durch das Global Positioning System GPS ermöglicht wird, kann die Verortung des Abfragenden als ein Parameter mitübergeben werden.

Für die Übermittlung raumbezogener Informationen in Form von kartographischen Darstellungen werden solche Technologien dann interessant, wenn die Darstellung von Grafik möglich ist, wie es beispielsweise bei Mobiltelefonen durch den Einsatz des Wireless Application Protocols WAP ermöglicht wird.

Der entscheidende Nachteil aller Anwendungen, deren Ausgabe auf einem Display oder Bildschirm stattfindet, ist die im Vergleich zum Papier geringere Auflösung sowie das meist geringere Format. Diese Tatsache verschärft sich insbesondere, wenn tragbare, handliche Ausgabegeräte verwendet werden. Die Auflösung eines momentan handelsüblichen WAP-fähigen Mobiltelefons (z.B. Nokia 7110) beträgt 96 x 65 Pixel. In diesem Zusammenhang gilt es allerdings, zu berücksichtigen, daß

- die Geschwindigkeit technologischer Entwicklungen dazu angetan ist, daß man mit einem gewissen Maß an Zuversicht einer Verbesserung der Leistungsfähigkeit von digital beschreibbaren Ausgabemedien entgegensehen kann. So wird beispielsweise intensiv an sogenannten Bildschirmfolien gearbeitet, die mittels organischer Leuchtdioden (OLED) beschrieben werden können (Kodak 1999, Epson 1999). Diese Technik erlaubt, digital beschreibbare Farbbildschirmfolien mit hoher Qualität auf einem einrollbaren oder faltbaren Trägermaterial zu befestigen. Gleichwohl erst Prototyp-Lösungen vorliegen, so ist doch das Potential einer solchen Entwicklung für die Kartographie als enorm einzuschätzen. Mit einem Schlag könnten die Vorteile verschiedener Medien, die Mobilität und praktische Verwendbarkeit des Papiers und die digitale Beschreibbarkeit, Interaktivität und Aktualität der Computermonitore und -systeme vereint genutzt werden.
- die Bewertung der Qualität eines kartographischen Produktes davon abhängt, welchen Bewertungsmaßstab man zugrunde legt. Wie Gartner (1998) ausführte, ist eine Beurteilung der Qualität eines kartographischen Produktes nach rein graphisch-ästhetischen Gesichtspunkten eine, die dem Zweck einer Karte nicht genügend gerecht wird. Eine Karte dient nicht einem Selbstzweck, sondern hat die Aufgabe, raumbezogene Informationen zu speichern und „kommunizierbar“ zu vermitteln. Eine nach allen „Regeln der Kunst“ gestaltete Karte kann zwar allen graphisch-ästhetischen Gesichtspunkten entsprechen, aber doch sinnlose Informationen vermitteln. Umgekehrt kann eine Karte auf einem Display mit schlechter Auflösung doch eine gerade benötigte Information vermitteln. Wenn das Selbstverständnis der Kartographie nicht darin besteht, raumbezogene Informationen lediglich graphisch-ästhetisch aufzubereiten, sondern „raumbezogene Informationen effizient zu vermitteln“, so ist es in diesem Zusammenhang möglich, auch mit einem Gerät mit einer schlechten Auflösung dieser Aufgabe gerecht zu werden.

3.2 Wireless Application Protocol (WAP) & Wireless Markup Language (WML)

WML ist, vergleichbar mit der Web-Sprache HTML, eine strukturierte Seitenbeschreibungssprache, mit der Hypertext-Informationen geräte- und softwareunabhängig für sehr kleine Displays definiert werden können, also für Mobiltelefone ("Handys", GSM), PDAs (Personal Digital Assistants), Palmtop-Computer, Auto-Navigationsgeräte etc. WML baut dabei nicht direkt auf HTML auf, sondern auf der Extended Markup Language XML.

WAP (Wireless Application Protocol) ist das Protokoll, mit dem WML-Seiten von einem Mobiltelefon abgefragt und an das Mobiltelefon übertragen werden können. Im allgemeinen wird WAP zwischen dem Mobiltelefon und einem WAP-Gateway (Server) verwendet, und die Übertragung zwischen dem Web-Server und dem WAP-Gateway erfolgt über das Internet mit dem Protokoll HTTP. Als Trägerdienst fungiert bis auf weiteres GSM (in Amerika beginnt sich GSM vor allem in den Ballungszentren immer mehr durchzusetzen). Als weltweiter Trägerdienst wird in naher Zukunft Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) erwartet.

Mittels WML ist die Übertragung sogenannter „cards“, also für den Einsatz auf kleinen Displays zugeschnittene Bildschirmseiten, möglich. Ähnlich wie bei HTML ist in WML eine

gewisse Auszeichnung der jeweiligen Befehle („tags“) durch spitze Klammern notwendig. Der im Vergleich zu HTML geringere Befehlsumfang inkludiert z. Z. (Version 1.2) Befehle zur Textgestaltung (Absätze <p>, Zeilenwechsel
, Buchstaben und Sonderzeichen, Schriftarten <i> <u> <big> <small>), Hypertext-Links (Verweise zu anderen Informationen <a> <go />) sowie auch zur Einbindung einer Grafikdatei mittels des Befehls . Die Anzeige von (kleinen, einfachen) Bildern oder Logos ist in WML ähnlich wie in HTML vorgesehen, allerdings werden derzeit nicht die Formate GIF und JPEG, sondern nur das Format WBMP (WML Bitmap) unterstützt. Das Einfügen eines Bildes erfolgt innerhalb eines Absatzes mit dem „tag“ . Mit src= wird die Adresse (URL) des Bild-Files angegeben, mit alt= der Text, der angezeigt bzw. verwendet werden soll, falls das Gerät oder das Verarbeitungsprogramm nur Text und keine Grafiken verarbeiten kann.

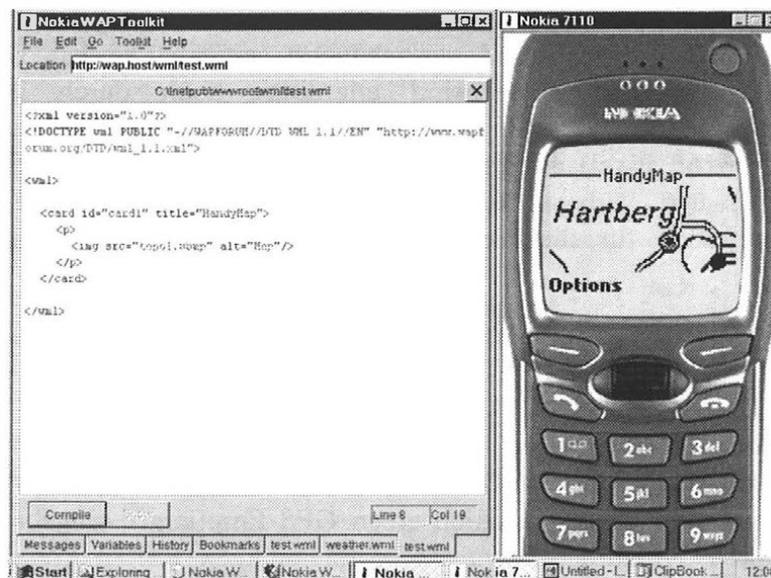


Abb. 4: WML-Code und Ergebnis der Einbindung einer Karte als wbmp auf einem Mobiltelefon-Display

Interaktionen mit dem Benutzer sind über Aktionen am Server möglich. WML-Dateien werden genauso wie HTML-Files auf Web-Servern gespeichert oder von Web-Servern dynamisch generiert. Damit können auch mit WAP und WML auf Serverseite alle Möglichkeiten moderner Webserver genutzt werden, wie beispielsweise CGI-Skripts, JavaScript oder Active Server Pages (ASP). Am Klient kann ein Benutzer Eingaben durchführen, indem er über „select boxes“ Auswahlen trifft (<input /> <select> <option>) bzw. freie Eingaben durchführt. Ähnlich wie bei HTML-Formularen sind auch in WML Möglichkeiten für die Eingabe von Daten durch den Benutzer vorgesehen, die dann als Parameter an ein CGI-Programm oder Servlet am Server oder an eine WMLScript-Funktion am Klient übergeben werden. Die Verwendung der Funktionstasten der Mobiltelefone ist meistens einfacher als die Eingabe von Daten. WML unterstützt deshalb die direkte Reaktion auf das Drücken von Funktionstasten bzw. allgemein auf Ereignisse („Events“) am Klient-Rechner (durch die „tags“ <do> und <onevent>).

Die Expansionsstrategien der Telekommunikationsbranche bestehen in großem Maße auf der Einbindung von sogenannten WAP-Diensten und der Distribution der diesbezüglichen Hardware, also sogenannter Smartphones bzw. Communicators.

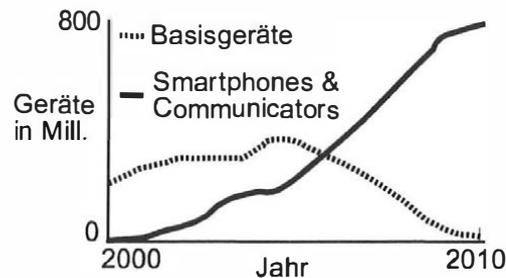


Abbildung 5: Prognostizierte Entwicklung von „normalen“ Mobiltelefonen und mit zusätzlichen Funktionen angereicherten Geräten (Quelle: www.symbian.com).

Damit soll der Schritt vom vorwiegend für Kommunikationszwecke genutzten Medium hin zu einem mobilen Informationsabfrage- und -ausgabegerät gemacht werden. Die momentan als „Internet-Handy“ bezeichneten Geräte sind allerdings noch durch ihre beschränkten Möglichkeiten sowohl in der Hardware (Mobiltelefone und deren Displays, vgl. z.B. Nokia 7110: 40KB Cache, 96x65 Pixel) als auch in den angebotenen Diensten charakterisiert. Mit steigenden Leistungen und verbesserten Auflösungen können WAP-fähige Mobiltelefone allerdings zunehmend auch für die Vermittlung raumbezogener Informationen interessant werden.

3.3 Beispiele

- Benefon (<http://www.benefon.com>): Die finnische Firma Benefon bietet Prototypen eines sogenannten „Navigationphones“ an. Diese Geräte zeichnen sich dadurch aus, daß sie zwar GSM-Mobiltelefone sind, aber zusätzlich einen GPS-Empfänger eingebaut haben. Die für Orientierungs- und Navigationsanwendungen notwendigen Karten können aus dem Web vorgeladen werden. Das Display (100x160 Pixel Auflösung) erlaubt graphische Menüs zur Benutzerführung ebenso wie kleine Icons. Mit der Kombination von Erreichbarkeit (GSM) und Lokalisation (GPS) sind Positionsfindung, Routenfindung und andere Orientierungsaufgaben (fast) zeit- und positionsunabhängig durchführbar.

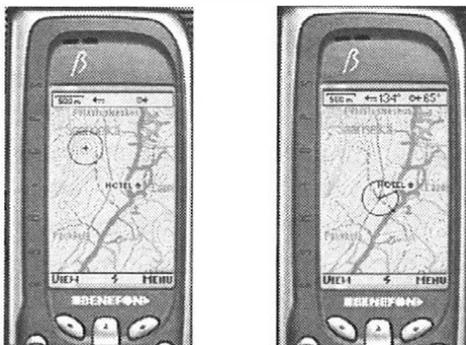


Abbildung 6: Anwendungsbeispiel permanente Positionsanzeige, GPS+GSM Mobiltelefon der Fa. Benefon

- Eine Reihe kommerzieller Anbieter von Geographischen Informationssystemen geht auch dazu über, Anwendungen zu schaffen, die die Bedürfnisse mobiler Anwender berücksichtigen. Stellvertretend sei an dieser Stelle das Projekt „Maui“ des AutoCAD-

Anbieters Autodesk genannt (<http://www.autodesk.com/products/maui/index.htm>). Das Projekt Maui des AutoCAD – Anbieters Autodesk ermöglicht die Vermittlung interaktiver Karten und verknüpfter Datenbanken an mobile, handliche („handheld“) Geräte zur Datenerfassung und –ausgabe. Dabei ist aufgrund einer Kooperation mit dem Datenbankanbieter Oracle (über die Produkte Oracle8i und Oracle8iLite), dem Geräteanbieter Palm Computing (Palm “handheld devices“ mit Windows CE Betriebssystem) und der AutoDesk Software (Map Guide, ein auch im WWW eingesetztes System des “distributed mapping“) eine Architektur entwickelt worden, die sowohl den Zugriff auf Datenbanken ermöglicht als auch einen schlanken Klient (sogenannte „light clients“) ermöglicht. Das Maui – Projekt ist insbesondere für Feldtechniker und Ingenieure gedacht, die direkt vor Ort raumbezogene Informationen benötigen.

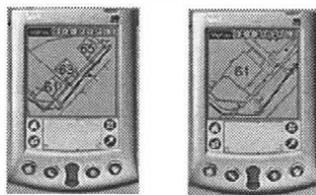


Abb. 6: Interaktive Karten auf einem mobilen „handheld device“ der Firma AutoDesk

4 Zusammenfassung

Die Verschmelzung der Telekommunikationstechnologien mit den Computertechniken eröffnet eine Vielzahl neuer Anwendungsmöglichkeiten. Die Kartographie ist interessiert an der effizienten Vermittlung von raumbezogenen Informationen und kann daher von dieser Entwicklung profitieren. In diesem Zusammenhang scheinen Neupositionierungen im Selbstverständnis der Kartographie erforderlich, um das Potential neuer Applikationen ausschöpfen zu können.

Literaturverzeichnis

- APA Science Week: <http://www.apa.at/>. Webseite besucht Nov. 1999.
- Bollmann J.: Kartographische Generalisierung und gedankliche Abstraktion in der Bildschirmkommunikation. In: GEOWISSENSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN, 52 (2000). S.13-21.
- Cartwright W. & M. P. Peterson: MULTIMEDIA CARTOGRAPHY. In: Cartwright W. & M.P. Peterson, G. Gartner (Eds.). MULTIMEDIA CARTOGRAPHY. Berlin, Heidelberg, New York (1999). S.1-10.
- Crampton, J.: The ethics of GIS. In: CARTOGRAPHY AND GIS, 22, 1. (1995) S.84 - 89.
- Dransch, D.: Anforderungen an die Mensch-Computer-Interaktion in interaktiven kartographischen Darstellungen und Informationssystemen. In: KARTOGR. NACHRICHTEN (2000, in Druck).
- Epson: <http://www.epson.com/>. Webseite besucht Nov. 1999.
- Gartner G.: About the quality of maps. In: CARTOGRAPHIC PERSPECTIVES. 30. (1998). S.38-47.
- Hansen, H.R.: Klare Sicht am Info-Highway, Orac, Wien. (1996).
- Kodak: <http://www.kodak.com/>. Webseite besucht Nov. 1999.
- MacEachren A.M.: HOW MAPS WORK, Guilford Press, New York. (1995)
- Peterson, M.: INTERACTIVE AND ANIMATED CARTOGRAPHY, Prentice Hall, Englewood Cliffs. (1995)
- Peterson, M.: VORLESUNG. SS 1999. TU Wien. (1999)
- Peterson M.: The Web and Ethics in Cartography. In: GEOWISSENS. MITTEILUNGEN, 52 (2000). S.109-115.
- Strobl, J.: ONLINE GIS. In: WEB MAPPING.99. Karlsruhe (1999).
- Symbian: <http://www.symbian.com/>. Webseite besucht Nov. 1999.

Vom Wert der Exonyme

Plädoyer für einen maßvollen und politisch sensiblen Gebrauch

Peter Jordan, Wien

Persönliches Vorwort

Auch in einer Zeit, in der die Sinnigkeit von Festschriften mit einigem Recht in Frage gestellt wird (Rundbrief Geographie, Heft 156, September 1999), freue ich mich, zu dieser Festschrift für Herrn Univ.-Prof. Dr. Fritz Kelnhofer beitragen zu können. Es ist mir deshalb eine besondere Genugtuung, weil Prof. Kelnhofer erstens jener unter meinen kartographischen Universitätslehrern war, der durch seine Lehrveranstaltungen, noch mehr aber durch seine „Beiträge zur Systematik und allgemeinen Strukturlehre der thematischen Kartographie“ (Wien 1971) meine Vorstellungen von der Kartographie und mein eigenes Herangehen an dieses Fach am nachhaltigsten geprägt hat, und weil er zweitens den vom Österreichischen Ost- und Südosteuropa-Institut herausgegebenen „Atlas Ost- und Südosteuropa“ mit mir aus der Taufe hob und in den kritischen Anfangsphasen mit außergewöhnlichem Engagement mitgestaltete.

Wohl ist mir bewusst, dass das Thema dieses Beitrags nicht die Hauptforschungslinie des Jubilars trifft, doch ging sein Verständnis für Themen der kartographischen Ortsnamenkunde immerhin so weit, meine Arbeit über die Möglichkeiten der Schreibung slowenischer Namen in amtlichen österreichischen Karten (Jordan 1988) in seine Institutsreihe aufzunehmen. Außerdem ist Prof. Kelnhofer im Rahmen des Forschungsprojekts „Österreich – Raum und Gesellschaft im Jahr 2000“ auch mit dem Aufbau einer Datenbank geographischer Namen Österreichs befasst. Ich darf daher hoffen, mit diesem namenkundlichen Beitrag auf sein Interesse zu stoßen.

Zusammenfassung

Namen geographischer Objekte sind politisch und kulturell sensibel, weil sie Identität konstituieren. Besonders sensibel sind Namen einer bestimmten Sprache für geographische Objekte außerhalb dieses Sprachraums, also Exonyme, weil sie „fremde“ Orte und Territorien bezeichnen und damit oft mit Besitzansprüchen assoziiert werden, besonders wenn sie in Karten stehen und in ihrem räumlichen Zusammenhang klar erkennbar sind.

Der Gebrauch von Exonymen ist daher nicht allein unter dem Gesichtspunkt der Nützlichkeit für die zwischenmenschliche Kommunikation oder für das Erlernen von Kulturtechniken (z.B. eines geographischen Weltbildes, der topographischen Orientierung) zu beurteilen, sondern muss auch unter dem Aspekt der politischen und kulturellen Zumutbarkeit betrachtet werden.

Nach dem Zusammenbruch des Kommunismus in Europa ist eine Renaissance deutscher Exonyme in kartographischen und anderen Publikationen zu orten, die eine Phase besonderer Zurückhaltung in den Dezennien seit dem Zweiten Weltkrieg abgelöst hat. Der Beitrag analysiert die Ursachen dieser Renaissance und würdigt Gründe, die weiterhin Zurückhaltung aus

politischer Rücksichtnahme nahe legen. Er stellt diesen Gründen aber auch die Nützlichkeit des Gebrauchs von Exonymen gegenüber und bietet Leitlinien für ihre Verwendung an, die auf die Verbindung von größtmöglichem Nutzen im Kommunikationsprozess mit Rücksichtnahme auf politische Empfindlichkeiten abzielen.

Abstract

Names of geographical objects are politically and culturally sensitive, since they constitute identity. This refers all the more to names in a definite language for geographic objects outside the area where this language is official or autochthonous, i.e. to exonyms, since they identify "foreign" places and territories and are therefore often associated with territorial claims. This is especially true of names on maps when the spatial context becomes obvious.

Therefore, the use of exonyms is a subject not only to be discussed in terms of its benefits for human communication and as regards the acquisition of cultural techniques (e.g. acquisition of a geographical view of the Earth, of the ability for topographic orientation), but also under the aspect of political and cultural reasonability.

After the collapse of communism in Europe a certain renaissance of German exonyms in cartographic and other publications may be recognised succeeding a period of extreme restraint during the decades after World War II. This contribution analyses the reasons for this renaissance and evaluates grounds in favour of continued restraint for political motives. But the contribution also explicitly lists the advantages of exonyms. Finally, it offers guidelines for users aiming at achieving an optimum between communicative benefits and care of political sensibilities.

1 Vorbemerkung

Veränderungen der außenpolitischen Position eines Landes oder einer Sprachgemeinschaft wirken sich auf die Haltung von Publizisten, Verlagen, Wissenschaftern, staatlichen Stellen und Politikern zur Verwendung von Exonymen aus. Am Beispiel Österreichs und des deutschen Sprachraums lässt sich dies von der Zeit vor dem Ersten Weltkrieg bis heute gut verfolgen. Auch die jüngste markante Änderung der außenpolitischen Position Österreichs und großer Teile des deutschen Sprachraums durch den Fall des Eisernen Vorhangs, die Vereinigung Deutschlands und die sich anbahnende politische Integration des östlichen Mitteleuropas in die Europäische Union zeitigt diesbezüglich bereits Auswirkungen und wird wohl weiterhin wirksam bleiben.

Der Gebrauch von Exonymen erweist sich damit als ein von politischen Faktoren beeinflusstes Phänomen, das nicht allein unter kommunikationstheoretischen, didaktischen und sprachwissenschaftlichen Aspekten diskutiert werden kann. Dies zeigen auch Reaktionen auf die „Vorschläge zur Schreibung geographischer Namen in österreichischen Schulatlanten“, die im Jahr 1994 erschienen und die für Lehrbehelfe in österreichischen Schulen die Verwendung relativ zahlreicher Exonyme vorschlugen (Back et al. 1994).

Die wissenschaftliche Diskussion um die Verwendung von Exonymen, die in Österreich nach dem Zweiten Weltkrieg stattfand (v.a. Breu 1959, Langbein 1960, Breu 1960, Sinnhuber 1969, Breu 1971, Kronsteiner 1975, Wakonigg 1980, Breu 1981, Back 1983/1991, Kronsteiner 1996), ist von Beiträgen geprägt, welche die sprachwissenschaftlichen, kommunikationstheoretischen und didaktischen Aspekte in den Vordergrund stellen. Politische Einstellungen und Werthaltungen, die bei einem Thema wie diesem stets eine tragende Rolle spielen, wurden nur selten explizit in die Diskussion einbezogen. Am relativ deutlichsten berücksichtigt werden sie in

den Arbeiten von Josef Breu (v.a. Breu 1971) und besonders in der zwar sprachwissenschaftlich orientierten, aber in jeder Hinsicht umfassenden Arbeit „Übersetzbare Eigennamen“ von Otto Back (Back 1983, zweite Auflage 1991).

Letzterer ist eigentlich, auch angesichts der jüngsten politischen Veränderungen, nur noch wenig hinzuzufügen. Dennoch soll im folgenden Beitrag versucht werden, unter Bedachtnahme auf die politische Position Österreichs und des deutschen Sprachraums zu Ende der 1990er Jahre sowohl wissenschaftliche als auch politische Argumente hinsichtlich der Verwendung von Exonymen zu würdigen, sie in bündiger und auch außerhalb des doch engen Kreises von Toponomasten gut verständlicher Form zusammenzustellen.

Dem Autor geht es dabei, das sei gleich zu Beginn offen bekannt, um mehr Verständnis für die Verwendung von Exonymen.

2 Begriff und politische Problematik

2.1 Begriffsklärung

Unter Exonymen¹ versteht man Namen einer bestimmten Sprache für geographische Objekte in einem Gebiet, in dem diese Sprache nicht bodenständig oder nicht amtlich ist. *Salisburgo* ist ein italienisches Exonym für *Salzburg*, *Carigrad* ein kroatisches Exonym für *İstanbul* und *Krakau* ein deutsches Exonym für *Kraków*. Dagegen ist *Calcutta* kein englisches Exonym für diese indische Stadt, weil das Englische in Indien die Stellung einer Amtssprache hat. Es ist vielmehr ein Endonym² im Sinne eines Namens einer bestimmten Sprache für geographische Objekte im Verbreitungsgebiet dieser Sprache.

Von Exonymen und Endonymen, von Außen- und Innenbezeichnungen kann allerdings nur dort die Rede sein, wo es eine menschliche Innen- und Außensicht gibt, also in bewohnten oder zumindest verwalteten Gebieten. Meere und die unbewohnte und nicht auf Staaten aufgeteilte Antarktika gehören jedenfalls nicht dazu. Zwar werden auch sie in den verschiedenen Sprachen von außen unterschiedlich benannt, mangels einer bodenständigen Sprache gibt es aber keine Endonyme, weswegen auch die Verwendung des Pendants „Exonym“ für die Außenbezeichnungen unpassend wäre.

Exonyme gehören wie Personennamen zum Wortschatz einer Sprache, egal ob sie in dieser Sprache entstanden sind (ihr im etymologischen Sinn angehören), mit den Strukturen dieser Sprache übereinstimmen (ihr strukturell angehören) oder ihr etymologisch und strukturell nicht zugehören und nur in ihrer Verwendung stehen (nur zum lexikalischen Bestand dieser Sprache zählen). So waren oder sind z.B. die etymologisch und strukturell italienischen Namen *Abbazia* (für das kroatische *Opatija*), *Fiume* (für das kroatische *Rijeka*) und *Nizza* (für das französische *Nice*) lexikalisch deutsche Exonyme.

Als Bestandteile einer Sprache sind sie den Regeln dieser Sprache unterworfen. Man kann mit Exonymen der deutschen Sprache, auch wenn es sich nur um lexikalische Exonyme handelt, ganz nach den Regeln des Deutschen Ableitungen, z.B. adjektivische Formen bilden: *Fiumaner Bahn*, *Liptauer*, *Debreziner*, *Szegediner*. Exonyme vollziehen folgerichtig auch alle Wandlungen ihrer Sprache mit. Wenn sich z.B. das Deutsche eine neue Rechtschreibung gibt, dann

¹ Der Terminus Exonym wurde vom australisch-britischen Geographen M. Aurousseau (Aurousseau 1957, S. 17) eingeführt und fand in den Texten der Vereinten Nationen, gefördert durch Josef Breu, rasch Verbreitung (Back 1983).

² Der Terminus Endonym stammt vom österreichischen Slawisten O. Kronsteiner (Kronsteiner 1975, S. 6).

unterliegen ihr auch die Exonyme. Nach der jüngsten Rechtschreibreform wurde demnach aus *Preßburg Pressburg* und aus *Rußland Russland*.

2.2 Politische Problematik

Namen geographischer Objekte sind wie auch Personennamen politisch sensibel, weil sie Identität konstituieren. Von Personennamen wissen wir, dass man sie nicht leichtfertig aufgibt, weil ihre Träger mit der Aufgabe das Gefühl hätten, etwas von ihrer Identität preiszugeben (Familiennamen), dass sie mit Bedeutungen beladen sind, welche die Identität ihrer Träger stützen sollen (Vornamen nach Heiligen oder aktuellen Berühmtheiten) und dass von seiten staatlicher Macht immer wieder der Versuch der Homogenisierung unternommen wird.³ All dies gilt im übertragenen Sinne auch für Namen geographischer Objekte. Auch sie tragen Bedeutungen, Einstellungen und Gefühle. Auch ihre Änderung wird in der Regel nicht leicht hingenommen. Erzwungene Änderungen von geographischen Namen bleiben oft episodisch und machen bei erster Gelegenheit dem alten Namen Platz. So wie Eingriffe in die Personennamen einer ganzen Sprachgruppe sind auch Eingriffe in Namen geographischer Objekte politisch besonders sensibel. Letzteres deshalb, weil geographische Namen Orte und Gebiete bezeichnen und weil sie daher leicht mit territorialen Besitzansprüchen in Zusammenhang gebracht werden.

Am politisch sensibelsten sind Namen geographischer Objekte, die in Karten stehen. Während die „geistige Landkarte“ (mental map) im Kopf eines Menschen zumeist nicht genau genug ist, um den Lagebezug geographischer Namen, die er hört oder in einem Text liest, deutlich ins Bewusstsein treten zu lassen, ist der Lagebezug eines Namens, der in der Karte steht, klar erkennbar. Mit dem Lesen des Namens in der Karte, also im räumlichen Zusammenhang mit anderen Namen und mit sonstigen raumbezogenen Informationen, können daher zumeist erst Assoziationen wie die vorhin genannten entstehen. Nicht von ungefähr wird daher von seiten staatlicher Behörden oder von Angehörigen der sprachlichen Bevölkerungsmehrheit dem Setzen von geographischen Namen sprachlicher Minderheiten in Karten oft große Skepsis entgegengebracht, während solche Namen in Ortsverzeichnissen oder auf Ortstafeln eher hingenommen werden (siehe dazu Ormeling 1983, Jordan 1988). Nicht von ungefähr kommt es daher oft auch zu empfindlichen Reaktionen, wenn Exonyme einer anderen Sprache im eigenen Sprachgebiet vorgefunden werden, besonders wenn das ein Gebiet ist, das in der Geschichte den Besitzer wechselte, politisch umstritten oder einmal von Sprechern dieser Sprache besiedelt war.

Der Gebrauch von Exonymen ist daher nicht allein unter dem Gesichtspunkt der Nützlichkeit für die zwischenmenschliche Kommunikation oder für das Erlernen von Kulturtechniken (z.B. eines geographischen Weltbildes, einer topographischen Orientierung) zu beurteilen, er sollte auch auf politische und kulturelle Empfindlichkeiten Rücksicht nehmen.

Man kann den Eindruck gewinnen, dass seit dem Fall des Kommunismus in Europa und seit der Vereinigung Deutschlands, also seit Beginn der 1990er Jahre, deutsche Exonyme wieder häufiger verwendet oder zur Verwendung empfohlen werden. Die 1990er Jahre lösen damit die Periode der Nachkriegszeit ab, in der im gesamten deutschen Sprachraum, besonders aber in der Deutschen Demokratischen Republik (DDR), äußerste Zurückhaltung im Gebrauch von deutschen Exonymen geübt wurde. Dies war gewiss eine Folge des Nationalsozialismus, der die deutsche Sprache insgesamt und damit auch die deutschen Exonyme stigmatisierte. Dazu kam,

³ Zuletzt (Mitte der 1980er Jahre bzw. in den frühen 1990er Jahren) in Bulgarien, wo man versuchte, die Personennamen der türkischen Minderheit zu bulgarisieren, und in der Slowakei, wo der Versuch der Slowakisierung von Personennamen der ungarischen Minderheit unternommen wurde.

dass die deutsche Sprache für geographische Objekte im östlichen Mitteleuropa und in Südosteuropa die meisten Exonyme hatte und dass es gerade diese Regionen waren, in denen der politische und kulturelle Einfluss deutschsprachiger Länder und die Stellung der deutschen Sprache durch die politischen Entwicklungen nach dem Zweiten Weltkrieg sowie durch Flucht und Vertreibung der dort einstmals zahlreichen deutschsprachigen Bevölkerung am deutlichsten schrumpfte. Dem im politischen Westen verbliebenen Teil des deutschen Sprachraums stand nun außerdem gerade dort übermächtig und bedrohlich ein kommunistischer Block gegenüber, den zu provozieren politisch nicht opportun erschien, in welchem die Staatsmacht alle Lebensbereiche, auch den Gebrauch von Namen, kontrollierte und in welchem Exonyme als Äußerungen des Nationalismus und des Imperialismus verpönt waren. Die Sprachpolitik der DDR hatte ohnehin keine andere Wahl, als sich den Regeln des kommunistischen Blocks zu fügen.

Nach dem Zusammenbruch des Kommunismus ist die politische Bedrohung weggefallen. Der Aufschwung Deutschlands zum jedenfalls wirtschaftlich stärksten Land der Europäischen Union (EU), das Streben so gut wie aller ostmittel- und südosteuropäischen Länder nach Mitgliedschaft in der EU und das teilweise Verklingen des Russischen als Verkehrssprache in den ehemals kommunistischen Ländern haben das Prestige der deutschen Sprache wieder gehoben bzw. ihr wieder zu einem höheren Gebrauchswert als Verkehrssprache im östlichen Mitteleuropa und teilweise auch in Südosteuropa verholfen. Im Gegenzug schwindet die diskreditierende Wirkung des Nationalsozialismus auf die deutsche Sprache mit dem zeitlichen Abstand und mit der Übernahme der gesellschaftlichen Führungsrolle durch die „Nachgeborenen“.

Diese Faktoren mögen als politische Erklärung dafür dienen, dass seit 1990 die vorher geübte extreme Zurückhaltung in der Verwendung von deutschen Exonymen aufgegeben wurde und man von einer Renaissance deutscher Exonyme sprechen kann. Diese verfällt aber nicht in jene überzogene Verwendung deutscher Ortsnamen, wie sie in der Zeit des Nationalsozialismus geübt wurde, in der man sogar neue deutsche Namen für geographische Objekte außerhalb des deutschen Sprachraums erfand (z.B. *Litzmannsstadt* für das polnische *Łódź*).

Obwohl also von einer Wiederverwendung aller früheren deutschen Exonyme bei weitem nicht die Rede sein kann, so gibt es doch gute Gründe der Meinung zu sein, dass die deutsche Sprache die ihr durch die geänderten politischen Umstände gebotenen Möglichkeiten gar nicht oder nicht in vollem Umfang und nur mit großer Zurückhaltung nützen sollte. Als Gründe für eine solche Zurückhaltung könnte man nennen:

- Es steht den Nationen deutscher Sprache angesichts der Geschichte wohl an, in allem, was als nationaler Überschwang gedeutet werden und besonders bei Völkern, die unter dem Nationalsozialismus zu leiden hatten, auf Befremden stoßen könnte, weiterhin Zurückhaltung zu üben.
- Deutsche Exonyme dringen (natürlich!) wieder vornehmlich in die Verbreitungsgebiete der kleinen Sprachen (z.B. des mittleren und südöstlichen Europas) vor, während die Verbreitungsgebiete der großen Sprachen, die im deutschen Sprachraum auch großes Prestige genießen (Englisch, Französisch, Spanisch, auch Italienisch), viel weniger mit deutschen Exonymen belegt werden. Als besonders resistent gegen deutsche Exonyme erweist sich der englische Sprachraum, für den die Zahl deutscher Exonyme sogar sinkt. Die Ausbreitung deutscher Exonyme lässt sich somit auch als Machtspiel und (im Osten) als Sprachimperialismus deuten.
- Die neuerliche Ausbreitung deutscher Exonyme betrifft besonders solche Länder und Regionen, die einstmals zu Staaten mit deutscher Amtssprache gehörten, politisch von diesen

dominiert wurden oder in denen die deutsche Sprache aus politischen und wirtschaftlichen Gründen eine besondere Rolle als Verkehrssprache spielte. Man kann darin sentimentale Nostalgie, aber auch ein Wiederaufleben alter politischer Interessen erblicken.

- Die fortschreitende Globalisierung und Internationalisierung spricht gegen die Verwendung von Exonymen, weil sie die Nationalsprachen aufwerten und die internationale Kommunikation erschweren.

Jedes dieser Argumente hat seine Berechtigung und keines ist von der Hand zu weisen. Allerdings lässt sich die Verwendung und selbst die wieder intensivere Verwendung deutscher Exonyme auch unter Berücksichtigung dieser politischen Einwände vertreten,

- wenn Exonyme strikt nach Kriterien der Nützlichkeit für die zwischenmenschliche Kommunikation und für das Erlernen von Kulturtechniken verwendet werden und
- wenn man dabei auch auf die vorhin genannten politischen Einwände Bedacht nimmt.

Bevor auf Argumente eingegangen wird, die für die Nützlichkeit von Exonymen im Kommunikationsprozess sprechen und Leitlinien angeboten werden, deren Beachtung dazu beitragen kann, politische Empfindlichkeiten zu dämpfen, ist noch kurz ein Blick auf die Haltung internationaler Organisationen und Gremien zur Verwendung von Exonymen und auf den Umgang mit Exonymen in anderen Sprachen zu werfen.

2.3 Leitlinien der Vereinten Nationen und anderer wissenschaftlicher Gremien der Namenkunde

Die Vereinten Nationen haben in ihrer zweiten Konferenz zur Standardisierung geographischer Namen im Jahre 1972 nach Vorarbeit der Sachverständigengruppe für geographische Namen (United Nations Group of Experts on Geographic Names, UNGEGN) eine Empfehlung verabschiedet, die sich im Prinzip für eine Reduktion des Gebrauchs von Exonymen ausspricht.⁴ Sie entspricht dem Normierungsstreben internationaler Gremien, die ja zu diesem Zweck geschaffen werden, und ist als ein Schritt zum Idealziel hin anzusehen, dass für jedes geographische Objekt nur noch ein Name (der in der jeweils amtlichen Sprache) stehen möge, womit weltweit Eindeutigkeit in der Zuordnung von Namen und Objekten erreicht wäre.

Dieses generelle Ziel wird allerdings schon dadurch relativiert, dass die Vereinten Nationen selbst Empfehlungen zur Verwendung von Namen aller vorkommenden Sprachen in mehrsprachigen Gebieten (United Nations Conference on the Standardization of Geographical Names 1967) und mehrfach zur Entwicklung von Umschriftsystemen (z.B. von den kyrillischen Schriften in die Lateinschrift) geben, wodurch Namenvarianten in mehreren Sprachen und Schriften für ein und dasselbe geographische Objekt zugelassen sind. Es ist ferner nicht zu vermeiden, dass ein und dasselbe geographische Objekt mehrfach benannt ist, wenn es an der Grenze von Sprachgebieten liegt (*Karnische Alpen/Alpe Carniche*) oder wenn es sich über mehrere Sprachgebiete erstreckt (*Alpen, Donau*). Nicht selten bestehen auch in einer Sprache

⁴ „29. Exonyms. I The Conference, Recognizing the desirability of limiting the use of exonyms, Recommends that, within the international standardization of geographical names, the use of those exonyms designating geographical entities falling wholly within one state should be reduced as far and as quickly as possible. II The Conference, Recognizing that exonyms are losing ground, even in national use, 1. Recommends that in publications intended only for national use the reduction of exonyms should be considered; 2. Further recommends that in those cases where exonyms are retained, the local official forms should be shown in addition as far as possible.“ (Second UN Conference 1972, Bd. I, S. 15).

mehrere Namen für das gleiche geographische Objekt, die ihre Berechtigung haben, weil sie im traditionellen Sprachgebrauch verschiedener, am oder nahe dem Objekt siedelnder Bevölkerungsgruppen (Talschaften, Gruppen mit unterschiedlichen kulturellen Wurzeln) gleichzeitig in Verwendung stehen und es nicht gerechtfertigt wäre, der einen Bezeichnung den Vorzug vor der anderen zu geben (*Villacher Alpe/Dobratsch, Waasen/Hanság*). Schließlich gibt es geographische Objekte, die von der direkt am Ort wohnenden Bevölkerung anders genannt werden als von Auswärtigen: zahlreiche Bäche, die von der örtlichen Bevölkerung einfach als *Bach* bezeichnet und erst aus einiger Entfernung differenzierend mit proprialen Namenbestandteilen versehen werden; Siedlungen wie *Bezau* im Bregenzer Wald, das bei der örtlichen Bevölkerung *Platz* heißt.

Nur am Rande sei in diesem Zusammenhang auf Aussprachevarianten von in ihrer Schreibweise gleichen Namen (zwischen Sprechern verschiedener Sprachen⁵, zwischen Bewohnern und Außenstehenden in der gleichen Standardsprache⁶, zwischen Standardsprache und Dialekt⁷) sowie auf Abweichungen zwischen amtlichen Namen und umgangssprachlichen und volkstümlichen Kurzformen und Verballhornungen⁸ hingewiesen.

Offensichtlich ist das Streben der Vereinten Nationen nach Eindeutigkeit also ein Vorstoß in Richtung eines nie ganz realisierbaren Ziels. Allerdings räumt die Empfehlung der Vereinten Nationen selbst ein, dass Exonyme in maßvoller Weise und dort, wo sie nützlich und notwendig sind, gebraucht werden sollen. Eine reduktionistische Tendenz ist dieser Empfehlung und der generellen Haltung der Vereinten Nationen in dieser Frage aber nicht abzusprechen. Innerhalb der Sachverständigengruppe für geographische Namen gab es aber immer auch Stimmen für eine möglichst freie Verwendung von Exonymen. Sie kamen vor allem aus der Niederländisch-Deutschsprachigen Abteilung (Dutch and German Speaking Division) der UNGEGN und führten u.a. zu einer gemeinsamen Sachverhaltsdarstellung Österreichs, der Bundesrepublik Deutschland, der Niederlande und der Schweiz (Second UN Conference 1972, Bd. II, S. 195-196).

Der Ständige Ausschuss für Geographische Namen (StAGN) in Frankfurt am Main, der zugleich als wissenschaftliches Expertengremium für die Bundesrepublik Deutschland und als Koordinationssplattform für die wissenschaftliche Ortsnamenkunde der deutschsprachigen Länder (die DDR nahm nicht teil) fungiert, trat während der längsten Zeit seines Bestandes, auch als dies noch sehr unzeitgemäß war, für die Verwendung von Exonymen ein. Er initiierte und förderte u.a. die Herausgabe des Geographie-Duden Europa, der für Gebiete außerhalb des deutschen Sprachraums Exonyme als Hauptstichwörter führt.

⁵ *Paris* im Französischen und z.B. im Deutschen, *London* im Englischen und z.B. im Deutschen, *Budapest* im Ungarischen und z.B. im Deutschen.

⁶ *Hallein* ist in Österreich vielleicht das bekannteste Beispiel. Während in der Stadt selbst und auch in seiner weiteren Salzburger Umgebung der Name auf der ersten Silbe betont wird, liegt die Betonung im übrigen Österreich zumeist auf der zweiten Silbe.

⁷ Z.B. *Schwaz* in Tirol, das mundartlich als *Schwoz* ausgesprochen wird.

⁸ Z.B. *B'hofen* für *Bischofshofen*, *Neustadt* für *Wiener Neustadt*, *Kloneuburg* für *Klosterneuburg*.

2.4 Internationale Praxis

Der reduktionistischen Tendenz der Vereinten Nationen stand mit Ausnahme sehr weniger Länder stets eine wesentlich freizügigere Praxis bei der Verwendung von Exonymen gegenüber.⁹ Wohl ist bis zur politischen Wende der Jahre 1989/1990 fast überall ein Rückgang in der Verwendung von Exonymen zu beobachten, besonders im kommunistischen Osten. Doch verwendete man in Ländern mit imperialer Vergangenheit, hohem Kulturprestige der eigenen Sprache und weitreichenden historischen oder aktuellen Handelsbeziehungen weiterhin relativ viele Exonyme, auch in Russland und im Russischen (Sandford 1989). Es waren das zum Teil gerade jene Länder, die in der Sachverständigengruppe für geographische Namen in der Regel am schärfsten gegen die Verwendung von Exonymen auftraten.

Nach der politischen Wende ist neben der Renaissance deutscher Exonyme v.a. auch im östlichen Europa wieder eine Belebung festzustellen. Dies gilt in erster Linie für Staaten und Sprachen, die in der Geschichte größer bzw. weiter verbreitet waren, wie für Polen und das Polnische, für Ungarn und das Ungarische, Bulgarien und das Bulgarische, Serbien und das Serbische. Doch pflegen auch Kroatien und Slowenien sowie Rumänien wieder sehr ihre Exonyme. Unter den postkommunistischen Staaten die relativ wenigsten Exonyme weisen tschechische und slowakische Publikationen auf.

3 Aspekte der Nützlichkeit von Exonymen im Kommunikationsprozess

3.1 Anwendungsgebiete von Exonymen

Da sie Teile einer bestimmten Sprache sind, erweist sich die Nützlichkeit von Exonymen vor allem, aber nicht nur, in der Kommunikation zwischen Sprechern dieser Sprache. Dies gilt sowohl für das gesprochene und gehörte Wort (Gespräch, Unterricht, Rundfunk und Fernsehen) als auch für textliche (Bücher, Zeitschriften, Zeitungen) und kartographische (Karten, kartenverwandte Ausdrucksformen) Kommunikationsmittel. Unter jenen kartographischen Kommunikationsmitteln, die auch geographische Objekte außerhalb des jeweils eigenen Sprachraums erfassen, wenden sich in der Regel Schulatlant, Haus- und Weltatlant, aber auch National- und Regionalatlant sowie amtliche topographische Kartenwerke mit Auslandsanteilen ganz vorwiegend an Benutzer einer bestimmten Sprache. Dies ist besonders dann der Fall, wenn Titel, Legenden und Kommentare nur in dieser Sprache gehalten sind und die Karten daher nur von Personen, die dieser Sprache mächtig sind, vollständig und zweifelsfrei erschlossen werden können. Kommunikationsmittel mit diesem Ziel kommen daher für die Verwendung von Exonymen in erster Linie in Frage.

Dagegen scheidet die Verwendung von Exonymen in Kommunikationen über einen Sprachraum hinaus in der Regel aus. Das gilt für Verkehrstafeln und andere Verkehrsinformationen¹⁰, die von Verkehrsteilnehmern aller Sprachen verstanden werden sollen ebenso wie für Straßenkarten, die v.a. zur Benützung durch Auswärtige im jeweiligen Reisegebiet und durch Personen verschiedener Sprache gedacht sind.

⁹ Über besonders große oder im Verhältnis zur Ausdehnung des eigenen Sprachgebiets große Bestände an Exonymen verfügen unter den europäischen Sprachen neben dem Englischen und Deutschen das Französische, Spanische, Italienische, Polnische, Ungarische, Neugriechische, Irische und Isländische (Back 1983, S. 108f).

¹⁰ Im Flugverkehr (Ankunfts- und Abfluganzeigen, Flugpläne, Flugroutenkarten) ist allerdings die Verwendung englischer Exonyme üblich.

Kartographische Kommunikationsmittel für den internationalen Gebrauch zeichnen sich außer durch die ausschließliche Verwendung von Endonymen in der Regel durch Mehrsprachigkeit oder die Verwendung einer Weltsprache in Titeln, Legenden und Kommentartexten aus.

In gewissen Kommunikationssituationen können Exonyme aber auch über Sprachgrenzen hinweg hilfreich und unbedenklich zu verwenden sein. Unterhält sich z.B. ein Deutschsprechender mit einem Ungarn in deutscher Sprache, so wird er sich zwar aus Höflichkeit bemühen, zumindest jene geographischen Objekte, deren ungarischen Namen er kennt und über dessen Aussprache er sich sicher ist, ungarisch zu benennen. Bei ungarischen Namen mit schwieriger oder ihm unbekannter Aussprache wird er aber doch lieber beim deutschen Exonym Zuflucht suchen als mit einer falschen Aussprache eines ungarischen Endonyms das Ohr des Ungarn zu beleidigen oder Belustigung hervorzurufen. So wird es ratsam sein, anstelle des für einen Deutschsprachigen schwer auszusprechenden ungarischen Endonyms *Székesfehérvár* das deutsche Exonym *Stuhlweissenburg* zu verwenden, das einem des Deutschen kundigen Ungarn so bekannt ist wie einem des Englischen kundigen Österreicher das englische Exonym *Carinthia* für *Kärnten* und dessen Verwendung jener so selbstverständlich hinnimmt wie dieser. Es ist auch sehr anzunehmen, dass es einem kroatischen Partner angenehmer ist, wenn ein Deutschsprechender im deutschen Redefluss das deutsche Exonym *Agram* benützt, anstatt das kroatische Endonym *Zagreb* mit *z* anstatt mit einem stimmhaften *s* auszusprechen.¹¹

Noch viel deutlicher wird der Nutzen von Exonymen im Kontakt mit Menschen aus Ländern mit für uns noch schwerer artikulierbaren Sprachen und mit Sprachen, die in anderen Schriften geschrieben werden. So wird ein Deutschsprachiger wohl in jedem Fall das deutsche Exonym *Algier* oder – wenn er sich der englischen Sprache bedient – das englische Exonym *Algiers* dem arabischen Endonym *Al Dschasair* (hier deutsch-phonetisch aus dem Arabischen transkribiert) vorziehen, um sich in Algerien verständlich zu machen, zumal der algerische Gesprächspartner nichts anderes erwartet. Das gleiche gilt wohl auch für das deutsche Exonym *Kairo* oder das englische Exonym *Cairo* anstelle des arabischen *Al Kahira* (deutsch-phonetische Transkription aus dem Arabischen) und für das deutsche und englische Exonym *Jerusalem* anstelle des hebräischen *Jeruschalajim* (hier deutsch-phonetisch aus dem Hebräischen transkribiert). Noch unbedenklicher ist die Verwendung eines Exonyms anstelle eines aus einer anderen Schrift umschriebenen Endonyms im schriftlichen Kontakt oder in der kartographischen Kommunikation. Umschriftete (transliterierte oder phonetisch transkribierte) Endonyme werden von den Sprechern der Herkunftssprache ohnehin nicht mehr als Endonyme empfunden, weil sie ja in einem fremden Schriftbild erscheinen. Ob man also in einem schriftlichen Kommunikationsmittel oder in einer Karte anstelle des kyrillischen Originals *Москва* das in die Lateinschrift umschriebene Endonym *Moskva* oder gleich das deutsche Exonym *Moskau* verwendet, bildet für das Gefühl des Sprechers der Herkunftssprache und Schreibers der Herkunftsschrift keinen Unterschied mehr.¹²

¹¹ Womit noch nicht gesagt sein soll, dass das Exonym *Agram* zu den erhaltenswürdigen deutschen Exonymen gehört.

¹² Auch ein Salzburger würde die ins Russische umschriebene Form *Зальцбург* wohl nicht als Endonym empfinden.

3.2 Vorteile der Verwendung von Exonymen

(1) Exonyme ermöglichen die Aussprache nach den Regeln des Deutschen.

Weil sich Exonyme den Ausspracheregeln der deutschen Sprache fügen, können sie leicht und sicher ausgesprochen werden. Dies stellt wohl keinen so großen Vorteil gegenüber Endonymen der gängigen Welt Sprachen dar, weil man von Gebildeten im deutschen Sprachraum annehmen kann, dass sie englische, französische, vielleicht auch spanische und italienische Namen richtig aussprechen. Schon bei Namen der kleineren und der im deutschen Sprachraum zumeist wenig verbreiteten slawischen Sprachen Europas ist das aber anders, da wohl von niemandem erwartet werden kann, dass er sich die Ausspracheregeln aller Sprachen auch nur Europas einprägt.¹³ So bietet das Exonym *Lissabon* den Vorteil einer sicheren Aussprache gegenüber dem portugiesischen Endonym *Lisboa*. Dies gilt natürlich auch für die Exonyme *Breslau* und *Czenstochau* gegenüber den polnischen Endonymen *Wrocław* bzw. *Częstochowa* oder für die Exonyme *Dobrudscha* und *Große Walachei* gegenüber den rumänischen Endonymen *Dobrogea* bzw. *Țara Româneasca*. Auf das Verbreitungsgebiet des Arabischen, der Turksprachen und der anderen afrikanischen und asiatischen Sprachen trifft diese Feststellung noch viel mehr zu.

Nicht nur bei diesen „schwierigen“ Sprachen, sondern auch schon bei sehr geläufigen Fremdsprachen wie dem Englischen oder Französischen besteht in der Praxis des Sprachgebrauchs oft nur die Alternative zwischen der Verwendung eines richtig ausgesprochenen Exonyms und der mehr oder weniger falschen (nicht der Herkunftssprache entsprechenden) Aussprache eines Endonyms.¹⁴ Würde nämlich das Endonym den Regeln der Herkunftssprache gemäß ausgesprochen werden, wäre der deutsche Redefluss für eine Nachdenk- und Artikulationspause zu unterbrechen. Dies gilt auch schon für relativ einfache Endonyme wie *London*, *Roma* oder *Moskva*, wenn sie wirklich der Herkunftssprache gemäß ausgesprochen werden sollen. Das Umstellen des menschlichen Artikulationsapparates auf die Herkunftssprache kann übrigens auch schon in diesen simplen Fällen auf den Gesprächspartner affektiert und überheblich wirken und damit die zwischenmenschliche Kommunikationsbasis belasten. Es kann der penetrante Eindruck entstehen, dem Sprecher käme es darauf an, „seine tolerante, liberale, ‘fortschrittliche’ Gesinnung, seine Weltgewandtheit, seine Vertrautheit mit fremden Ländern und Sprachen zu manifestieren“ (Back 1983, S. 64).

Schwierig zu artikulierende fremde Namen lassen so auch auf „natürliche“ Weise – ob wir es wollen oder nicht – Ausspracheexonyme entstehen. Von solchen kann die Rede sein, wenn sich

¹³ Natürlich bemüht man sich in geographischen Namenbüchern, Atlanten, Lexika und anderen Publikationen, generelle Ausspracheregeln für die einzelnen Sprachen zu vermitteln, doch werden solche Hilfen wohl nur von wenigen Lesern vollständig rezipiert. Außerdem ist selbst dann noch der problematische Schritt von der Kenntnis der allgemeinen Regel zur Anwendung auf den konkreten Fall zu vollziehen. In manchen Sprachen hängt nämlich die Aussprache eines Buchstabens oder einer Buchstabenkombination (einer orthographischen Konfiguration) von der Stellung im Wort ab. Selbst die Kenntnis und richtige Anwendung der Ausspracheregeln auf den konkreten Fall gewährleistet aber noch nicht die richtige Aussprache, weil die Aussprache keine intellektuell-kognitive Leistung, sondern eine solche des menschlichen Artikulationsapparates ist. Manchen Menschen fällt es sehr schwer oder ist es gar unmöglich, bestimmte Laute (insbesondere einer anderen Sprache) auszusprechen (siehe dazu Back 1977, S. 5f).

¹⁴ Bei schwer aussprechbaren, aus einer anderen Sprache stammenden Personennamen kommt es nicht selten vor, dass die Träger dieser Namen selbst ihrer sprachlichen Umgebung eine exonymische Aussprachevariante anbieten, um eine sichere und einheitliche Aussprache zu erreichen und ihren Namen für ihre Umgebung merkbar zu machen. So bieten Träger der Namen *Kříž* (tschechisch), *Žic* (kroatisch) oder *Brogiato* (italienisch) ihrer deutschsprachigen Umgebung die deutschen Ausspracheweisen *Kriz*, *Zik* bzw. *Brog-i-ato* statt etwa *Kschisch*, *Schiz* bzw. *Brodshato* an.

über ihre Aussprache in der Zielsprache eine von der Herkunftssprache abweichende Konvention gebildet hat (siehe dazu genauer bei Back 1977, S. 4). Bekannte Beispiele dafür sind *Paris, London, Barcelona* oder *Sevilla*. Nicht selten sind wir uns der Verwendung eines Ausspracheexonyms aber gar nicht bewusst. Wer denkt schon daran, dass die im Deutschen übliche Aussprache des bekannten venezianischen Seebads Caorle mit der einheimischen kaum etwas gemeinsam hat?

Im Gegensatz zu etablierten, konventionellen Ausspracheexonymen kann die oszillierende Aussprache von Endonymen zum Kommunikationshemmnis werden. Spricht fast jeder Sprecher den Namen anders aus, kann der Fall eintreten, dass der Name vom Gesprächspartner oder Zuhörer nicht mehr identifiziert werden kann. Dies ist besonders leicht möglich bei Endonymen, die gerade erst amtlich oder wichtig geworden sind. Selbst bei Sprechern in Rundfunk und Fernsehen pflegt in solchen Fällen die Aussprache anfangs zu oszillieren, bis sich eine einheitliche Linie durchsetzt. Ein Beispiel für zahlreiche Aussprachevarianten ist *Chişinău*, das Endonym der jetzt wieder lateinschriftig rumänisch benannten Hauptstadt der Republik Moldau. Die Verwendung des durch die russische Sprache vermittelten deutschen Exonyms *Kischinew* gewährleistet in ihrem Fall wohl doch die verlässlichere Kommunikation.

Vom Vorteil der leichteren Aussprache leiten sich weitere Vorteile ab:

- Leicht auszusprechende Namen sind leichter zu merken und tragen damit zu einem gründlicheren topographischen Wissen bei.
- Leicht auszusprechende Namen, über deren Aussprache man sich sicher ist und bei deren Aussprache man sich vor einer Blamage nicht zu fürchten braucht, werden häufiger verwendet. Dies fördert die topographische Präzision der mündlichen Kommunikation.

(2) Von Exonymen können adjektivische Formen und Fälle nach deutscher Grammatik gebildet werden.

Weil Exonyme Teile der deutschen Sprache sind, können mit ihnen nach den Regeln der deutschen Sprache adjektivische Ableitungen gebildet werden, die sich dem deutschen Redefluss gut einfügen: *Pressburg, der Pressburger, die Pressburgerin, die Pressburger Burg; Prag, der Prager, die Pragerin, der Prager Schinken; Brünn, der Brünner, die Brünnerin, die Brünner Messe; Laibach, der Laibacher, die Laibacherin, die Laibacher Burg; Rom, der Römer, die Römerin, die römischen Elegien*. Ebenso kann man sie nach den Regeln des Deutschen deklinieren: *die Bürger Pressburgs, Prags, Brünns, Laibachs, Roms*.

Demgegenüber scheidet oft der Versuch, von Endonymen nach dem Muster des Deutschen flüssig klingende adjektivische Formen zu bilden: *Bratislava, der Bratislavaer? die Bratislavaerin? die Bratislavaer Burg? Praha, der Prahaer? die Prahaerin? der Prahaer Schinken? Brno, der Brnoer? die Brnoerin? die Brnoer Messe? Ljubljana, der Ljubljanaer? die Ljubljanaerin? die Ljubljanaer Burg? Roma, der Romaer? die Romaerin? die romaischen Elegien?*

Um dieses Problem zu umgehen, greift man in der Praxis zu Umschreibungen nach dem Muster *die Burg von Bratislava*. Konsequenterweise wären aber eigentlich – wie der Name in seiner Substantivform – auch die adjektivischen Ableitungen der Herkunftssprache zu entnehmen: *Bratislavský, -ská, -ské, Pražský, -ká, -ké, Brněnský, -ká, -ké, Ljublanjski, -ska, -sko, Romano, -na*, ebenso wie man das im Deutschen z.B. bei selteneren Ableitungen italienischer Namen gewohnt ist (*Pavese* zu *Pavia*, *Senese* zu *Siena*). Doch wer kennt auch nur die Sprachen aller unserer Nachbarländer gut genug, um sich auf solche Experimente einzulassen? Und im Gespräch mit wie vielen Partnern kann er hoffen, richtig verstanden zu werden?

Leichter ist es zumeist, Endonyme nach den Regeln des Deutschen zu deklinieren, da hierbei nur im Genitiv ein -s hinzuzufügen ist und sich das häufig ohne Verlust an Wohlklang bewerkstelligen lässt: *die Altstadt Bratislavas, Prahás, Brnos, Ljubljanas, Romas*. In seltenen Fällen wird es aber auch hier zu Schwierigkeiten kommen. So mag wohl ein Kroatie die Formulierung *die Befestigungsanlagen Karlovacs* in gleicher Weise als die sprachliche Vergewaltigung eines Namens empfinden wie ein Deutsch Sprechender, wenn er einen Kroaten sagen hört: *Ja sam bio u Lungauu i Dornbirnu*¹⁵ (*Ich bin im Lungau und in Dornbirn gewesen*).

(3) Exonyme sind im Vergleich zu Endonymen geringeren Veränderungen unterworfen.

Sieht man von Anpassungen an neue Rechtschreibregeln ab, so sind Exonyme im Prinzip stabil, während sich Endonyme durch Sprachwechsel, Wechsel von Schriften und Umschriften sowie amtliche Umbenennungen oft ändern. So ist das deutsche Exonym *Lemberg* stabil geblieben, während sich das entsprechende Endonym allein in den letzten sechs Dezennien von *Lwow* (polnisch) über *L'vov* (russisch) zu *L'viv* (ukrainisch) verändert hat, ganz abgesehen von den unterschiedlichen Umschriftmöglichkeiten der russisch-kyrillischen und ukrainisch-kyrillischen Ausgangsformen, die z.B. von *L'viv* bis *Lwiw* reichen können, um nur einen Auszug aus den Umschriftmöglichkeiten des Ukrainischen zu geben.

Noch deutlicher wird das bei *Czernowitz*, dessen endonymische Entsprechungen einen Wandel von *Czernowitz* (deutsch) über *Cernăuți* (rumänisch) zu *Černovcy* (aus dem Russischen transliteriert) und *Černivci* (aus dem Ukrainischen transliteriert) mitgemacht haben. Besonders aus Gebieten, die mehrfachem Wechsel politischer Zugehörigkeit unterworfen waren, ließen sich noch viele weitere Beispiele anführen.

Auch für den Wechsel von Schriften bieten die Nachfolgestaaten der Sowjetunion treffende und aktuelle Beispiele. Mit Ausnahme der baltischen Staaten, für die es ältere deutsche Exonyme gibt, wird man sich v.a. in den neuen zentralasiatischen und Kaukasusstaaten vorteilhafterweise an die zumeist durch die russische Sprache vermittelten deutschen Exonyme halten, wenn man sich nicht den großen Schwierigkeiten des Auffindens zuverlässigen und aktuellen Quellenmaterials und der Wahl einer geeigneten Umschrift aussetzen will.

Etwas anders gelagert sind Fälle von ausdrücklichen amtlichen Umbenennungen (z.B. von aus dem Russischen transliterierten *Kenigsberg* nach *Kaliningrad*, deutsches Exonym *Königsberg*; von russisch *Sankt-Peterburg* über *Petrograd* nach *Leningrad* und zurück nach *Sankt-Peterburg*, deutsches Exonym: *Sankt Petersburg*). Es stellt sich die Frage, ob die Zielsprache auf Umbenennungen nicht Rücksicht nehmen und auf ihr bisheriges Exonym verzichten sollte (Back 1983, S. 87). Wie sich gerade am Beispiel *Sankt Petersburgs* zeigt, sind Umbenennungen, weil zumeist politisch motiviert, aber oft nur vorübergehende Erscheinungen, so dass sich gerade hier der Vorteil von Exonymen erweist.

(4) Exonyme sind sowohl in historischem und ethnographischem als auch in aktuellem Zusammenhang verwendbar.

Es steht außer Frage, dass historische Ereignisse, Orte und Personen im Deutschen mit jenen Namenformen bezeichnet werden, die zum Zeitpunkt des Ereignisses gültig waren oder die sich dafür durch lange Tradition im deutschen Sprachgebrauch eingebürgert haben. Auch wenn man im historischen Zusammenhang spricht (oder in einer Geschichtskarte einen bestimmten

¹⁵ Der Lokativ des Kroatischen erfordert bei männlichen und sächlichen Wörtern das Anhängen eines -u.

historischen Zeitpunkt oder eine bestimmte historische Periode darstellt), wird man die zur fraglichen Zeit amtlichen oder im Deutschen üblichen Namen verwenden.

So würde im Deutschen wohl kaum jemand von den *Sočaschlachten bei Bovec, Kobarid und Tolmin* anstatt von den *Isonzoschlachten bei Flitsch, Karfreit und Tolmein* sprechen, kaum *Seeschlacht bei Lissa* durch *Seeschlacht bei Vis*, *Schlacht bei Austerlitz* durch *Schlacht bei Slavkov*, *Konzentrationslager Auschwitz* durch *Konzentrationslager Oświęcim*, *Meister Paul von Leutschau* durch *Meister Paul von Levoča*, *Dietrich von Bern* durch *Dietrich von Verona* ersetzen wollen. Da also dieses historische Namengut bewahrt werden muss, damit man im historischen Zusammenhang sprechen kann und eingeführte historische (besonders auch kunsthistorische) Termini nicht verliert, bietet sich sein Gebrauch auch im aktuellen Zusammenhang eher an, damit seine Bedeutung und sein Lagebezug bekannt bleibt.

Ähnliches gilt für Sprachsituationen, in denen ausdrücklich auf historische oder aktuelle deutsche Siedlungen in Orten und Gebieten außerhalb des kompakten deutschen Sprachraums Bezug genommen wird, z.B. im Banat, in Siebenbürgen, in Transkarpatien, in der Slowakei oder im nordöstlichen Italien. Spricht man ausdrücklich die ethnische und sprachliche Situation an, so wird man z.B. bei ehemaligen und aktuellen deutschen Sprachinseln von der *Zahre* und nicht von *Sauris* (Friaul), von *Metzenseifen* und nicht von *Medzev* (Slowakei), von *Königsfeld* und nicht von *Ust'-Čorna* (transkarpatische Ukraine), von *Großpold* und nicht von *Apoldu de Sus* (Siebenbürgen, Rumänien) sprechen, auch wenn in anderem Zusammenhang wegen der Kleinheit dieser Siedlungen selbstverständlich das Endonym zu verwenden wäre.

Damit soll nicht dem Fortschleppen historischer, heute nicht mehr gebräuchlicher deutscher Ortsnamen das Wort geredet werden, sondern nur einer Bedachtnahme auf die zusätzliche Nützlichkeit der Exonyme beim Herstellen historischer Zusammenhänge und ethnographischer Bezüge. Selbstverständlich kommen für Gespräche und Dokumente im aktuellen Zusammenhang *Welsch Bern* als Exonym für das italienische *Verona* oder *Lissa* für die kroatische Insel *Vis* nicht mehr in Frage, das lexikalisch deutsche Exonym *Isonzo* für den historisch wichtigen Fluss, der im Unterlauf ohnehin auch heute italienisch *Isonzo* heißt und im Ober- und Mittellauf slowenisch als *Soča* bezeichnet wird, aber vielleicht doch noch, vielleicht auch das Exonym *Auschwitz* für die relativ große polnische Stadt *Oświęcim*.

(5) Exonyme zeigen die Wichtigkeit eines geographischen Objekts und traditionelle Beziehungen in Handel, Politik und Kultur an.

Exonyme haben sich im Verlauf der Geschichte für geographische Objekte entwickelt, die wichtig genug waren, um auch in einer anderen als der bodenständigen Sprache bezeichnet zu werden. Oft geschah dies einfach durch den häufigen Gebrauch des Endonyms in der anderen Sprache, wobei in der Zielsprache schwer aussprechbare Laute der Herkunftssprache durch leichter aussprechbare ersetzt wurden.

Neben den größeren Flüssen, die vor dem technischen Zeitalter einerseits für den Landverkehr Verkehrshindernisse bildeten, andererseits als Schifffahrtswege benutzt werden konnten, erhielten daher wichtige Handelsplätze und Kulturzentren die meisten Namen in anderen Sprachen: *Köln*, *Leipzig*, *Krakau*, *Wien*, *Venedig*, *Mailand*, *Florenz*, *Rom*, *Istanbul* und *Kiew* dürften in Europa zu den Städten mit den meisten Exonymen zählen. Exonyme sind daher auch ein Zeichen für besondere Wichtigkeit. Wird ein geographisches Objekt durch stetigen Bedeutungszuwachs oder durch ein einmaliges, großes, international wichtiges Ereignis bekannt, so wachsen ihm in der Regel auch Exonyme zu: *Tschernobyl* (in deutsch-phonetischer

Schreibweise des russischen Exonyms, *Čornobil'* wäre das ukrainische Endonym in Transliteration) als Ort der bisher größten Atomkraftwerkskatastrophe ist dafür ein Beispiel, *Bergkarabach*, das durch den Krieg zwischen Aserbaidschan und Armenien in die Schlagzeilen gekommen ist und für dessen Benennung sich sonst nur ein umschriebenes russisches Exonym (*Nagornij Karabach*) als praktikable Lösung anböte, ein zweites.

Die Geschichte hindurch hat sich so für jede Sprache ein räumliches Muster von mit Exonymen belegten geographischen Objekten angesammelt, das recht treffend die Summe der historischen Beziehungen des jeweiligen Sprachraums mit den Ländern und Regionen außerhalb davon widerspiegelt. So sind z.B. italienische Exonyme entlang der gesamten östlichen Küste des Adriatischen und des Ionischen Meeres, im ganzen heutigen Griechenland sowie in der Levante in großer Zahl zu finden, in jenen Gebieten also, in denen die Republik Venedig Besitzungen hatte und zu denen sie die intensivsten Handelsbeziehungen pflegte (siehe Toniolo 1986). Die deutsche Sprache hat das östliche Mitteleuropa mit besonders vielen Exonymen belegt, weil dieser Großraum für die deutschsprachigen Länder ein wichtiger Siedlungs- und Ergänzungsraum war.

Selbst sehr spezifische Aspekte von Kulturbeziehungen können mit Hilfe von Exonymen belegt werden. So sind schwedische Exonyme von geographischen Objekten im italienischen Sprachraum in der Regel durch das Deutsche vermittelt (u.a. *Rom, Turin, Genua, Venedig, Neapel*), weil sich der deutsche Sprachraum mit seinen historischen Beziehungen zur Apenninenhalbinsel vermittelnd dazwischen schiebt. Den Kroaten wurde ihr Exonym für *Wien* (*Beč*) über Ungarn und das Ungarische (*Bécs*) vermittelt, unter dessen Herrschaft sich große Teile des kroatischen Siedlungsgebiets lange Zeit hindurch befanden. Die deutschen Exonyme mit dem Namenbestandteil *Weissenburg* im Bereich des Pannonischen Beckens sind aus dem ungarischen *Fehérvár* übertragen worden und deuten auf römische Festungen hin, die von den Ungarn im Zuge ihrer Landnahme im späten 9. und im 10. Jahrhundert als noch gut erhaltene Mauern aus weissem Kalkstein vorgefunden wurden: *Stuhlweissenburg*, ungar. *Székesfehérvár*; *Belgrad*, früher deutsch *Griechisch Weissenburg*, ungar. *Nándorfehérvár* (= *Bulgarisch Weissenburg*); rumänisch *Alba Iulia*, deutsch *Karlsburg*, früher deutsch *Weissenburg*, ungar. *Gyulafehérvár*. Dass sich unter den österreichischen Städten neben *Wien* (*Vienna*) und *Salzburg* (*Salisburgo*) nur noch das relativ kleine *Villach* (*Villaco*) eines gebräuchlichen italienischen Exonyms erfreut (Toniolo 1986), hängt vielleicht auch mit der schwierigen Aussprache des *ch* für italienische Zungen, vor allem aber wohl mit der Nähe Villachs zum italienischen Sprachraum und mit seinen traditionellen Handelsbeziehungen dorthin zusammen.

Leider fehlt noch eine umfassende und systematische Studie, welche die Exonyme als Indikatoren von Kultur-, Handels- und politischen Beziehungen bewertet. Sie würde ein interessantes Beziehungsgeflecht wirtschaftlicher und kultureller Kontakte zutage fördern. Etwas verfälscht wird dieser Zusammenhang allerdings durch die Tatsache, dass einfach zu lesende und in vielen Sprachen gut auszusprechende Namen wie *Paris* bei der Vergabe von Schreibexonymen im Verhältnis zu ihrer Wichtigkeit unterdurchschnittlich abschneiden.

(6) Exonyme stellen Beziehungen zu Namen geographischer und anderer Objekte im eigenen Sprachgebiet her.

Gerade in Österreich, das mit seinen nördlichen, östlichen und südlichen Nachbarn eine lange gemeinsame politische Geschichte teilt, sind viele geographische Objekte, aber auch Gegenstände und Begriffe des täglichen Lebens nach Orten und Gebieten in diesen Ländern benannt, natürlich durchwegs mit deren deutschen Exonymen. Einige Beispiele: (a) alpine Schutzhütten: *Ascher Hütte, Breslauer Hütte, Gablonzer Hütte, Gleiwitzer Hütte, Karlsbader*

Hütte, Kattowitzer Hütte, Ostpreußen-Hütte, Prager Hütte, Reichenberger Hütte, Straßburger Hütte, Warnsdorfer Hütte, (b) Straßen: *Brünner Straße, Ödenburger Straße, Prager Straße, Triester Straße*, (c) Bahnen: *Raab-Ödenburg-Ebenfurther Bahn, Wocheiner Bahn*, (d) Speisen und Getränke: *Debreziner, Szegediner, Liptauer, Krakauer, Erlauer Stierblut, Tilsiter*, (e) Musikgruppen: *Egerländer, Oberkrainer*. Geraten die entsprechenden Exonyme in Vergessenheit (was bei vielen der angeführten Beispiele schon der Fall ist), so wird auch die Bedeutung dieser Namen nur noch schwer erkennbar.

(7) Exonyme ersetzen oft amtliche Namen, die an Ort und Stelle kaum verwendet werden.

Was aus größerer Distanz als respektabler amtlicher Name erscheint, erweist sich bei näherer Betrachtung oft als eine lokal kaum gebräuchliche, sondern bloß von einer kaum verwendeten Staatssprache diktierte Form, so dass die Verwendung des Exonyms nicht nur keine Verletzung der Gefühle der örtlichen Bevölkerung darstellt, sondern sogar das von der lokalen Bevölkerung lieber gehörte und verlässlichere Verständigungsmittel sein kann. Dies gilt z.B. für Indien, über dessen zahlreiche Regionalsprachen sich die Namen der ersten Staatssprache Hindi nur wie ein dünner Schleier breiten oder auch für große Teile Afrikas, wo die meisten heutigen Amtssprachen der Kolonialzeit entstammen und den eigentlich bodenständigen Stammes- und Regionalsprachen gegenüberstehen.

(8) Exonyme vermitteln leichteren Zugang zu Katalogen und Datenbanken.

In Katalogen von Bibliotheken erfolgt die lokalisierende Beschlagwortung zumeist nach Exonymen, weil die Kontinuität mit älteren Beständen gewahrt werden muss und die alphabetische Reihenfolge bei der Verwendung von Endonymen mit ihren Sonderzeichen und unterschiedlichen Umschriftmöglichkeiten nicht selbstverständlich ist. Aus eben diesen Gründen werden auch in Datenbanken Exonyme zumindest als ein zusätzliches Merkmal eingegeben. Die Erschließung von Katalogen und Datenbanken fällt daher dem Benutzer mit Hilfe von Exonymen in der Regel leichter.

4 Leitlinien der Verwendung von Exonymen

Zweifellos können also Exonyme die Kommunikation erleichtern und auch zu einer sichereren und eindeutigeren Verständigung führen. Angesichts der eingangs erwähnten politischen Sensibilität der Materie geht es aber auch um die Frage, ob die Nützlichkeit der Verwendung von Exonymen im Kommunikationsprozess die politischen und kulturellen Risiken und Nachteile aufwiegen kann. Eine Minimierung der Risiken und eine Optimierung des Verhältnisses zwischen Nutzen und Nachteilen sind daher jedenfalls anzustreben. Sie werden am ehesten erreicht, wenn man die folgenden Leitlinien beachtet.

(1) Von den im deutschen Sprachschatz zahlreich vorhandenen Exonymen kommen solche für die Verwendung im aktuellen Zusammenhang in Frage, die heute einer repräsentativen Schicht von Gebildeten oder (im Falle von grenznahen Gebieten im benachbarten Ausland) der Bevölkerung grenznaher Gebiete im deutschen Sprachraum bekannt sind. Dazu gehören jedenfalls Namen wie *Prag, Krakau, Rom, Mailand, Pressburg, Brünn, Laibach, Ödenburg* u.a.

Neben diesen existiert eine Schicht zurückweichender, außer Gebrauch kommender Exonyme. Es empfiehlt sich, sie nur in gewissen aktuellen Zusammenhängen und zur Ansprache eines älteren und gebildeteren Publikums zu verwenden: z.B. *Agram* (kroat. *Zagreb*), *Königsberg* (russ. *Kaliningrad*), *Reval* (estn. *Tallinn*), *Schemnitz* (slowak. *Banská Štiavnica*), *Formosa* (aus

dem Chinesischen transkribiert *Taiwan*). Die deutsche Sprache kennt viele solcher Exonyme, gerade im mittleren und östlichen Europa, und es ist zugegebenermaßen schwer, die richtige Auswahl zu treffen und das richtige Maß zu finden.

Für eine Verwendung im aktuellen Zusammenhang ganz sicher nicht in Betracht kommen eindeutig historische deutsche Exonyme wie *Herculaneum* (ital. *Ercolano*), *Smyrna* (türk. *Izmir*), *Adrianopel* (türk. *Edirne*), *Aleppo* (aus dem Arabischen transkribiert *Haleb*), *Oran* (aus dem Arabischen transkribiert *Wahran*), *Léopoldville* (franz. *Kinshasa*), *Saigon* (aktuelles deutsches Exonym: *Hô-Chi-Minh-Stadt*, vietn. *Thành Phố Chí Minh*) und natürlich auch nicht die meisten der zahlreichen deutschen Exonyme, die sich durch die enge Herrschaftsverflechtung des deutschen Sprachraums mit Oberitalien im Mittelalter gebildet hatten: u.a. *Weiden* (*Udine*), *Portenau* (*Pordenone*), *Visenthein* (*Vicenza*), *Welsch Bern* (*Verona*), *Raben* (*Ravenna*). Eine Frage der Flexibilität ist es, wie rasch man neu gebildete Exonyme (*Tschernobyl*, *Hô-Chi-Minh-Stadt*, *Bekaa-Ebene*) in Verwendung nimmt.

(2) Die Dichte von geographischen Objekten, die mit Exonymen belegt werden, sollte mit der Entfernung vom eigenen Land (im Falle von Publikationen für ein bestimmtes Land) oder vom eigenen Sprachraum abnehmen. Während z.B. selbst Exonyme kleinerer geographischer Objekte wie *Tarvis* (ital. *Tarvisio*), der deutschen Sprachinsel *Zahre* (ital. *Sauris*), *Assling* (slowen. *Jesenice*), *Unterdrauburg* (slowen. *Dravograd*), *Nikolsburg* (tschech. *Mikulov*), *Zlabings* (tschech. *Slavonice*), *Wittingau* (tschech. *Třeboň*) im Grenzgebiet zu Österreich noch für die Kommunikation mit einem österreichischen Publikum in Frage kommen, weil sie der Grenzlandbevölkerung auf österreichischer Seite zumeist bekannt sind, scheiden Exonyme von Objekten ähnlichen Wichtigkeitsgrades in Schlesien oder Pommern für diesen Zweck wohl aus.

(3) Der Gebrauch von Exonymen sollte nicht historische Grenzen oder historische ethnische Verhältnisse nachzeichnen. Dies gilt besonders für die Verwendung von Exonymen in Karten, wodurch der räumliche Bezug von Namen eindeutig wird.

(4) Je wichtiger ein geographisches Objekt ist und je länger es seine Wichtigkeit historisch bewahren konnte, umso eher kommt es für ein Exonym in Frage. Erstrangige Kandidaten für Exonyme sind daher Namen von Erdteilen und Großregionen, die über Staats- und Sprachgrenzen hinweggehen, Namen von Staaten, Hauptstädten und anderen großen Städten, großen physisch-geographischen Einheiten, also von (oft grenzüberschreitenden) Gebirgen und Landschaften sowie von großen, oft Staaten durchquerenden Flüssen.

(5) Unter den weniger wichtigen geographischen Objekten kommen v.a. solche für ein deutsches Exonym in Betracht, die aus einem spezifischen und einem ins Deutsche gut übersetzbaren („semantisch durchsichtigen“, Back 1983, S. 58) generischen Bestandteil (Gattungswort) bestehen.

Es kann dann entweder das Gattungswort allein ins Deutsche übersetzt werden, wodurch schon ein Exonym entsteht (z.B. *Kap São Vicente* für das portugiesische *Cabo São Vicente* oder *Grand-Canyon-Nationalpark* für das englische Endonym *Grand Canyon National Park*), oder die Übersetzung des Gattungsworts zieht auch die Übersetzung des spezifischen Namenbestandteils nach sich (z.B. *Osterinsel* für das spanische *Isla de Pascua*) oder bewirkt zumindest dessen Anpassung an das Deutsche (*Jablonizapass* für den ukrainischen *per. Jablunyc'kyj*, *Zempliner Gebirge* für das ungarische *Sempleni hegység* und das slowakische *Žemplinské vrchy*).

Namen mit Gattungswörtern haben in erster Linie physisch-geographische Objekte, also Gebirge, Berge, Gipfel, Pässe, Landschaften, Kaps, Gewässer, Gletscher, Höhlen u.a.

Eine Übersetzung des Gattungsworts kommt allerdings nicht in Betracht, wenn

- der spezifische und der generische Bestandteil des Namens wie Adjektiv und Substantiv zueinander stehen und eine Übersetzung des ganzen Namens (also auch des spezifischen Namenbestandteils) nicht möglich oder sinnvoll ist, weil dadurch die Eigentümlichkeit des Namens verloren ginge (etwa bei Übersetzung von *Canale Grande* durch *Großer Kanal*, von *Dugi otok* durch *Lange Insel* oder von *Red River* durch *Roter Fluss*) oder weil die Bedeutung des spezifischen Bestandteils nicht klar erkennbar ist (z.B. *Fruška gora*).
- das anderssprachige Gattungswort auch im Deutschen als bekannt vorausgesetzt werden kann (fast alle Gattungswörter des Englischen und Französischen, z.B. *Sierra* und *Cordillera* im Spanischen, *Fjord* im Dänischen, *Fjorden* im Norwegischen, *Lago* im Italienischen) oder zumindest in der deutschen Fachsprache üblich ist: z.B. *polje* (= Feld) im Kroatischen, *jökull* (= Berg) im Isländischen, *shima* (= Insel) im Japanischen.
- sich das Gattungswort nur ungenau ins Deutsche übersetzen ließe, die deutsche Sprache also für das anderssprachige Gattungswort kein gut passendes Äquivalent kennt: z.B. *Berezinskij Zapovednik*, wobei *Zapovednik* für eine bestimmte russische Art von Schutzgebieten steht, auch *mata* im Portugiesischen, das so viel wie Küstenwald oder Sumpfwald bedeutet, *cuchillas* im Spanischen oder *piallassa* im Italienischen.

Die Übersetzung von zusammengesetzten Namen unterliegt außerdem noch vielen weiteren Schwierigkeiten und Restriktionen, die hier nicht erschöpfend erörtert werden können (siehe dazu wesentlich ausführlicher Back et al. 1994, S. 11ff).

(6) Am wenigsten für die Verwendung eines Exonyms in Betracht kommen Namen von Verwaltungsgebieten. Sie sind oft sehr komplizierte Bildungen, die in genauer Übersetzung eigenartig klingen, bei ungenauer Übersetzung aber ihre Eindeutigkeit verlieren, leicht mit älteren Bezeichnungen oder mit Namen von Städten oder Landschaften verwechselt und so oft gar nicht mehr identifiziert werden können. So erscheint es nicht ratsam, für die polnische Wojwodschaft *Województwo świętokryskie* die deutsche Bezeichnung *Heiligkreuzbezirk* zu verwenden oder die kroatische Gespanschaft *Primorsko-goranska županija* etwa mit *Küstenländisch-bergländische Gespanschaft* zu übersetzen. Wer in Österreich oder auch in Kroatien wüsste auf Anhieb, was mit letzterem Exonym gemeint ist?

(7) Je gebräuchlicher eine Fremdsprache im deutschen Sprachraum ist, als je besser bekannt die Bedeutung ihrer Wörter und ihre Aussprache bei einer größeren Bevölkerungsschicht vorausgesetzt werden kann, um so weniger ist es notwendig, deutsche Exonyme für geographische Objekte in ihrem Sprachraum zu verwenden. Als eine solche Sprache kann im deutschen Sprachraum insgesamt und auch in Österreich jedenfalls das Englische gelten. Im Unterschied zur Zeit vor der intensiven Verbreitung des Englischen im deutschen Sprachraum erscheint es daher überflüssig und auch antiquiert *Rocky Mountains* durch *Felsengebirge*, *Pennsylvania* durch *Pennsylvanien*, *West Virginia* durch *Westvirginia*, *New York* durch *Neu York*, *Coastal Range* durch *Küstenkette* oder *Golden Gate Bridge* durch *Golden-Gate-Brücke* oder gar *Goldenes-Tor-Brücke* ersetzen zu wollen.

In abgeschwächter Form gilt dies auch für Namen aus dem Französischen, Spanischen und Italienischen, deren Kenntnisse unter den Gebildeten im deutschen Sprachraum in der Regel ausreichen, um Namen verstehen und den wichtigsten Regeln gemäß aussprechen zu können.

(8) Je weniger ein geographischer Name in einen sprachlichen Zusammenhang eingebunden ist, um so geringer ist die Notwendigkeit der Verwendung des Exonyms. Aufzählungen in Listen, Tabellen, auch die Setzung von Namen in Karten, können daher eher in endonymischer Form

erfolgen als die Nennung eines Namens im Fluss einer Rede oder im Zusammenhang eines geschriebenen Textes.

(9) Wenn im schriftlichen Kontext oder in Karten Exonyme verwendet werden, sollte das entsprechende Endonym nicht fehlen. Es ist zur Präzisierung der Aussage und für Leser, die das Exonym doch nicht kennen, jedenfalls nützlich. In einem Text genügt die Hinzufügung in Klammern¹⁶ (eventuell in eckigen Klammern, als ausdrückliches Erkennungszeichen für Endonyme) bei erstmaliger Erwähnung des Namens, bei längeren Texten bei erstmaliger Erwähnung des Namens in einem Kapitel. Bei Karten ist zu empfehlen, das Endonym in Klammern (und eventuell in kleinerer Schrift) unter das Exonym zu setzen.

(10) Bei Verwendung von Exonymen in Karten wäre es vorteilhaft, wenn der Leser aus der relativen Positionierung der Namen sicher erkennen könnte, welche der Formen das Exonym und welche das Endonym ist. Da Exonyme deshalb gesetzt werden, weil sie für den anvisierten Benützerkreis als die wichtigeren und eher zum Merken bestimmten Namen erachtet werden, gebührte ihnen die erste, obere Position (mit dem Endonym in gleich großer oder kleinerer Schrift darunter in Klammern). Fände der Leser somit bei einem geographischen Objekt nur einen Namen vor, dann wüsste er sicher, das es sich um das Endonym handelt.

Das setzt allerdings voraus, dass tatsächlich zu jedem in der Karte verwendeten Exonym auch das Endonym gesetzt werden kann. Dies ist aber – wie die Praxis zeigt – aus Platzmangel und aus Gründen der Übersichtlichkeit und Ausgewogenheit des Kartenbildes nicht immer möglich. Besonders bei Namen von Gebieten und Reliefformen (Gebirgen, Bergen, Landschaften, Staaten) ist es durchaus üblich und aus Platzmangel zumeist auch unvermeidlich, nur das Exonym zu setzen. Es ist daher einzuräumen, dass die zuvor erhobene Forderung nach eindeutiger Positionierung bei Vorrang des Exonyms nur selten konsequent verwirklicht werden kann.

In diesem Zusammenhang wäre es außerdem wichtig, durch graphische Mittel sicherzustellen, dass die Unterscheidung zwischen Exonym und Endonym nicht mit der Wiedergabe mehrerer Endonyme für ein Objekt aufgrund amtlicher Mehrsprachigkeit verwechselt werden kann. Für amtliche Mehrsprachigkeit eignet sich in Karten am besten die Verwendung eines Schrägstrichs zwischen den verschiedenen Formen. Er bringt deren Gleichwertigkeit zum Ausdruck: *Bolzano/Bozen, Ortisei/Sankt Ulrich/Urtijei, Globasnitz/Globasnica, Biel/Bienne, Rovinj/Rovigno*.

(11) In Karten kleineren Maßstabs sind Exonyme wichtiger als in Karten größeren Maßstabs, weil größere Maßstäbe in der Regel der situationsbezogenen topographischen Orientierung dienen (beim Autofahren, Wandern, Radfahren etc.), während kleinere Maßstäbe Bildungsinhalte vermitteln, die man sich merken soll.

(12) Für die Rede und für Texte im historischen Zusammenhang wie auch für Geschichtskarten (Karten über historische Zeitpunkte und Perioden) gilt, dass jeweils jene Namen verwendet werden sollen, die zum fraglichen Zeitpunkt amtlich oder gebräuchlich waren. Eine Karte des römischen Weltreichs hätte demnach die lateinischen Namen zu verwenden, eine Karte des Osmanischen Reichs die türkischen.

Natürlich ist es der Kommunikation und dem Verständnis immer förderlich, außerdem die heute gültigen Endonyme oder Exonyme hinzuzufügen: z.B. *Singidunum (Belgrad), Üsküb (Skopje)*. Bei Texten und Karten von der Habsburgermonarchie oder vom ganzen östlichen

¹⁶ Würde umgekehrt nicht das Endonym, sondern das Exonym in Klammern gesetzt, gingen wesentliche Vorteile des Exonymgebrauchs wie leichtere Deklination und leichteres Bilden der adjektivischen Form verloren.

Mitteleuropa vor dem Ersten Weltkrieg kann auch viel mehr als im aktuellen Zusammenhang der Reichtum der deutschen Sprache an Exonymen ausgeschöpft werden. So ist in einem solchen Zusammenhang in der Verwendung der etymologisch italienischen, damals amtlichen, im lexikalischen Sinn aber auch deutschen Namen wie *Fiume*, *Spalato* oder *Ragusa* für Orte der östlichen Adriaküste nichts Fragwürdiges mehr zu erblicken.

Literaturverzeichnis

- Aurousseau M.*: THE RENDERING OF GEOGRAPHICAL NAMES. London. (1957).
- Back, O.*: Zur Frage der Aussprache fremder Namen. In: ÖSTERREICHISCHE NAMENFORSCHUNG 5 (1977), 1, S. 3-14.
- Back, O.*: ÜBERSETZBARE EIGENNAMEN. EINE SYNCHRONISCHE UNTERSUCHUNG VON INTERLINGUALER ALLONYMIE UND EXONYMIE. Salzburg. (1983). 2. Auflage Klagenfurt. (1991). = Österreichische Namenforschung, Sonderreihe, 5.
- Back, O.*: FRAGEN DER WIEDERGABE FREMDSPRACHLICHER GEOGRAPHISCHER NAMEN DURCH EXONYME ODER DURCH UMSCHRIFTUNG. In: *I. Kretschmer, H. Desoye, K. Kriz* (Hrsg.): KARTOGRAPHIE UND NAMENSTANDARDISIERUNG. SYMPOSIUM ÜBER GEOGRAPHISCHE NAMEN. Wien. (1997). = Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, 10, S. 55-63.
- Back, O. et al.*: VORSCHLÄGE ZUR SCHREIBUNG GEOGRAPHISCHER NAMEN IN ÖSTERREICHISCHEN SCHULATLANTEN. Wien. (1994). = Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, 7.
- Breu, J.*: Probleme der Schreibung südosteuropäischer Ortsnamen in österreichischen Mittelschulatlanten. In: MITTEILUNGEN DER ÖSTERREICHISCHEN GEOGRAPHISCHEN GESELLSCHAFT 101 (1959), S. 97-117.
- Breu, J.*: Zur Schreibung der deutschen Ortsnamen Südosteuropas in österreichischen Mittelschulatlanten. In: MITTEILUNGEN DER ÖSTERREICHISCHEN GEOGRAPHISCHEN GESELLSCHAFT 102 (1960), S. 102-114.
- Breu, J.*: AUSGEWÄHLTE PROBLEME DER BESCHRIFTUNG UND NAMENSCHREIBUNG IN SCHULATLANTEN AM BEISPIEL DER NEUEN ÖSTERREICHISCHEN UNTERSTUFEN-SCHULATLANTEN. In: *E. Arnberger, J. Breu und J. Fink* (Hrsg.): KRITISCHE BETRACHTUNGEN ZU DEN ÖSTERREICHISCHEN UNTERSTUFEN-SCHULATLANTEN. Wien (1981), S. 18-41.
- Breu, J.*: NATIONALE UND INTERNATIONALE NAMENSTANDARDISIERUNG. In: *E. Eichler et al.* (Hrsg.): NAMENFORSCHUNG, 2. Halbband. Berlin (1996). S. 1591-1604.
- Huber, E.*: Königsberg oder Kaliningrad. In: GEOGRAPHISCHE RUNDSCHAU 31 (1979), 2, S. 78-80.
- Jordan, P.*: MÖGLICHKEITEN EINER STÄRKEREN BERÜCKSICHTIGUNG SLOWENISCHER ORTSNAMEN IN DEN HEUTIGEN AMTLICHEN TOPOGRAPHISCHEN KARTEN ÖSTERREICHS. Wien. (1988). = Österreichische Akademie der Wissenschaften, Institut für Kartographie, Berichte und Informationen, 6.
- Kronsteiner, O.*: Mehrnamigkeit in Österreich. In: ÖSTERREICHISCHE NAMENFORSCHUNG 3 (1975), 2, S. 5-17.
- Kronsteiner, O.*: Zagreb und Agram. Plädoyer für eine europäische Lösung der Mehrnamigkeit. In: DIE SLAWISCHEN SPRACHEN 50 (1996), S. 137-145.
- Langbein O.*: Zur Ortsnamen-Schreibung. In: MITTEILUNGEN DER ÖSTERREICHISCHEN GEOGRAPHISCHEN GESELLSCHAFT 101 (1959), S. 403-406.
- Ormeling, F. J. jun.*: MINORITY TOPONYMS ON MAPS. THE RENDERING OF LINGUISTIC MINORITY TOPONYMS ON TOPOGRAPHIC MAPS OF WESTERN EUROPE. Utrecht (1983). = Utrechtse geografische studies, 30.
- Ormeling, F.J. sen.*: Exoniemen – obstakels voor internationale standardisering. In: KARTOGRAFISCH TIJDSCHRIFT 6 (1980), 1, S. 25-30.
- Sandford, H. A.*: THE GEOGRAPHICAL NAME IN MODERN SCHOOL ATLASES: A STUDY OF THE REASONS FOR THE PERSISTANCE OF EXONYMS DESPITE THE INCREASING WORLDWIDE ADOPTION OF STANDARDIZED NAMES. Paper vorgetragen bei der 14th International Cartographic Conference, Budapest (August 1989), 17-24.
- Sperling, W.*: Die internationale Standardisierung von Landschaftsnamen. Ein Beitrag zur Geotopologie. In: BERICHTE ZUR DEUTSCHEN LANDESKUNDE 54, (1980), S. 103-123.

- Ständiger Ausschuss für geographische Namen (Hrsg.): DUDEN/WÖRTERBUCH GEOGRAPHISCHER NAMEN: EUROPA (OHNE SOWJETUNION).* Mannheim. (1966).
- Toniolo, S.: Gli esonimi italiani.* In: *BOLLETTINO DELLA SOCIETÀ GEOGRAFICA ITALIANA*, Serie XI, 3 (1986), S. 283-306.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs (Hrsg.): UNITED NATIONS CONFERENCE ON THE STANDARDIZATION OF GEOGRAPHICAL NAMES. VOL. I: REPORT OF THE CONFERENCE.* New York, United Nations. (1968).
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs (Hrsg.): UNITED NATIONS CONFERENCE ON THE STANDARDIZATION OF GEOGRAPHICAL NAMES. VOL. I: REPORT OF THE CONFERENCE.* New York, United Nations. (1974).
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs (Hrsg.): UNITED NATIONS CONFERENCE ON THE STANDARDIZATION OF GEOGRAPHICAL NAMES. VOL. II: TECHNICAL PAPERS.* New York, United Nations. (1974).
- Wakonigg, H.: Rijeka oder Fiume. Zur Schreibweise ausländischer Ortsnamen in Karten.* In: *GEOGRAPHISCHE RUNDSCHAU* 32 (1980), 9, S. 416-419.

Kartengestaltende Variablen – Entwicklungslinien und ihre Ergänzung im multimedialen Umfeld

Wolf Günther Koch, Dresden

Zusammenfassung

Bei der kartographischen Umsetzung bzw. Visualisierung von Geodaten spielen die graphischen Variablen neben einer Reihe weiterer Faktoren eine wesentliche Rolle. Das Grundsystem der visuellen Variablen nach Jacques Bertin ist in den letzten drei Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts vielfältig untersucht und weiterentwickelt worden. Hierbei standen in den siebziger Jahren die Kombinationsmöglichkeiten der Variablen im Mittelpunkt des Interesses. In den achtziger Jahren wurden (vor allem in den USA) Vorschläge für eine weitere Differenzierung und für neue Variablen gemacht. Die neunziger Jahre schließlich waren deutlich geprägt von Untersuchungen im Rahmen der Multimedia-Kartographie. In diesem Umfeld konnte das klassische System der visuellen Variablen für statische 2-D-Darstellungen auf den 3-D-Bereich und auf dynamische, mittels Computeranimation realisierte Darstellungsformen erweitert werden. Ein System taktiler Variablen unterstützt die Kartengestaltung von Blindenkarten, während in bezug auf die Einbeziehung der auditiven bzw. akustischen Wahrnehmung (Klangvariablen) in kartographische Multimediasysteme noch wenig Erfahrungen vorliegen.

Abstract

The system of graphic variables established and developed by Jacques Bertin represents an indispensable and universally recognized theory of the cartographic transcription of geographic information. Various cartographers have since 1967 Bertin's theory used and improved. In the 70's, people began discussing the number of graphic variables and the possibilities of combining them. In the age of automation, GIS and multimedia, initial results in adapting of the system of variables to the dynamic, 3-D and non-visual representation of information are now available. Today one can say that despite its fundamental character, the theory of the graphic variables has proven to be very adaptable and open towards innovation.

1 Einleitung

Das grundsätzliche theoretische und methodische Problem der Umsetzung von georäumlich determinierten Sachdaten in kartographische Strukturen, aber auch die Rekonstruktion der ursprünglichen Daten im Rahmen der Kartennutzung, hat der Jubilar in verschiedenem Zusammenhang und zu unterschiedlichen Anlässen in den letzten drei Jahrzehnten immer wieder aufgegriffen, analysiert und systematisiert (Kelnhofer 1971, 1984, 1990). Erst kürzlich wurden von ihm ähnlich gelagerte Fragen in einem Vortrag zum Deutschen Semiotik-Kongreß 1999 in

Dresden wieder angesprochen, nunmehr im Rahmen interaktiver kartographischer Informationssysteme (Kelnhofer 1999 a).

Bei dieser Datenumsetzung bzw. -visualisierung, verschiedentlich auch als Zeichen-Daten (Objekt)-Referenzierung bzw. graphische Reproduktion des Zustands von abzubildenden Geobjekten und graphische Reproduktion der Objektbeziehungen (Bollmann 1996) bezeichnet, spielen die graphischen Variablen neben einer Reihe weiterer Faktoren, eine wesentliche, wenn nicht sogar die entscheidende Rolle. Sie bilden im dreistufigen kartographischen Zeichensystem (Hake 1982) ein Subsystem oder Supplementsystem (je nach Betrachtungsweise) und werden entsprechend der Attributbedeutung bzw. entsprechend dem Skalierungsniveau der umzusetzenden Sachdaten eingesetzt. Der Jubilar hat, ohne den Terminus der graphischen Variablen zu gebrauchen, vor allem in seinem grundsätzlichen Beitrag von 1984 (Kelnhofer 1984) (u.a.) die verschiedenen Skalenniveaus von Geodaten adäquaten positions-, strecken- und flächenbezogenen graphischen Variablen (Signaturengröße, -form, -art, -ausfüllung und -farbe) gegenübergestellt und wesentliche Hinweise zur Bedeutung des Skalenniveaus gegeben. Insofern hofft der Verfasser, mit den nachfolgenden Betrachtungen zur Entwicklung des Systems der graphischen Variablen, allgemein rückblickend auf die klassische Kartographie und ausblickend in das „multimediale Zeitalter“, das Interesse des Jubilars zu finden.

Der Begriff der graphischen bzw. visuellen Variablen geht zurück auf die unter dem Titel „Sémiologie Graphique“ 1967 von Bertin vorgestellte, semiotisch-linguistisch geprägte allgemeine Graphiklehre, die seitdem Theorie und Praxis der Kartengestaltung erheblich beeinflusst hat. Ormeling (1997) hat dieses System eine Art „kartographische Grammatik“ genannt und somit auf dessen Verbindung zu (französischen) linguistisch-strukturalistischen Traditionen aufmerksam gemacht. Das System wurde, besonders nachdem 1974 eine deutsche und 1983 eine englische Übersetzung erschienen waren, von verschiedenen Kartographen sowohl theoretisch als auch praxisbezogen untersucht und weiterentwickelt. Im kartographischen Zeitalter von GIS, KIS und Multimedia liegen erste Ergebnisse zur Erweiterung des graphischen Systems für dynamische Erscheinungen und auch für nicht-visuelle georäumliche Informationsdarstellungen vor.

2 Wurzeln des klassischen Systems der graphischen Variablen

Die Wurzeln des graphischen Systems liegen zum einen in Ideen, die Psychologen, Graphiker und Architekten bereits vor dem zweiten Weltkrieg diskutiert hatten. So verwendete schon G. Kepes, in der Tradition des „Bauhauses“ stehend, in seinem Buch „Language of Vision“ (Chicago 1944) graphisch-visuelle Grundkategorien wie *Lage, Größe, Helligkeit, Farbe, Form, Textur, Räumlichkeit* usw., ohne jedoch zu einem System von Gesetzmäßigkeiten zu gelangen. Zum anderen lassen sich die Wurzeln des Systems zu den empirischen Theorien der klassischen Kartengestaltung zurückverfolgen, wie sie ebenfalls schon vor dem zweiten Weltkrieg formuliert und angewandt worden sind.

Wissenschaftsgeschichtlich interessant ist, daß teilweise parallel zu den Arbeiten von Bertin und nach der Veröffentlichung seines Buches im Jahre 1967 von Arnberger (1974, 1987), Jensch (1970), Ratajski (1973) u.a. ähnliche graphische Systeme entwickelt worden sind. Diese Systeme sind mehr oder weniger der klassischen Graphiklehre zuzurechnen. Der Verfasser hat diese Arbeiten als „kartosemiotisch in einem weiteren Sinn“ eingestuft (Koch 1999). Hierzu gehören im übrigen auch die in der Einleitung schon genannten Beiträge von F. Kelnhofer. E. Arnberger hat insbesondere 1978 ein auf seinen langjährigen Forschungen zur „Signaturenfrage“ fußendes System von „Kombinationsmöglichkeiten graphischer Gestaltungselemente“ vorgestellt, in dem

auch der Variablenbegriff auftritt. In einer späteren Äußerung verweist er darauf, daß mit dem Variablensystem von Bertin bereits bekannte, graphische und kartographische Erkenntnisse „sprachlich und systematisch in eine neue Zeichensprachengerechtere Form“ überführt worden seien (Arnberger 1987, S. 209).

Es ist zu bemerken, daß bei Ratajski fälschlicherweise die Variable *Form* in linienhafter und flächenhafter Darstellung und die Variable *Orientierung* in linienhafter Darstellung als Grundrißzeichen interpretiert worden sind und nicht als echte „Farb-Muster-Variablen“. Ähnliche Mißverständnisse hat es auch in späteren Jahren mitunter gegeben.

Die Erfahrungen des analytischen Sehens graphischer Darstellungen (Karten, Diagramme, Netze) waren für Bertin Ausgangspositionen bei der Entwicklung seines Systems. Später stellten Kommunikations-Designer und Wahrnehmungsforscher andere, wenn auch ähnliche „Kataloge visueller Merkmale“ zusammen, „als Instrument analytischer Beobachtung und synthetischer Gestaltung“ (G. Braun 1987, S. 11). Die Merkmale *Anordnung*, *Räumlichkeit* und *Bewegung* wurden den Bertinschen Merkmalen *Größe*, *Helligkeit*, *Muster*, *Farbe*, *Richtung (Orientierung)* und *Form* hinzugefügt. Es sei in diesem Zusammenhang auch auf die Systematisierung flächenhafter Zeichen durch Caivano (1990) verwiesen. Dieser unterscheidet nur drei Textur-Dimensionen: *Richtung*, *Größe* und *Dichte*. Sie lassen sich in einem 3-D-Raum kombinieren.

Der perzeptive und kognitive theoretische Hintergrund der Wirkungen der Variablen ist bisher noch wenig untersucht worden. Auch über die „Länge“ der Variablen liegen bisher nur Erfahrungswerte vor. Es dürfte aber klar sein, daß visuelle Analogien hinsichtlich der jeweiligen Variablenwirkung sicher eine große Rolle spielen (vgl. Bollmann 1996) und die Erkenntnisse der Gestaltpsychologie einen Schlüssel zur Aufklärung der Wirkungen bilden. Die sogenannten Gestaltgesetze (Gesetz der Ähnlichkeit, Gesetz der guten Gestalt usw.) sind Gesetze der Organisation der menschlichen Wahrnehmung und zwar nicht nur der visuellen Wahrnehmung (Katz 1961, Zimbardo 1988 u.a.). Somit kann man schlußfolgern, daß auch die klassischen graphischen (visuellen) Variablen nicht auf die statische visuelle Wahrnehmungswelt beschränkt sein müssen, sondern auch - in veränderter und erweiterter Form - in der dynamischen visuellen Wahrnehmungswelt wirken. Auch Klangwahrnehmung und Tastwahrnehmung werden mehr oder weniger von Wahrnehmungsvariablen mit speziellen Wirkungen geprägt. Damit befinden wir uns im multimedialen Bereich, zumal auch bei Texten sogenannte typographische Variablen zur Anwendung kommen (Gartner 1997).

3 Entwicklung des Systems

Nachdem Bertins Werk 1967 erschienen war, spätestens aber seit Erscheinen der deutschen Übersetzung von Jensch, Schade und Scharfe im Jahre 1974, wurde die Theorie der graphischen Variablen zunehmend reflektiert, mitunter kritisiert, aber auch weiterentwickelt. Bis heute gab es immer wieder Versuche, das System in Teilen zu erweitern und mehr oder weniger zu verbessern.

Wesentliche Beiträge zur Weiterentwicklung des Systems hat Spiess geliefert. Das betrifft vor allem seine grundlegende Publikation von 1970. In dieser behandelt er ausführlich das Problem der Variablenkombinationen und kommt teilweise zu anderen Erkenntnissen als Bertin. Bekanntlich werden die Variablen in der Praxis der Kartengestaltung nur sehr selten in reiner Form angewandt. Man kombiniert die Variablen, um entweder mehrere Objektmerkmale wiederzugeben oder um eine Verstärkung der erwünschten visuellen Wirkung zu erreichen. Letztgenannte Zielstellung ist in fast jedem Fall der Datenumsetzung relevant, da durch entsprechende syntaktische Redundanz eine Erhöhung der Wahrnehmungsleistung bei der

Kartennutzung erreicht wird. Es ist deshalb wichtig, bei speziellen Gestaltungsproblemen anhand bestimmter Regeln solche Kombinationen zu wählen, die stärkere visuelle Wirkungen hervorrufen, als die einzelnen „reinen“ Variablen. Diese Regeln besagen u.a., daß nur diejenigen Wirkungen (Eigenschaften) verstärkt werden, die alle an einer Kombination beteiligten Variablen besitzen. Auch ist unbedingt zu beachten, daß sich die auflösende (dissoziative) Wirkung einer an einer beliebigen Kombination beteiligten Variablen (*Größe, Helligkeit*) auf die gesamte Kombination überträgt.

In späteren wissenschaftlichen Arbeiten hat sich Spiess (z.B. 1978) immer wieder mit einzelnen und mit kombinierten visuellen Variablen beschäftigt, so u.a. mit dem Grad der Eignung reiner Variablen für die Wiedergabe von qualitativen, quantitativen und geordneten Daten als punkthafte, linienförmige und flächenhafte Kartenzeichen. Er unterschied vier Stufen der Eignung für „Karten zum Sehen“ (spontane Wahrnehmung) und eine Stufe der Eignung für „Karten zum Lesen“ (Wahrnehmung Zeichen für Zeichen; beide Begriffe bereits von Bertin geprägt). Des weiteren machte er darauf aufmerksam, daß im speziellen Fall keine solchen Variablen eingesetzt werden dürfen, die ein höheres Niveau, d.h. ein höhere „Organisationsstufe“ der Information vortäuschen. Kelnhofer, der 1984 konsequent den heute durchweg üblichen allgemeinen Datenbegriff in diese Art Untersuchungen einführte, hat, wie einleitend bereits erwähnt, grundlegende Untersuchungen zur Darstellung unstrukturierter und strukturierter Sachverhalte durchgeführt und das Problem des Skalen- bzw. Informationsniveaus bei Entwurf und Nutzung von Karten und Kartogrammen ausführlich diskutiert.

In einem theoretischen Beitrag hat sich Freitag (1980) mit Bertins graphischem System beschäftigt und stellte es dem in gewisser Weise sprachorientierten System von Imhof (1972) gegenüber. In den neunziger Jahren hat Freitag (1996) nochmals Bertins Semiologie analysiert und auf verschiedene ungelöste Probleme aufmerksam gemacht, z.B. auf die Bedeutung und Anwendung hochikonischer Signaturen und Beschriftung von Kartenobjekten als indexikalische Zeichen.

Immer wieder gab es Versuche und Vorschläge zur Differenzierung und / oder Erweiterung des graphischen Systems. So wurde vielfach eine Erweiterung um die Variable *Anordnung* (englisch *arrangement*; nicht zu verwechseln mit den Dimensionen der Zeichenebene!) vorgeschlagen (u.a. Morrison 1974, Muehrke 1978, verschiedene US-amerikanische Kartographie-Lehrbücher). Bei flächenhafter Darstellung (Flächenmuster) kann diese Variable begrenzt zur Wiedergabe nominalskalierter Daten genutzt werden. Bei linienhafter und flächenhafter Anwendung ist die Wirkung sichtlich geringer. Leider gibt es hier nur zwei Variationen: regulär und irregulär (regelmäßig und unregelmäßig). Eine Differenzierung innerhalb der regulären Wiedergabe der Flächenelemente würde in den Bereich der graphischen Variablen *Orientierung* fallen.

Zehn Jahre nach Erscheinen von Bertins Monographie schlug Krakau (1977), der damals thematische Karten mit Hilfe von automatischen Lichtsetzgeräten hergestellt hat, vor, „graphisch-technische Variablen“ einzuführen. Damit sollte ausgedrückt werden, daß ein technisches System die wahrnehmbaren Figuren erzeugt. Es ist ein Beispiel dafür, wie verschiedentlich die kartographische Technik die Kartengestaltung beeinflusst und sich (in diesem Fall) auch auf die semiologische Theorie auswirkt. Für Einzelzeichen führte er die „*Schräge*“ zusätzlich ein und für strukturierte Zeichen „*Anzahl*“ und „*Anordnung*“. Die so erweiterte Variablenreihe konnte in einem ersten Variationsbereich (Herstellung des Zeichenvorrates) gestalterisch-graphisch variiert werden. In einem zweiten Variationsbereich erfolgte die technische Variation (Steuerung) mittels Lichtsatz und in einem dritten Variationsbereich konnte das Produkt des Lichtsatzes (die analoge Karte auf Film) durch

Montage, Filmverschiebung, Filmdrehung usw. noch manipuliert werden. Zu den „neuen“ Variablen ist zu bemerken: Die *Schräge* ist eine im zweiten Variationsbereich bei punkthaften Zeichen steuerbare Stauchung bzw. Kippung von Figuren, mithin eigentlich der *Form* (als Teilkomponente) zuzurechnen. *Anzahl* und *Anordnung* sind gleichfalls an punkthafte Darstellungen (von Krakau hier als „Satzeinheiten“ und „übergeordnete Zeichengestalten“ bezeichnet) gebunden und werden zum einen aus ein oder mehreren Zeichenelementen (*Anzahl*) bzw. in verschiedener Position zueinander (*Anordnung*) zusammengesetzt. *Anzahl* im Sinne von Krakau kann zurückgeführt werden auf *Größe*, *Anordnung* (etwas anders konzipiert, als amerikanisch *arrangement*), auf *Orientierung* oder *Form*.

Typisch für die US-amerikanische Kartographie ist die Einteilung des klassischen Systems der visuellen Variablen in primäre und sekundäre Variable. Primäre Variable sind hiernach *Orientierung*, *Größe*, *Form*, *Farbhelligkeit* (*color value*), *Farbton* (*color hue*), und *Farbsättigung* (*color chroma / saturation*). *Orientierung* wird in diesem Sinne nur punkthaft betrachtet, *Größe* und *Form* nur punkt- und linienhaft. Als sekundäre Variable gelten *Mustertextur* (*pattern texture*), *Musterorientierung* (*pattern orientation*) und *Musteranordnung* (*pattern arrangement*) (Robinson, Morrison, Muehrcke, Kimerling, Gupta 1995). Diese systematische Gliederung hat durchaus eine gewisse Berechtigung, weil die so bezeichneten sekundären Variablen nur als Signaturenausfüllung in Erscheinung treten. Der Sinn einer eigenständigen Variablen *Sättigung* (*chroma, saturation*) muß allerdings angezweifelt werden, da die Farbsättigung für den Kartennutzer nur als Helligkeitsvariation, wenn auch einer bunten Farbe, wirksam ist. MacEachren (1995) sieht dagegen ganz pragmatisch in der Hinzunahme einer Variablen *Sättigung* einen gewissen Nutzen für die Kartenbearbeitung mittels digitaler Systeme, wo alle drei Farbkomponenten gesteuert werden können.

Neueste Erkenntnisse, vor allem zur Eignung der Variablen, hat gleichfalls MacEachren (1995) beigesteuert. Aber auch hier ist noch manche Theorie in Entwicklung begriffen. Von ihm wurde u.a. 1992 in Verbindung mit der Visualisierung unscharfer Informationen eine aus vier Komponenten bestehende graphische Variable „*focus*“ kreiert, die nach neueren Forschungsarbeiten durch den Begriff „*clarity*“ ersetzt worden ist. *Clarity* ist dreiteilig zu interpretieren und setzt sich aus den (neuen) Variablen „*crispness*“ (*Schärfe*), „*resolution*“ (*Auflösung*) und „*transparency*“ (*Transparenz, Klarheit*) zusammen. Ähnliche Gedanken wurden in Deutschland von Böhm (1998) geäußert, der in diesem Zusammenhang, jedoch auf die digitale Bildverarbeitung bezogen, zwei zusätzliche Gestaltungsmittel für notwendig hält: *Ortsfrequenz* und *Farbfunktion*, d.h. eine mehr oder weniger unscharfe Begrenzung des Bertinschen „gestaltlosen Fleckes“ und keine konstante, homogene Füllung mehr.

Zweifellos sind all diese Überlegungen gerade in bezug auf digitale Technologien mit Vektor- und mit Rasterdaten, GIS-Visualisierungen, Bildschirmkarten usw. durchaus gerechtfertigt. Weitere wissenschaftliche Diskussionen sind nötig, z.B. darüber, ob die Variable *crispness* nicht in der Variablen *Helligkeit* enthalten ist, bzw. kontinuierliche Helligkeitsvariationen realisiert, welche Anwendungsmöglichkeiten für die Variable *resolution* bestehen usw. Auch sollte man die Ende der sechziger Jahre begonnene und später mehr und mehr erlahmte Diskussion über die Kombinationsmöglichkeiten von Variablen erneut beginnen, für statische Karten zu einem befriedigenden Ende führen und für den multimedialen Bereich vertiefen. Ebenso wäre klar herauszustellen, welche Variablen bedeutungstragend sind und wieweit sie nur syntaktische Redundanz erzeugen.

Die Bemühungen um Formalisierung und Automatisierung der Kartengestaltung verlangten schon in den achtziger Jahren nach einer weiteren theoretischen Durchdringung der Probleme. Entsprechend der Grundaufgabe, thematische Datenstrukturen in kartographische

Zeichenstrukturen zu überführen, mußten Wege gesucht werden, die am Ende einmal zu einer wissensbasierten Kartengestaltung führen könnten. Bemerkenswert sind hier die mathematischen Definitionen der graphischen Variablen von Uthe (1991) und die gleichfalls an der Freien Universität Berlin durchgeführten theoretischen Untersuchungen zu Unterscheidungskriterien der visuellen Variablen (Bollmann 1985). „Graphische Skalen“ nennt Bollmann Abfolgen bzw. Variationen der einzelnen Bertinschen visuellen Variablen. Nur eine visuelle Variable, nämlich die *Form*, hat diskreten Charakter. Die Variablen *Orientierung*, *Farbe*, *Muster*, *Helligkeit* und *Größe* können kontinuierlich, also stufenlos, verändert werden. *Orientierung* und *Farbe* laufen „in sich zurück“ (Vollkreis 360 bzw. Farbkreis/Spektrum); sie bilden konvergierende Skalen. Die Grenzpunkte müssen jeweils festgelegt werden. *Muster*, *Helligkeit* und *Größe* streben auseinander und beginnen und enden an absoluten Grenzpunkten, die durch die Lesbarkeit bzw. Nichtlesbarkeit bestimmt werden. Man nennt diese Skalen deshalb divergierend.

In den neunziger Jahren gab es im internationalen Rahmen und in Deutschland schließlich verschiedene Untersuchungen zu 3-D-Darstellungen, kartographischer Animation und nicht-visueller Wiedergabe von Geo-Informationen. In diesem Zusammenhang wurde die Theorie der visuellen Variablen auf diese neuartigen Darstellungen im multimedialen Umfeld ausgeweitet.

4 Die Ergänzung des Systems der visuellen Variablen im nicht-visuellen und multimedialen Bereich der Kartographie

Multimedia-Kartographie ist ein junger, sich schnell entwickelnder Zweig der Kartographie. Seine Entwicklung erfordert in vielerlei Hinsicht die Überprüfung tradierter Auffassungen und die Weiterentwicklung von Theorie und Methodik unseres Fachgebietes. Sie hat auch zur Folge - hierin kann man F. Kelnhofer (1999 b) zustimmen - daß „die neuen medialen Technologien ... neue Möglichkeiten im Rahmen des kartographischen Informationsangebotes und der nutzerspezifischen Informationserschließung“ (S. 33) bieten können. Um diese Möglichkeiten weitgehend und vor allem seriös auszuloten, waren u.a. neue, über die visuell wahrgenommene statische 2-D-Karte hinausgehende Überlegungen zum System der kartengestaltenden Variablen unumgänglich. Die diesbezügliche Entwicklung weist in die Zukunft und ist bei weitem noch nicht abgeschlossen. Auch aus diesem Grund liegt es dem Verfasser fern, Variablentheorien der neuen Medienwelt „messianisch“ zu verkünden (vgl. gleichfalls Kelnhofer 1999 b). Es soll vielmehr gezeigt werden, daß die notwendigen Erweiterungen des traditionellen (visuellen) Variablensystems und die Einbeziehung weiterer (nicht-visueller) Variablensysteme zu einem mehr oder weniger zusammengehörigen Gesamtsystem führen können.

Dem multimedialen Bereich *im weiteren Sinne* können taktile Karten zugerechnet werden. Für diese Art von Karten für Blinde hat Vasconcellos (1993) versucht, das Bertinsche System zu adaptieren und dreidimensionale taktile Variablen zu entwickeln. Naturgemäß muß hier, zumindest bei rein taktilen Darstellungen, auf die *Farbe* verzichtet werden. Ähnlich wie bei visuell wahrnehmbaren einfarbigen Karten wird diese Variable in der Praxis der Kartengestaltung und Kartennutzung durch *Form*, *Muster* oder *Orientierung* ersetzt, wobei letztere trotzdem ihre eigenständige Funktion im Sinne visueller Variablen behalten. Zwei zusätzliche, speziell taktile Variablen, nämlich *elevation* (*Höhe*, *Erhöhung*) und *volume* (*Volumen*, *Raumlage*) können ebenfalls, wenn auch nur sehr begrenzt und sehr bedingt, Farbwirkungen ersetzen, zumal sie mehr zu ordnender Wirkung hin tendieren. Die Variable *Helligkeit* bzw. *Tonwert* wird nach Vasconcellos über parallele Linien unterschiedlichen Abstands (*Schraffurweite*) realisiert und gerät somit in den Definitionsbereich des *Musters* (*Rasterweite*); im Prinzip ist es eine Variablenkombination *Helligkeit/Muster*. Grundsätzlich ist

die praktisch einsetzbare Länge aller taktilen Variablen sehr eingeschränkt und die Differenzierung der Variablen *Größe*, *Helligkeit*, *Muster*, *Form* und *Orientierung* (vor allem bei flächenhafter Anwendung) weniger deutlich ausgeprägt, als im visuellen Variablensystem. Empirische Untersuchungen sollten darüber Klarheit schaffen, ob ggf. ein oder zwei zu definierende Arten von „*Ausfüllung*“ ausreichend wären. Auch über die Rolle der *Farbe* bei Karten für Sehgeschädigte mit einem Sehrest, und nicht zuletzt über die Besonderheiten audio-taktiler Systeme stehen nähere Untersuchungen noch aus. Ob in der Zukunft der Tastsinn auch unabhängig vom Zustand des Sehorgans des Kartennutzers in einer „intelligenten“ Karte benötigt werden wird (vgl. Riedl 1999), ist heute noch weitgehend unklar, jedoch eher unwahrscheinlich.

Multimediakartographie *im engeren Sinne* ist ein Teilbereich der Kartographie, der sich mit der Nutzung von Kommunikationsmedien wie Bild, Video, Audio und Animation im Rahmen der modernen Digitalkartographie befaßt und durch einen hohen Grad an Interaktivität gekennzeichnet ist. Es werden also zusätzlich zur Karte weitere Medien eingesetzt.

Mit der generellen Zielstellung, bewegte Kartenzeichen und akustische Ausdrucksmittel nicht nur als „nette Beigabe“ zum gewohnten Kartenbild zu bringen, sondern unmittelbar für die Informationskodierung, also für die Datenumsetzung, nutzbar zu machen, mußte auch hier das Variablenproblem untersucht werden. Koussoulakou stellte schon 1990 fest, daß die klassischen Variablen von Bertin für Animationskarten auf dem Bildschirm nicht ausreichend sind und führte erste empirische Untersuchungen durch. Mit der weiteren stürmischen Entwicklung der kartographischen Animation stellte sich dann immer dringlicher die Frage der „dynamischen visuellen Variablen“, um georäumlich-temporale Veränderungen von Objekten und Sachverhalten auf direktem Wege sichtbar zu machen bzw. temporale und nontemporale kartographische Computer-Animationen realisieren zu können. Von 1991 bis 1996 erschien eine Reihe von Publikationen, aus denen hervorgeht, daß eine gewisse Grundübereinstimmung der Meinungen besteht, darüber hinaus aber unterschiedliche Auffassungen vertreten werden. Für die allgemeine Computeranimation hat Hayward bereits im Jahre 1984 „animation variables“ zusammengestellt, die natürlich von kartographischer Seite nicht unberücksichtigt bleiben konnten. Sie umfassen die Bertinschen Variablen für statische 2-D-Darstellungen und berücksichtigen zusätzlich *scene*, *speed*, *perspective (viewpoint)* und *shot (distance)*.

Aus dem US-amerikanischen Bereich sind vor allem die Variablenvorschläge von DiBiase et al. (1991) und MacEachren (1994) bekannt geworden, die in den Niederlanden u.a. van der Wel (1995) sowie Köbben und Yaman (1995) teils empirisch untersucht und bewertet, teils fortentwickelt haben. War man am Anfang der neunziger Jahre noch der Meinung, daß drei fundamentale Variablen ausreichend seien, nämlich *duration (Dauer)* eines angezeigten Ereignisses), *rate of change (Veränderungsrate)*, Charakter der Veränderung nach Lage und/oder Merkmal) und *order (Reihenfolge)*, zeitlich und/oder sachlich), so stellte MacEachren in seiner Monographie 1995 ein sechsteiliges System „syntaktisch-dynamischer Variablen“ vor und machte gleichzeitig Angaben zu den Möglichkeiten der metrischen, ordinalen und nominalen Datenumsetzung. Dynamische visuell-syntaktische Variablen sind nach diesem System *display date* (auch *moment* genannt – *Zeitpunkt* der Anzeige der Veränderung eines Objekts / Sachverhalts), *duration*, *rate of change*, *order* (Erläuterung s.o.), sowie *frequency (Häufigkeit)*, z.B. Blinkfrequenz eines angezeigten Zeichens) und *synchronization (Übereinstimmung)* von Ereignissen / Sachverhalten). Die teilweise deutlichen Unterschiede in der Bewertung der Variablenwirkung bzw. Eignung für die Datenumsetzung durch MacEachren einerseits und Köbben u. Yaman andererseits (z.B. *rate of change* – für metrische Daten „kaum geeignet“

[Köbben u. Yaman] und „sehr gut geeignet“ [MacEachren]) zeigen deutlich weiteren Forschungsbedarf an.

Seitens der deutschen Kartographie unterscheidet Dransch (1995) im Sinne der Computeranimation zwischen geometrischen Merkmalen von Graphikobjekten (*Position, Form, Größe, Orientierung*) und graphischen Merkmalen (*Farbe, Helligkeitswert, Textur*). Alle diese Merkmale können entsprechend variiert werden. Neun weitere Veränderungen, die zwischen den Szenen einer Animation auftreten können, sind abhängig von der Kamera und von der Lichtquelle (*Position, Entfernung, Neigungswinkel* u.a.m.). Zusätzlich lässt sich schließlich noch das Darstellungsmodell verändern. Somit hat der Gestalter von kartographischen Computer-Animationen zahlreiche Möglichkeiten, die zielgerichtet eingesetzt werden müssen.

Als Vertreter der Utrechter Kartographieschule ergänzt van der Wel die anfangs genannten Merkmale der bewegten Graphikobjekte noch durch *Anordnung* und *Geschwindigkeit*.

Weitere Untersuchungen müssen in diesem Zusammenhang noch zur Unterscheidung der beiden Bereiche „2-D-dynamisch“ und „3-D-dynamisch“ (vgl. auch Abb. 1) durchgeführt werden.

Die Komponente Audio bzw. Ton (sound) ergänzt oft eine Animation. In der Blindenkartographie scheint ihr als Ergänzung taktiler Darstellung, aber auch als eigenständiges Medium, eine gewisse Funktion zuzukommen (Krzywicka-Blum 1995). Dransch (1995) unterscheidet hier allgemein folgende nutzbare Variablen: *Tonhöhe* und *Melodie, Timbre* des Tons, *Lautstärke* des Tons, *Dauer* des Tons (Grundlage für Rhythmus und Geschwindigkeit einer Tonfolge), *Lage* des Tons im Raum. Bisher liegen nach Kenntnis des Verfassers nur wenig Erfahrungen zur praktischen Anwendung vor. Die Bedeutung dieser „Variablenwelt“ für die Zukunft betont Krygier (1994) in seinen Arbeiten, wo auch die Eignung von speziellen „Klangvariablen“ (sound variables) für die Wiedergabe von Nominal- und Ordinaldaten angegeben wird. Ordinalskalierte Daten lassen sich nach Krygiers Erfahrungen mittels der Variablen *Raumlage, Lautstärke, Tonhöhe, Klangregister, Klangdauer, Rhythmus, Tonanordnung (Melodie)* sowie durch den Effekt der kontinuierlichen Lautstärke *Zu- und Abnahme (An- und Abschwellen* der Lautstärke) umsetzen, nur nicht mittels der Variablen *Timbre (Klangfarbe)*. Diese wiederum ist (fast) alleinig nutzbar für die Umsetzung von Nominaldaten.

Inwieweit eine kartographische Darstellung unter Nutzung der Klangvariablen nicht nur konstruiert sondern vom Kartennutzer auch sinnvoll rezipiert werden kann, sei dahingestellt. Großer (1999) hat mit Recht die Frage nach der Einprägsamkeit solcher Strukturen gestellt. Er hält die hinreichend exakte Darstellung des zwei- oder gar dreidimensionalen Georaums durch akustische Reize nicht für machbar, befürwortet aber eine weitere Untersuchung dieser neuen Möglichkeiten, ggf. auch auf der Erfahrungsbasis von Computerspielen.

Multimediakartographie ist nicht immer, aber doch sehr häufig mit der (statischen oder dynamischen) Darstellung von 3-D-Darstellungen verbunden. In diesem Zusammenhang wurden spezielle Aspekte von Kraak (1995) und Buziek (1995) untersucht und beschrieben. Zwar gehen beide Autoren von den klassischen Variablen Bertins aus, doch weisen sie diesen z.T. neue, z.T. erweiterte Funktionen bei der Abbildung des dreidimensionalen Modellraumes zu. Die Problematik besteht hier bekanntlich in der Erzeugung eines räumlich-plastischen Eindrucks der Wahrnehmung von Figuren und (zumeist) in der Verdeutlichung georäumlicher thematischer Merkmale (Umsetzung verschieden skalierten Daten). Aufgrund empirischer Tests von Kraak (1988) konnten relativ eindeutige Beziehungen zwischen den graphischen Variablen und den Tiefenfaktoren (depth cues), die die 3-D-Vorstellung hervorrufen, hergestellt werden. Die Variable *Form*, die ohnehin auch bei 2-D-Karten nur sehr begrenzt Informationen (spontan)

übertragen kann, hat auch keine 3-D-Tiefenwirkung. Wenn die graphischen Variablen, wie oben angedeutet, in zweifacher Funktion wirksam werden müssen (z.B. *Helligkeit* bzw. *Tonwert* als Tiefenfaktor – Schatteneffekt - und zur Wiedergabe ordinalskaliertes Daten – systematische Tonwertskala -), dann können durchaus unerwünschte Visualisierungseffekte auftreten. Sie sollten allerdings mit der modernen Computertechnik beherrschbar sein.



Abbildung 1: Das System der Variablen im Rahmen der multimedialen Kartographie

Abbildung 1 stellt einen Versuch dar, die verschiedenen Variablengruppen der Multimedia Kartographie in einem Modell zu vereinen. Entsprechend den drei Wahrnehmungsarten - visuelle Wahrnehmung, akustische Wahrnehmung und taktile / haptische Wahrnehmung - werden die Variablengruppen geordnet. Es sei ausdrücklich vermerkt, daß Anzahl, Art und Benennung der einzelnen Variablen entsprechend dem internationalen Forschungsstand, aber auch nach subjektiven Vorstellungen des Verfassers wiedergegeben worden sind. Hier wird es in Zukunft noch Ergänzungen und Präzisierungen geben müssen. Das betrifft auch die Beziehungen zwischen den Variablengruppen und ihre Bewertung im einzelnen.

Bezüglich der visuellen Variablen (linker Block in Abb. 1) ist zu bemerken, daß die Bereiche 3-D-dynamisch, 2-D-dynamisch und 2-D-statisch sich im Sinne einer Hierarchie einschließen. Die Basisvariablen *Größe*, *Helligkeit*, *Muster*, *Farbe*, *Orientierung* und *Form*, ggf. *Anordnung*, (2-D-statisch) werden also bei jeder Art graphischer und kartographischer Darstellung benötigt.

Im unteren Teil des Modells werden die Wurzeln der Variablen und ihre Effekte absichtlich nur angedeutet. Bei Vorliegen weiterer Forschungsergebnisse könnte man sie später als eine Art Submodell ausführlicher darstellen.

5 Schlußbemerkung

Das in den sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts entwickelte klassische System der graphischen bzw. visuellen Variablen hat bis zum heutigen Tag nicht wenige Interpretationen, Adaptionen und theoretische Vertiefungen erfahren. Seine Entwicklung hat aber nur im Bereich der multimedialen Kartographie zu grundlegenden Erweiterungen und umfangreichen Ergänzungen geführt. Vor allem hier sind weitere Forschungsarbeiten nötig. Diese betreffen sowohl die Variablen selbst, als auch deren Kombinationen und eine Reihe weiterer Fragestellungen – nicht zuletzt die nach den speziellen perzeptiven und kognitiven Grundlagen.

Ein wichtiges Ziel ist letztendlich mit der Nutzarmachung der Forschungsergebnisse in wissensbasierten kartographischen Systemen vorgegeben, die das gesamte multimediale Spektrum der Übertragung von Geoinformationen einbeziehen können und zu kartographischen Erzeugnissen mit hoher Wahrnehmbarkeit und Prägnanz führen sollen.

Literatur

- Arnberger, E.*: Problems of an international standardization of a means of communication through cartographic symbols. In: INTERNAT. YEARBOOK OF CARTOGRAPHY, XIV, Bonn-Bad Godesberg. (1974). S. 19-35.
- Arnberger, E.*: THEMATISCHE KARTOGRAPHIE (Das Geographische Seminar). 2. Aufl., Braunschweig (1987).
- Bertin, J.*: SÉMIOLOGIE GRAPHIQUE. Paris (1967).
- Bertin, J.*: GRAPHISCHE SEMIOLOGIE. Berlin / New York (1974).
- Bertin, J.*: SEMIOLOGIE OF GRAPHICS: DIAGRAMMS; NETWORKS; MAPS. Madison (1983).
- Böhm, R.*: KARTOGRAPHISCHE RELIEFDARSTELLUNG MITTELS DIGITALER BILDFILTERVERFAHREN. Dissertation TU Dresden 1998 (Kartographische Bausteine, Band 15), Dresden (1998).
- Bollmann, J.*: THEORETISCHE GRUNDLAGEN ZUR MODELLIERUNG THEMATISCHER KARTEN. Habilitationsschrift, Freie Universität Berlin.(1985).
- Bollmann, J.*: KARTOGRAPHISCHE MODELLIERUNG – INTEGRIERTE HERSTELLUNG UND NUTZUNG VON KARTENSYSTEMEN. In: Kartographie im Umbruch – neue Herausforderungen, neue Technologien. Beiträge zum Kartographiekongreß Interlaken 96. S. 35-55, Bern (1996.)
- Braun, G.*: GRUNDLAGEN DER VISUELLEN KOMMUNIKATION. München (1987).
- Buziek, G.*: KARTOGRAPHISCHE VISUALISIERUNG VON GEO-DATEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG MODERNER TECHNISCHER ENTWICKLUNGEN. In: *Buziek, G.* (Hrsg.): GIS IN FORSCHUNG UND PRAXIS. Stuttgart (1995), S. 234-250.
- DiBiase, D.; Krygier, J.; Reeves, C.; MacEachren, A.M., and Brenner, A.*: Animated cartographic visualization in earth system science. In: Proc., 15th INTER. CARTOGR. CONFERENCE, Bournemouth, (1991). S. 223-232.
- Dransch, D.*: TEMPORALE UND NONTEMPORALE COMPUTER-ANIMATION IN DER KARTOGRAPHIE. Dissertation, Freie Universität Berlin. (Berliner Geograph. Abh., R. C, Bd. 15. Berlin, FU, TU, TFH), (1995).
- Freitag, U.*: Can Communication Theory Form the Basis of a General Theory of Cartography? NACHRICHTEN AUS DEM KARTEN-UND VERMESSUNGSWESEN, R. II, Nr. 38, Frankfurt a. M. (1980), S. 17-35.
- Freitag, U.*: FOUNDATION AND DEVELOPMENT OF CARTOSEMIOTICS. In: INTERNAT. CONFERENCE OF SEMIOTICS, ABSTRACTS. Amsterdam, (1996), S. 41.
- Gartner, G.*: NAMENGUT UND SCHRIFTGESTALTUNG IN DER KARTOGRAPHIE. In: WIENER SCHRIFTEN ZUR GEOGRAPHIE UND KARTOGRAPHIE, Band 10, S. 119-130. Wien (1997).
- Großer, K.*: DISKUSSIONSBEITRAG ZU KLANGVARIABLEN (unveröffentlicht), Leipzig (1999)
- Hake, G.*: KARTOGRAPHIE I, Berlin / New York (1982)
- Hayward, S.*: COMPUTERS FOR ANIMATION. London (1984).
- Imhof, E.*: THEMATISCHE KARTOGRAPHIE. Berlin / New York (1972).

- Jensch, G.*: DIE ERDE UND IHRE DARSTELLUNG IM KARTENBILD. Braunschweig (1970).
- Katz, S.*: GESTALTPSYCHOLOGIE. Basel (1961).
- Kelnhofer, F.*: BEITRÄGE ZUR SYSTEMATIK UND ALLGEMEINEN STRUKTURLEHRE DER THEMatischen KARTOGRAPHIE; ERGÄNZT DURCH ANWENDUNGSBEISPIELE AUS DER KARTOGRAPHIE DES BEVÖLKERUNGSWESENS. Wien/Köln/Graz (1971).
- Kelnhofer, F.*: Themakartenentwurf und Datenbildung. In: KARTOGRAPHISCHE NACHRICHTEN, 34 (1984) 1, S. 1-15.
- Kelnhofer, F.*: THEMAKARTOGRAPHISCHE SIGNATURENGESTALTUNG UNTER BERÜCKSICHTIGUNG PERZEPTIVER PARAMETER. In: WR. SCHRIFTEN ZUR GEOGR.& KARTOGR., 4, S.184-201, Wien (1990).
- Kelnhofer, F.*: INTERAKTIVE KARTOGRAPHIE UND (KARTOGRAPHISCHE) SEMIOLOGIE. In: 9. Internationaler Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Semiotik (DGS), TU Dresden, 3.-6. Oktober 1999, Abstracts, S. 11-112, Dresden; (1999 a).
- Kelnhofer, F.*: BASISKONZEPTE FÜR DIE PROTOTYPENTWICKLUNG EINES INTERAKTIVEN MULTIMEDIALEN ATLASSES VON ÖSTERREICH. In: WIENER SCHRIFTEN ZUR GEOGRAPHIE UND KARTOGRAPHIE, Band 12, S. 32-45, Wien, (1999 b).
- Kepes, G.*: LANGUAGE OF VISION. Chicago: Paul Theobald (1944)
- Koch, W.G.*: Comments on the Development and the Current Tasks of Cartographic Semiotics in the German Language Area. In: *Schlichtmann, H.* (Ed.): MAP SEMIOTICS AROUND THE WORLD. International Cartographic Association, Regina (1999), S. 87-93.
- Köbben, B.; Yaman, M.*: EVALUATING DYNAMIC VISUAL VARIABLES. Proceed. of the Seminar on Teaching Animated Cartography. Enschede, (1996), S. 45-51
- Kousoulakou, A.*: COMPUTER-ASSISTED CARTOGRAPHY FOR MONITORING SPATIO-TEMPORAL ASPECTS OF URBAN AIR POLLUTION. Delft (1990).
- Kraak, M.-J.*: COMPUTER-ASSISTED CARTOGRAPHICAL THREE-DIMENSIONAL IMAGING TECHNIQUES. Delft (1988).
- Kraak, M.-J.*: Theoretical Aspects of Three-Dimensional Cartography. In: INTERNATIONAL YEARBOOK OF CARTOGRAPHY, Vol. XXX, Ulm, (1990), S.81-91.
- Krakau, W.*: ANWENDUNG VON LICHTSETZAUTOMATEN FÜR DIE KARTOGRAPHISCHE ABBILDUNG TERRITORIALER STRUKTUREN. Dissertation TU Dresden (1977).
- Krygier, J. B.*: Sound and geographic visualization. In: *MacEachren, A.M.; Taylor, D.R.F.* (eds.) VISUALIZATION IN MODERN CARTOGRAPHY. Oxford. (1994), S. 149-166.
- Krzywicka-Blum, E.*: SOUND MAP AS A WAY TO TOPOLOGICAL RECOGNITION OF REALITY FOR THE BLIND. In: Proceed., 17th Internat. Cartogr. Conference Barcelona (1995), S. 2526-2529.
- MacEachren, A.*: Time as a Cartographic Variable. In: *H. M. Hearnshaw & D. J. Unwin* (eds.) VISUALIZATION IN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS. Chichester / New York, (1994), S.115-130.
- MacEachren, A.*: HOW MAPS WORK. New York / London (1995).
- Morrison, J. L.*: A Theoretical Framework for Cartographic Generalization with Emphasis on the Process of Symbolization. In: INTERNATIONAL YEARBOOK OF CARTOGRAPHY, Bonn-Bad Godesberg, XIV (1974), S. 115-127.
- Muehrke, P. C.*: MAP USE: READING, ANALYSIS, AND INTERPRETATION. Madison (1978).
- Ormeling, F.J.*: Kartografische grammatica. De grafische variabelen. KARTOGRAFISCH TIJDSCHRIFT, Vol. XXIII (1997) 4, S. 29-32.
- Ratajski, L.*: METODYKA KARTOGRAFII SPOLECZNO-GOSPODARCZEJ. Warszawa (1973).
- Riedl, A.*: Neue Medien und deren Einfluß auf die Kartographie. In: WIENER SCHRIFTEN ZUR GEOGRAPHIE UND KARTOGRAPHIE, Band 12, S. 57-67, Wien (1999).
- Robinson, A.H., Morrison, J.L., Muehrke, P.C., Kimerling, A.J., Gupta, S.C.*: ELEMENTS OF CARTOGRAPHY. New York / Chichester / Brisbane / Toronto / Singapore (1995).
- Spiess, E.*: EIGENSCHAFTEN VON KOMBINATIONEN GRAPHISCHER VARIABLEN. GRUNDSATZ-FRAGEN DER KARTOGRAPHIE, Wien (1970), S. 273-293.
- Spiess, E.*: Graphische und technische Aspekte bei der Konzeption thematischer Karten. Thematische Kartographie, Graphik - Konzeption - Technik. KARTOGR. SCHRIFTENREIHE Nr. 3, Bern (1978), S. 63-87.
- Uthe, A.-D.*: Kartographische Kommunikationsschnittstelle zur Verarbeitung geowissenschaftlicher Daten., BEITRÄGE ZUR KARTOGR. INFORMATIONSVERARBEITUNG, Band 11. Trier (1991)
- van der Wel, F.J.M.*: Visualisatie van veranderingen: KARTOGRAFISCH TIJDSCHRIFT, XXI (1995) 3, S. 84-92.
- Vasconcellos, R.*: Representing the Geographical Space for Visually Handicapped Students: A Case Study on Map Use. Proceed. 16th INTERN. CARTOGR. CONFERENCE, Proceedings, Vol. 2, Köln (1993), S. 993-1004.
- Zimbardo, P. G.*: PSYCHOLOGY AND LIFE. Glenview, Illinois (1988).

Visionen werden Realität - sie verlangen nicht, das alte Wissen aufzugeben

Datenqualitätsverlust oder Datenqualitätsgewinn im kartographischen Kommunikationsprozeß?

Mirjanka Lechthaler, Wien

Die Kartenbilder erzählen unmittelbar die erregende Geschichte der verschiedenen Weltbilder und geben Kunde, wie schwer es war, diesen Planeten, auf dem wir leben, geistig richtig zu erkennen, zu erfassen und schließlich wiederzugeben. Jedes hat sein eigenes Gesicht, spricht mit seiner besonderen Stimme, keines ist überholt, denn jedes hat den Geist seiner eigenen Aussage lebendig bewahrt.

Leithäuser (1958) - für Prof. Kelnhofer überarbeitet

Zusammenfassung

Nie wurden die kartographischen Informations- und Kommunikationssysteme als Datenquelle und Werkzeug zur Informationsakquisition und der Kartenraum bzw. die Kartenrauminformationen als unabdingbares Ein- und Ausgabemedium so oft genutzt wie heute, um Entscheidungen über Geoobjekte mit ihren raum-sachlichen Ausprägungen, Funktionen und Korrelationen zu treffen. Dabei stellt man sich unweigerlich die Frage über die Verlässlichkeit der Geoinformationen, die in einem kartographischen Kommunikationsprozeß akquiriert sind. Im vorliegenden Artikel werden die Qualitätsmerkmale und Qualitätsevaluierung im kartographischen Kommunikationsprozeß aus langjähriger kartographischer Erfahrung dargestellt.

Abstract

Cartographic information and communication systems have never been used more often as sources for data research as much as today and maps serve as input/output media to make decisions in area-related questions. Therefore the reliability of data, which is involved in the process of cartographic communication should be a main question. This article deals with quality features and evaluation of quality standards in the process of cartographic communication as a result of long cartographic experience.

1 Einleitung

Auf der Suche nach einer sachgerechten Beschreibung einer Karte stößt man in der Fachliteratur auf viele Definitionen. Die vier folgenden beschreiben das Wesentliche der Karte und der

kartographischen Modellbildung. Die Internationale Kartographische Vereinigung (IKV) definiert (1977) die Karte als eine nach gebräuchlichen Regeln und Prinzipien gestaltete Abbildung ausgewählter Elemente und/oder charakteristischer Merkmale der geographischen Wirklichkeit, die als spezielles Hilfsmittel eingesetzt wird, wenn räumliche Beziehungszusammenhänge das Hauptanliegen der Darstellung sind. Neumann (1997) gibt die gebräuchlichen Regeln und Prinzipien an und definiert die Karte als eine verebnete, maßstäblich verkleinerte, generalisierte und erläuterte kartographische Darstellung von Erscheinungen und Sachverhalten natürlicher und gesellschaftlicher Art. Hake (1988) beschreibt die Karte im weiteren Sinne als ein digitales, im engeren Sinne als ein analoges, graphisches, maßstabsgebundenes und strukturiertes Modell räumlicher Bezüge und leitet den technologischen Umbruch im kartographischen Modellbildungsprozeß ein. Für Kelnhofer (1999 a) ist die Karte ein kartographisches Visualisierungsmodell, das aufgabenorientiert, maßstabsbezogen und generalisiert ist. Sie muß visuell erfaßbar und perzeptionsadäquat gestaltet sein, egal, ob das Präsentationsmedium Bildschirm oder Papier ist.

Die angeführten sowie viele andere Definitionen lassen deutlich erkennen, daß im Zuge des kartographischen Modellbildungsprozesses durch aufgabenorientierte komplexe Generalisierungs- und Visualisierungsmaßnahmen Sekundärmodelle entstehen, in denen der menschliche Lebens- und Tätigkeitsraum - der Georaum - re-konstruiert wird.

Jeder kartographischen Re-Konstruktion - dem Kartenraum - gehören drei informative Dimensionen an: geometrisch-topologische, semantisch-substantielle und kommunikative Dimension. Die ersten zwei bilden die Visualisierungsebene bzw. die Karte selbst.

Im Kartenraum sind räumliche und sachbezogene Ausprägungen mit bestimmter Treue und Analogie zum Georaum wiedergegeben. Ziel dieser Raumtransformation ist die visuelle Modellwahrnehmung und darauffolgende Kommunikation bzw. Abwicklung verschiedener fachspezifischer Entscheidungsprozesse.

Die angewandten neuen Technologien der letzten Jahre im Bereich der Erfassung, Analyse und Bewertung, Bearbeitung und Veredelung, Visualisierung und Übertragung der Geodaten bzw. Geoinformationen in Form von Kartenrauminformationen zeigen fachbereichsübergreifend, daß dem Kartenraum stetig eine anspruchsvollere kommunikative Rolle zuzuteilen ist. Es ist leicht vorstellbar, daß die audio-visuellen Kanäle der elektronischen Medien und deren Module und Werkzeuge, implementiert in kartographische Informations- und Kommunikationssysteme, den kartographischen Modellbildungsprozeß (Datenvorbereitung und Visualisierung) und vor allem den Modellwahrnehmungsprozeß (Informationsakquisition und Informationsvermittlung) unterstützen und den „Zugang“ zum Georaum bzw. zu den primären Geoinformationen systembedingt über die Schnittstelle „Karte“ ermöglichen (Abbildung 1).

Als Zeugen des gewaltigen Umbruches in der Kartographie befinden wir uns auf der Suche nach Lösungen für an uns gerichtete neue Herausforderungen im Bereich der methodischen und angewandten Fragestellungen. Beispielsweise über:

- Topographische und thematische Generalisierungsproblematik bei der Einbindung der Sekundärmodelle in die kartographischen Informations- und Kommunikationssysteme,
- Visualisierung von Sekundärmodellen unter Einbeziehung neuer graphischer und multimedialer Variablen,
- Multimediakartographie und Web-Mapping im kartographischen Wahrnehmungs- und Kommunikationsprozeß und nicht zuletzt
- Qualitätsmerkmale und Qualitätsevaluierung im kartographischen Kommunikationsprozeß.

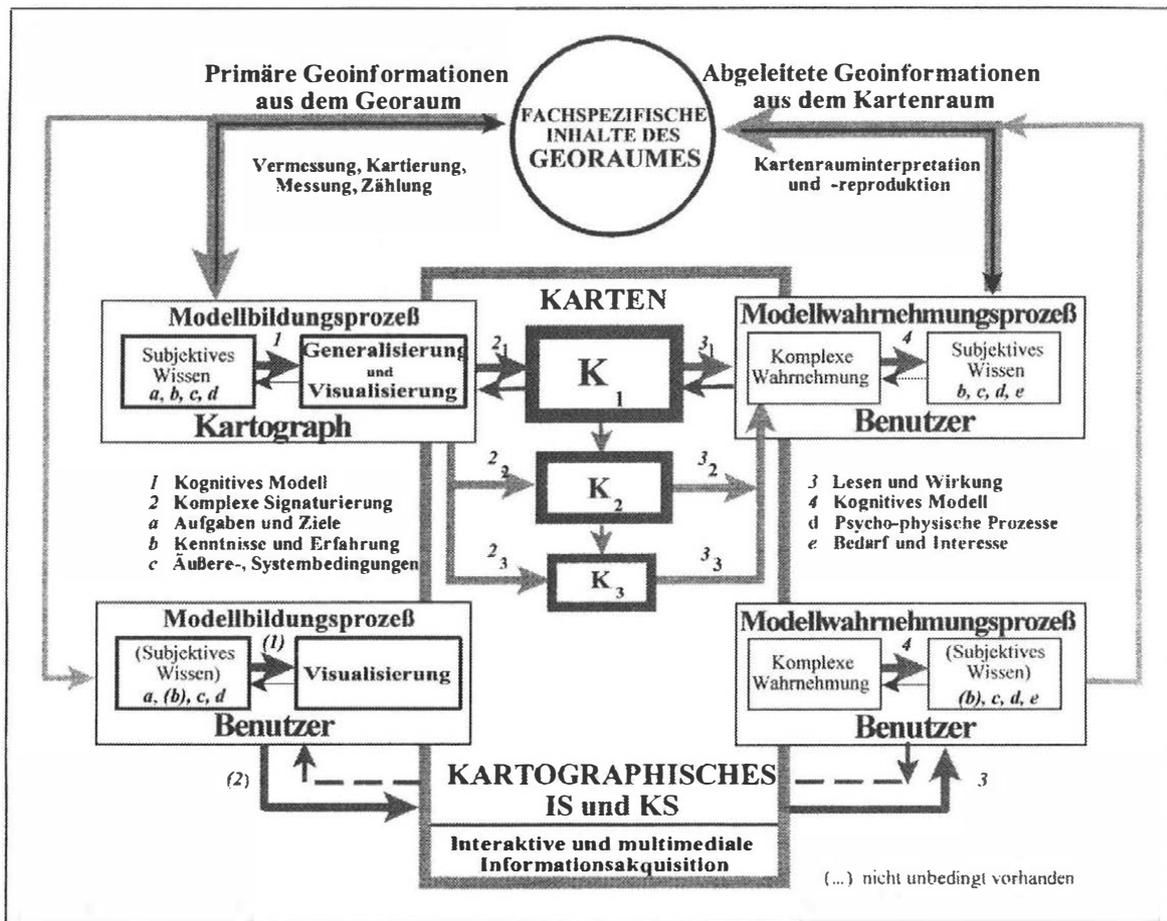


Abb. 1: Interaktive und multimediale kartenunterstützte Kommunikation der Geoinformation

Im folgenden wird versucht, aus langjähriger kartographischer Erfahrung einen eigenen Standpunkt zur zuletzt angeführten Fragestellung zu erläutern.

2 Kartenraum und seine informativen Dimensionen

Um die komplexen Objekte und Sachverhalte im Georaum dem Benutzer überschaubar und erfaßbar zu machen, werden kartographische Modelle erzeugt. Mittels kartographischer Gefüge und Zeichen wird der räumliche Datentransfer aus dem Georaum in einen Kartenraum durchgeführt. Die anspruchsvolle Aufgabe des Kartenraumes ist, die Kommunikation der raumbezogenen Informationen zu ermöglichen.

Aus seinen theoretischen Untersuchungen im Bereich der Semiotik bezeichnet Schaff (1969, S. 163) jeden materiellen Gegenstand und seine Eigenschaften als Zeichen, wenn sie im Prozeß der Kommunikation und im Rahmen der von den Kommunikationspartnern konventionellen Sprache zur Vermittlung von Informationen über die Wirklichkeit dienen. Nach seiner Zeichentypologie (Abbildung 2) gehören kartographische Zeichen zu den substitutiven Zeichen, nämlich zu den künstlichen oder eigentlichen Zeichen mit abgeleiteter Expression.

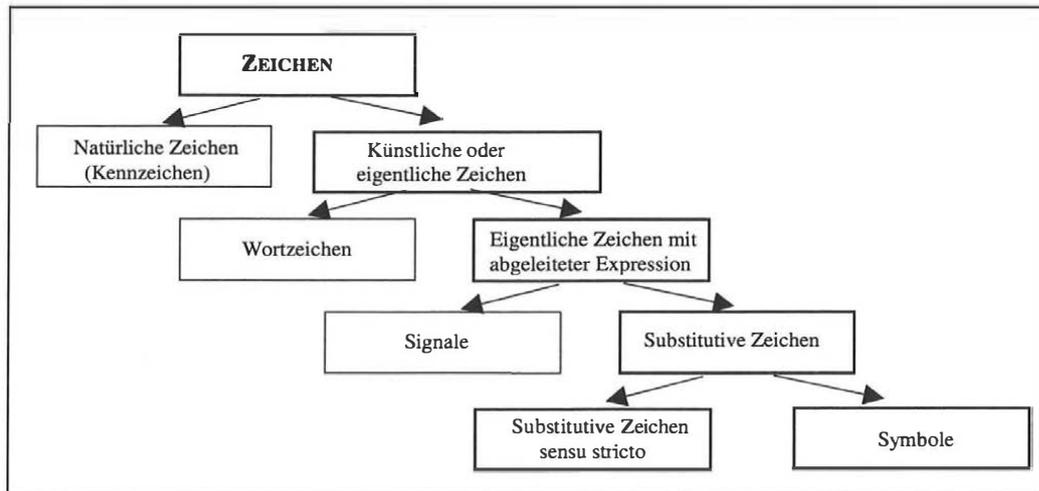


Abb. 2: Zeichentypologie nach Schaff (1969)

Das Zeichen wird dabei in einem statischen Sinne verstanden. Es besitzt (Maser 1973) nicht dieselbe ontologische Kategorie wie die Objekte selbst, es besitzt drei Bezüge: zum Mittel, zum Objekt und zum Interpretant. Der Autor spricht über eine triadische Zeichenrelation. Ein bestimmter Interpretant ordnet auf bestimmte Weise ein bestimmtes Mittel einem bestimmten Objekt als Zeichen zu. Weitere Argumentationen des Autors nähern sich fast einer transklassischen Darstellung, nach der ein Zeichen erst dann ein Zeichen ist, wenn es als solches interpretiert wird. Das heißt, daß insbesondere die Gestaltungsmittel eine entscheidende Rolle im Wahrnehmungsprozeß spielen. Der Interpretant muß zumindest etwas wahrnehmen, sonst ist das Gebilde kein Zeichen mehr.

Im semiotischen und informationstheoretischen Sinne gibt Morris (1964) (in Maser 1973) den drei Zeichenbezügen informative Funktionen. Der Autor stellt sie bildhaft mit Ebenen oder Dimensionen dar. Er verbindet den Mittelbezug mit der syntaktischen, den Objektbezug mit der semantischen und den Interpretantenbezug mit der pragmatischen Ebene der Information. Maser findet den Morris'schen Terminus "Dimension" vielleicht nicht ganz glücklich ausgewählt, da er zu einem räumlichen Koordinatensystem hinführt. Gerade diese räumliche Auffassung und der triadische Zeichenbezugsaufbau liegen der informativen Struktur des Karterraumes bzw. der Kartenrauminformation selbst sehr nahe (Abbildung 3a).

In der Visualisierungsebene des Kartenraumes (Abbildung 4b) ist der Bezug zum Mittel - die Morris'sche syntaktische Ebene - durch reine geometrisch-topologische Dimension des Kartenraumes gegeben. Hier wird die Geobjektgeometrie maßstabsgebunden durch Konstruktionskoordinaten mittels graphischer Primitiven (Punkt, Linie, Fläche) re-konstruiert. Dazu gehören auch substitutive Zeichen, die nicht unbedingt maßstabsgebunden und aus denselben graphischen Primitiven und Schriften konstruiert werden. Das gesamte geometrisch-topologische Gerüst in dem Zusammenspiel aller Beziehungen und Relationen zwischen den angewandten Kartengraphikelementen ist die Basis für die weitere kartographische raum-sachliche Re-Konstruktion des Georaumes, welche in der weiteren, der semantisch-substantiellen Dimension des Kartenraumes erkennbar wird (Abbildung 4b). Die Morris'sche semantische Ebene spiegelt sich in dieser Dimension der Visualisierungsebene des Kartenraumes wider. Der hier umgesetzte triadische Bezug zum Objekt wird neben den erreichten visuellen Assoziationen

in der angewandten Zeichensyntaktik (Bollmann 1996) durch kurze, eindeutige und klare Erläuterungen in der Kartenlegende erklärt und bestätigt.

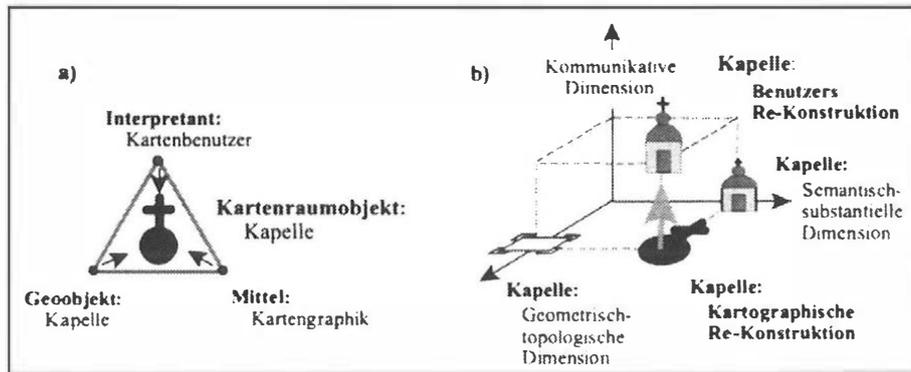


Abb. 3: a) Kartographische Anwendung des triadischen Zeichenbezugsaufbaues, b) Informative Struktur des mehrdimensionalen Kartenraumes

Die erwähnten Dimensionen des Kartenraumes, die geometrische-topologische und die semantisch-substantielle sind im kartographischen Modellbildungsprozeß genutzt, um die Konstruktions- und Visualisierungsebene des Kartenraumes - die Karte selbst - für die visuelle Wahrnehmung zu gestalten. Diese Informationsebene des Kartenraumes dient auch als interaktive und multimediale raum-sachliche Schnittstelle zur weiteren gezielten und fachspezifischen Informationsakquisition. Diese ist im kartographischen Informationssystem prozeßgesteuert (Kelnhofer et al. 1999b) und sollte durch vorbereitete Links den Zugang zu anderen Kartenräumen und zu den primären Daten bzw. Informationen des Georaumes ermöglichen.

Die Morris'sche pragmatische Informationsebene eines Zeichens bzw. der Interpretantenbezug ergibt sich aus der dritten Dimension des Kartenraumes, nämlich aus seiner kommunikativen Dimension (Abbildung 3b). Diese setzt die beiden ersten Dimensionen voraus. Die zeitliche Relevanz ist in allen Dimensionen des Kartenraumes vorhanden. Beim Lesen bzw. bei der Interpretation der Kartenrauminformation kommt es zur Wahrnehmung, Erkennung und Reproduktion der raum-sachlichen Analogien, zur kognitiven Modellbildung bzw. mentalen Re-Konstruktion des Georaumes und zu aufgabendefinierten Entscheidungen.

Verwendung und Einsatz kommunikativer Netze bei der Übertragung der Kartenrauminformation nehmen zu (Peterson 1999), und die interaktive aufgabenorientierte Informationsakquisition, dazu die mögliche dynamische raum-sachliche Präsentation, könnte den kartographischen Kommunikationsprozeß unterstützen.

3 Datenqualität im kartographischen Kommunikationsprozeß

Im kartographischen Modellbildungsprozeß sind die fachspezifischen und aufgabenorientierten Sekundärmodelle mit raum-sachlichen Deformationen konstruiert. Sie zeigen, entsprechend dem zur Verfügung gestellten Modellbildungsraum, Abweichungen in der Beibehaltung der Analogien zum Georaum. Dabei stellt sich unweigerlich eine ganze Reihe von Fragen, z.B.:

- Welche Bedeutung haben diese Abweichungen für den kartographischen Kommunikationsprozeß, und verursachen sie eine Qualitätsänderung des kartographischen Produktes?
- Gibt es konkrete Schwellen der Qualitätsänderung, sind sie feststellbar und formalisierbar?
- Kann man die Qualitätsmerkmale der Kartenrauminformation und des kartographischen Kommunikationsprozesses definieren und somit die Qualität evaluieren?
- Bietet die interaktiv und multimedial unterstützte Informationsakquisition mittels kartographischen Informations- und Kommunikationssystemen gegenüber der konventionellen mehr Verlässlichkeit und einen Datenqualitätsgewinn?

Trotz intensiver Arbeit der zuständigen Kommission für Fragen der Datenqualität der IKV (Morisson 1995, 1999) besteht in diesem Bereich, im Grundkonzept sowie in den Einzelheiten ein unübersehbares Theorie- und Methodendefizit.

3.1 Definition der Datenqualität

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. Jeder aufgabenorientierte Entscheidungsprozeß verlangt einzeln erstellte Datensätze mit speziellem Inhalt (Krause 1998) und entsprechender Qualität (ISO 14825, 1996).

Bei dem umfangreichen Prozeß der Gesamtevaluierung der Datenqualität schlägt Caspary (1992) vor, die Qualitätsevaluierung an einzelnen Elementen, nämlich am Modell selbst, den Daten und den Auswerteprogrammen durchzuführen, wobei diese Elemente keinesfalls scharf abgegrenzt sind.

3.1.1 Merkmale der Datenqualität im Kartenraum

Den ISO-Definitionen nach kann die Datenqualität im Kartenraum als Gesamtheit von Merkmalen definiert werden, welche als Parameter eingesetzt werden könnten, um die Eignung des Kartenraumes auf Erfüllung vorausgesetzter Erfordernisse im kartographischen Kommunikationsprozeß zu prüfen. Man könnte nämlich die Qualität evaluieren, indem man die vom Benutzer aufgabenorientiert erschlossenen und aus dem Kartenraum abgeleiteten Geoinformationen mit den objektiven, fachspezifischen Merkmalen des Georaumausschnittes vergleicht. Es handelt sich hier um einen komplexen Vergleich zwischen Realität einerseits und zweier, durch kartographische Signaturierung objektivierter und dadurch verbundener kognitiver Modelle andererseits, welche beim Kartographen im Modellbildungs- und beim Benutzer im Modellwahrnehmungsprozeß entstanden sind (Abbildung 1). Viele Vergleichsmerkmale 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.

Um die Parameter der Qualitätsevaluierung im Kartenraum zu definieren, könnte man, den allgemeinen Vorschlag von Caspary (1992) auf das kartographische Informations- und Kommunikationssystem anwenden und das Modell, die Daten, die Auswerteprogramme und den Kartographen/Benutzer selbst auf die Qualität prüfen. Weil es keine scharfen Grenzen zwischen

diesen Elementen geben kann, wird die Zuständigkeit und Wirksamkeit der Qualitätsmerkmale keinesfalls in einzelnen Elementen scharf abzugrenzen sein.

Der kartographische Kommunikationsprozeß beruht auf dem mehrdimensionalen Kartenraum (Lechthaler et al. 1998), der aus erfaßten Geodaten konstruiert wurde. 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, Harbeck 1997, Morisson 1999). Die kartographischen Auswerteprogramme für das Qualitätsmanagement liegen derzeit nicht vor. Psycho-physische Prozesse im kartographischen Kommunikationsprozeß sind nicht Inhalt dieser Ausführung. So bleibt nur (!) das kartographische Folgemodell, der Kartenraum bzw. seine Visualisierungsebene, die nach den vorgegebenen Kriterien auf Qualitätsmerkmale geprüft werden sollte.

Zur Beurteilung könnten technische Merkmale, wie Genauigkeit - auch im Sinne von Richtigkeit -, Auflösung, Vollständigkeit und Konsistenz (Morrison 1995), Aktualität und Ästhetik dienen. Nicht außer acht zu lassen sind die wirtschaftlichen Merkmale wie Verfügbarkeit, Zugang, Austauschbarkeit und Preiswürdigkeit sowie rechtliche Merkmale wie Vertragsgrundlagen und Copyright (Harbeck 1996). Diese Qualitätsmerkmale könnten für alle Kartenraumdimensionen herangezogen werden. Ihr Zusammenspiel kann man am leichtesten in einer Evaluierungsmatrix schematisch darstellen (Abbildung 4). Im weiteren werden die wichtigsten Qualitätsmerkmale nur für die geometrisch-topologische und semantisch-substantielle Dimension der Kartenrauminformation vorgeschlagen.

Ausgehend vom Kartenraum, beinhaltet die Kartenrauminformation die gleichen informativen Datenebenen bzw. -dimensionen wie der Kartenraum selbst. So ist es naheliegend, daß die Qualitätsmerkmale der Kartenrauminformation in ihrer geometrisch-topologischen und semantisch-substantiellen Dimension zu definieren sind (Abbildung 4).

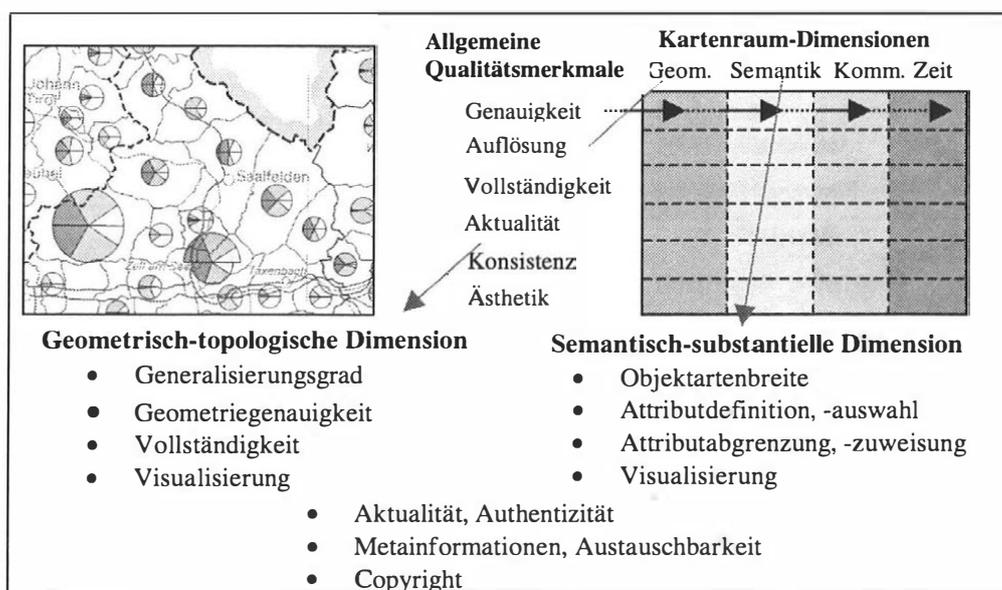


Abb. 4: Evaluierungsmatrix der Datenqualität im Kartenraum. Allgemeine und detaillierte Qualitätsmerkmale der Kartenrauminformation.

Mit der Bestimmung der erreichten Qualität im Kartenraum ist auch der Prozeß der Modellbildung evaluiert. Gerade hier kommt es zu kartographischen Datentransformationen und -deformationen, nämlich der maßstabsgebundenen und graphikdefinierten Datenmanipulation und Datenvisualisierung.

3.2 Lebenszyklus der Daten

Die primären Geoinformationen sowie die Kartenrauminformationen sind während des kartographischen Kommunikationsprozesses wegen aufgabenspezifischer Anforderungen mehreren unvermeidlichen Änderungen ausgesetzt. Die Änderungen als raum-sachliche Transformation finden im Modellbildungs- sowie im Modellwahrnehmungsprozeß statt (Abbildung 1). Diesen Transformationen sind die Geodatenätze sowie die Kartendatenätze ausgesetzt, und man kann sie im Lebenszyklus der Daten beobachten und analysieren. Der Zyklus spannt seinen Bogen über mehrere „Stationen“, von der Erfassung über Manipulation, Visualisierung, Reproduktion bis zur Interpretation (Abbildung 5).

3.2.1 Schwellen der Datenqualitätsänderung

Die „Stationen“ im Datenzyklus (Abbildung 5) können als Transformationsschwellen gesehen werden, bei welchen die Daten an die Benutzeranforderungen angepaßt werden müssen. Bei jeder Schwelle wäre die Datenqualität nach der Evaluierungsmatrix (Abbildung 4) zu beurteilen.

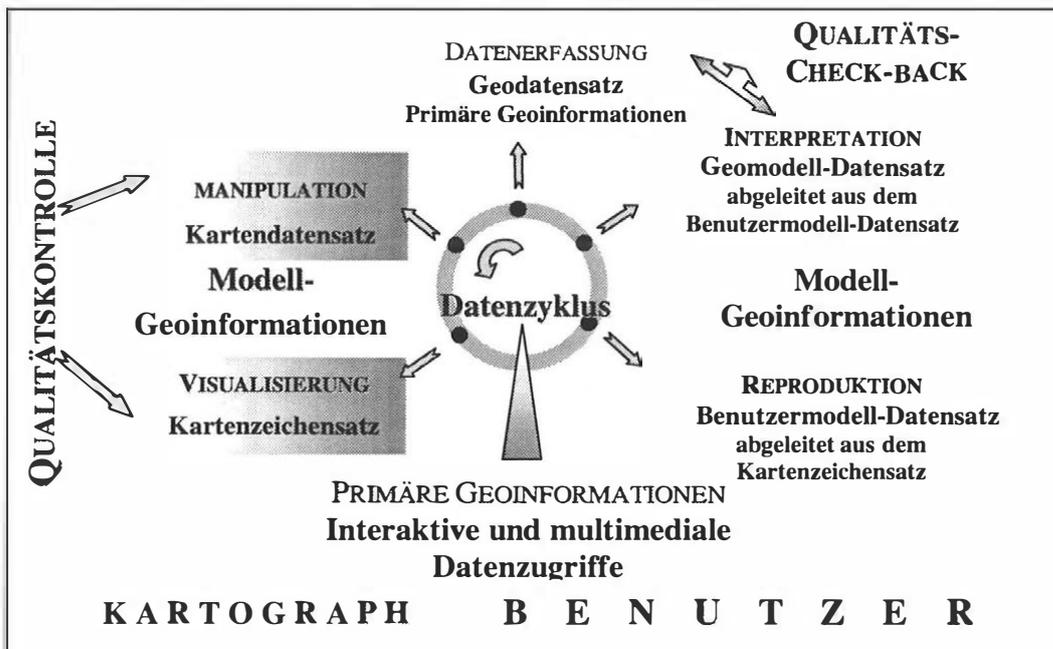


Abb. 5: Schwellen der Datenqualitätsänderung im kartographischen Kommunikationsprozeß

Die ersten zwei Datentransformationen - Manipulation und Visualisierung - führt der Kartograph in seinem Modellbildungsprozeß durch. Anhand der (nicht immer) bekannten Benutzeranforderungen beschäftigt er sich gleichzeitig mit den Überlegungen:

- Welche Geoinformationen mit ihren raum-sachlichen Ausprägungen, in unterschiedlicher Auflösung der erfaßten Geodaten gegeben, sind im kartographischen Kommunikationsprozeß zu vermitteln?
- Mit welchen Aussageebenen könnten die Daten kombiniert werden?
- Mit welchen Mitteln der kartographischen Gestaltung? und
- Wie verortet im Kartenraum?

Ausgehend von dem vorhandenen Geodatensatz, durch die Wahl der geometrischen und semantischen Datentiefe und abhängig von der Aufgabenstellung, dem Maßstab und den perceptiven Konditionen, kommt es zu einer Datentransformation mit einer neuen Datenauflösung. Es entsteht ein geometrisch und thematisch selektierter, dadurch abstrakter und generalisierter Kartendatensatz, bei dem die Rückkoppelungen zu dem primären Geodatensatz nicht mehr möglich sind (Abbildung 5 und 6).

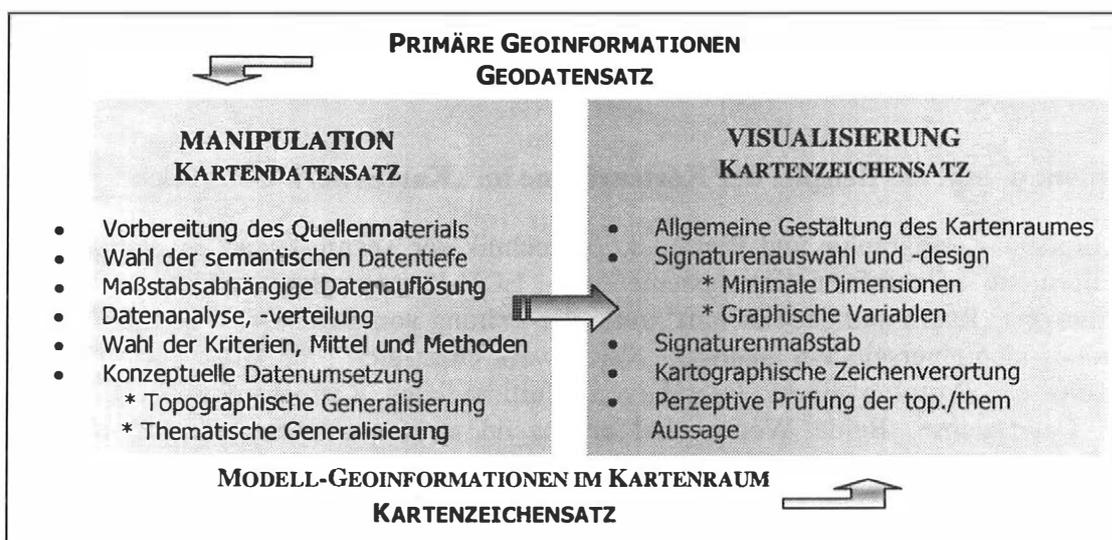


Abb. 6: Datensatzänderungen im kartographischen Modellbildungsprozeß; Vom Kartendatensatz zum Kartenzeichensatz

An der nächsten Schwelle - Visualisierung (Abbildung 5 und 6) 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. Auf diesem Wege haben die Datensätze mehrere Transformationen und sicher auch eine Qualitätsänderung erfahren.

3.3 Evaluierung der erreichten Datenqualität im Kartenraum

Bewahrt die graphische und maßstabsbedingte Konstruktion des Kartenraumes, der als ein Grundbaustein des komplexen kartographischen Informations- und Kommunikationssystems zu sehen ist, die Analogien zum Georaum und entspricht sie den Benutzeranforderungen (Qualitätsdefinition!), dann ist an den Transformationsschwellen in der geometrisch-topologischen wie auch in der semantisch-substantiellen Informationsebene wohl eine Qualitätsänderung, aber kein Qualitätsverlust entstanden.

Es sind keine bekannten Studien über die Datenqualität im Bereich der kommunikativen Ebene des Kartenraumes bzw. der Karteninformation bekannt.

Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung sind wesentliche Maßnahmen beim Aufbau eines Informationssystems. 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 angehören, dessen Offenheit eine gewisse Anwendungsbreite ermöglicht (Caspary 1992). Dies gilt oft auch für Kartenräume in kartographischen Informations- und Kommunikationssystemen.

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 vorzubereiten.

3.3.1 Datenqualität am Beispiel der Kartenräume im „Kartenwerk Österreich“

Das Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der Technischen Universität Wien war am Teilprojekt „Geoinformationssysteme und EDV-Kartographie“ (S06902) des FWF-Schwerpunktes „Raum und Gesellschaft“ unter der Leitung vom Prof. Dr. F. Kelnhofer beteiligt. Dabei entstanden einerseits ein analoges „Kartenwerk Österreich“, ein Atlas mit 40 Karten und andererseits ein Prototyp eines „Interaktiven Multimedialen Kartographischen Informationssystems Österreichs“. Beide Werke sind ergänzend aufeinander abgestimmt, in mehreren maßstabsdefinierten Kartenräumen und mit einer breiten Themenpalette konzipiert.

Im nachstehenden Beispiel (Abbildung 7) sind Ausschnitte aus den Kartenräumen des analogen Atlases „Kartenwerk Österreich“, „Saisonales Bettenkategorienangebot in gewerblichen Beherbergungsbetrieben“ (Abbildung 7a) und „Land- und forstwirtschaftliche Betriebsgröße“ (Abbildung 7b) im Maßstab 1: 1,000.000 dargestellt. Die Kartenraumgröße ist 60 x 41cm. Bei der kartographischen Datenmanipulation wurde zuerst die topographische Verortungsgrundlage entsprechend den Maßstabsanforderungen und dem Thema generalisiert und abstrakt dargestellt. Aus der beigefügten Legende sind die Eingriffe in die primären Datensätze zu entnehmen. Die thematische Generalisierung wurde durch Kartensatztransformation mittels Gruppenwertbildung, 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 Halbkreis-sektorendiagramme und gegenübergestellte Diagramme stellen den thematischen Kartenzeichensatz dar (Die Schritte des kartographischen Modellbildungsprozesses sind in der Abbildung 6 angeführt.). An den Datentransformationsschwellen Manipulation und Visualisierung kam es dadurch unweigerlich zu maßstabs- und perzeptionsbedingten Datenqualitätsänderungen.

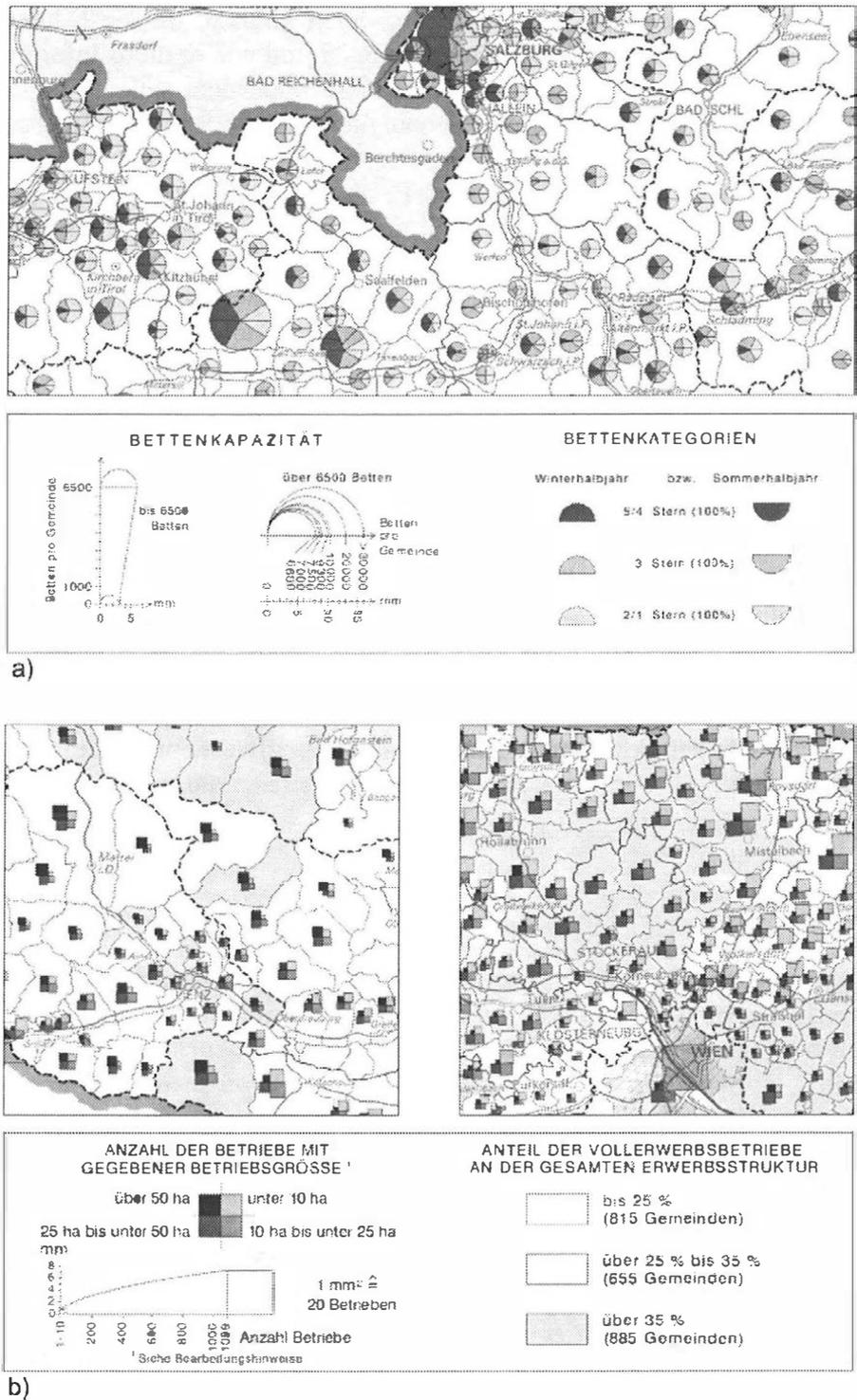


Abb. 7: Kartenraum des komplexen Kartographischen Informations- und Kommunikationssystems „Kartenwerk Österreich“ und zugleich „Interaktiven Multimedialen Kartographischen Informationssystems Österreichs“.
 a) Fremdenverkehr (Berichtsjahr 1994); b) Land- und Forstwirtschaftliche Betriebsgröße (Berichtsjahr 1990).

Auf 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 komplexen Informationssystem für ihn von Bedeutung ist und wie er diese Informationen in seine Entscheidungsvorbereitungen, ev. Projektvorschläge und nicht zuletzt in die wirksamen Handlungsoptionen einbinden kann. Bei der Genauigkeit und Richtigkeit, Auflösung, Vollständigkeit und Konsistenz der wahrgenommenen Information spielen psycho-physische Fähigkeiten des Benutzers, sein fachspezifisches Wissen und Erfahrung im Umgang mit der Kartenrauminformation, ihrer maßstabsabhängigen Genauigkeit und Unschärfe eine entscheidende Rolle.

Die Qualitätskriterien zeigen sich hier als besonders abhängig von der gestellten Aufgabe und dem Ziel. Ein Kartenraum als 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 Kartenrauminformation nehmen die Datentransformationen nicht wahr und vergessen, daß sie es nur mit einem Raummodell zu tun haben, dessen Qualität in der geometrisch-topologischen und semantisch-substantiellen Dimension maßstabsbedingt ist und zwar auch dann, wenn die digitalen Werkzeuge des Informationssystems mit höchster Genauigkeit ihre Bearbeitung durchgeführt haben (Lechthaler 1996). 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 .

4 Fazit

Hier eine kurze Antwort auf die Frage im Untertitel des Artikels, nämlich auf die Frage nach Datenqualitätsverlust oder -gewinn im kartographischen Kommunikationsprozeß. Die maßstabs- und perceptionsbedingt beschränkte Vermittlung raumbezogener Informationen in einem kartographischen Kommunikationsprozeß auf der geometrisch-topologischen und semantisch-substantiellen Informationsebene des Kartenraumes kann durch Interaktionen in einem multimedialen Umfeld des kartographischen Informations- und Kommunikationssystems die Datenqualität erheblich verbessern und die primären Geoinformationen bzw. Geodaten in den Kommunikationsprozeß einschließen.

Oben dargestellte Kartenraumausschnitte sind auch Kartenräume des „Interaktiven Multimedialen Kartographischen Informationssystems Österreichs“. In diesem regelbasierten Kartographischen Informationssystem unterlagen die vom Kartographen vorbereiteten und dadurch vom System vorgegebenen und zugelassenen sinnvollen Zugriffe auf die primären Geodaten- und Kartendatensätze auch dem kartographischen Modellbildungsprozeß (Kelnhofer et al. 1997).

Interaktionen, Animationen und Multimedialität (Dransch 1997, Cartwright et al. 1999) eröffnen weitere, zur Zeit kartographisch noch nicht genügend erforschte Möglichkeiten der Informations- und auch Erkenntnisakquisition. Ist das ein Weg zur so erwünschten „Maßstabslosigkeit“ des Kartenraumes? Es hängt zuletzt vom Benutzer ab, ob er mit der Erschließung so

aufbereiteter Informationen einen Datenqualitätsgewinn bzw. eine Wissensveredelung erzielen kann.

Literaturverzeichnis

- Cartwright W., M. Peterson, G. Gartner*: MULTIMEDIA CARTOGRAPHY. Heidelberg: Springer Verlag. (1999).
- Caspary, W.*: Qualitätsmerkmale von Geo-Daten. ZfV (1992), 7, S. 360-367.
- Dransch, D.*: COMPUTER-ANIMATION IN DER KARTOGRAPHIE – THEORIE UND PRAXIS. Berlin, Heidelberg: Springer (1997).
- Hake, G.*: KARTOGRAPHIE I. Berlin, New York: Gruyter, (1988).
- Harbeck, R.*: Ergebnisse der Session „Qualitätsprüfung und Zertifizierung“. In: Geoinformationssysteme – Vorteile, Hindernisse, notwendige Schritte“ – DDGI- Workshop im Rahmen der INTERGEO '96. GEO-INFORMATION-SYSTEME, 9 (1996), 6, I-IV.
- ISO DIN 8402*: QUALITÄTSMANAGEMENT UND QUALITÄTSSICHERUNG. Begriffe; Entwurf. (März 1992).
- ISO ÖNORM 14825*: GEOGRAPHIC DATA FILES (ISO/DTR). Entwurf (1996).
- Kelnhöfer, F.*: INTERAKTIVE KARTOGRAPHIE UND KARTOGRAPHISCHE SEMIOTIK. In: BEITRÄGE ZUM SEMIOTIKKONGRESS DRESDEN. (1999 a). (in Druck).
- Kelnhöfer, F. u. R. Ditz*: INTERAKTIVE ATLANTEN – EINE NEUE DIMENSION DER KARTOGRAPHISCHEN INFORMATIONSMITTLUNG. In: MITTEILUNGEN DER ÖSTERREICHISCHEN GEOGRAPHISCHEN GESELLSCHAFT. Wien (1995), Bd. 139. S.277-312.
- Kelnhöfer, F., A. Pammer u. G. Schimon*: PROROTYPE OF AN INTERACTIVE MULTIMEDIA ATLAS OF AUSTRIA. In: *Cartwright, W., M.P. Peterson u. G.Gartner (Hrsg)*: MULTIMEDIA CARTOGRAPHY. Berlin-Heidelberg: Springer. (1999 b), S. 87-97.
- Lechthaler, M.*: VISUALIZATION AND INTERPRETATION OF SPATIAL INFORMATION WITHOUT UNDERSTANDING THE CARTOGRAPHIC RULES? In: *Folving, S. u. A. Burril*. (Hrsg): SCALE AND EXTENT. PROCEEDINGS OF THE EUROCATO 13 1996, Joint Research Centre, Ispra, Italien. (1996), S.111-122.
- Lechthaler, M. u. S. Kasyk*: Systemunterstützte kartographische Generalisierung flächenhafter Objekte. ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNG UND GEOINFORMATION. 86 (1998), 4, S. 209- 216.
- Leithäuser, J.G.*: MAPPAE MUNDI. DIE GEISTIGE EROBERUNG DER WELT. Berlin: Safari Verlag, (1958).
- Maser, S.*: GRUNDLAGEN DER ALLGEMEINEN KOMMUNIKATIONSTHEORIE. Stuttgart: Kohlhammer (1973).
- Morris, Ch.*: SIGNIFICATION AND SIGNIFICANCE. Cambridge: Mass (1964).
- Morrison, J. L.*: SPATIAL DATA QUALITY. In: *S. C. Gupta, J. L. Morrison* (Hrsg.): ELEMENTS OF SPATIAL DATA QUALITY. U.K.: Elsevier Science Ltd. (1995), S. 1-13.
- Morrison, J. L.*: IMPORTANT INITIATIVES IN GEOGRAPHIC INFORMATION SCIENCE AND SPATIAL DATA COLLECTION WITH IMPLICATIONS FOR CARTOGRAPHY. In: *C.P. Keller* (Hrsg.): TOUCH THE PAST, VISUALIZE THE FUTURE. PROCEEDINGS OF THE 19th INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC CONFERENCE 1999, Ottawa, Canada. (1999), Bd.1, S.43-49.
- Neumann, J.*: ENZYKLOPÄDISCHES WÖRTERBUCH KARTOGRAPHIE IN 25 SPRACHEN. München: K. G. Saur, 1997.
- Peterson, M. P.*: TRENDS IN INTERNET MAP USE – A SECOND LOOK. In: *C.P. Keller* (Hrsg.): TOUCH THE PAST, VISUALIZE THE FUTURE: PROCEEDINGS OF THE 19th INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC CONFERENCE 1999, Ottawa, Canada. (1999), Bd.1, S.571-590.
- Schaff, A.*: EINFÜHRUNG IN DIE SEMANTIK. Frankfurt, Wien (1969).

Bemerkung

Die Karten (Abbildung 7) wurden von der Verfasserin im Rahmen des im Kapitel 3.3.1 erwähnten FWF Projektes gemeinsam mit Dipl. Ing. A. Pammer und Dipl. Ing. S. Uhlirz am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien bearbeitet.

Entscheidungsmittel „Karte“

Reinhard Mang, Wien

Zusammenfassung

Die allgemeinste Aufgabe einer kartographischen Ausdrucksform ist die Visualisierung zwei-, drei- oder vierdimensionaler Relationen von Objekten. Zweidimensionale kartographische Ausdrucksformen sind dabei auf eine inhaltlich und/oder graphisch reduzierte Anzahl darstellbarer Dimensionen angewiesen. Es wird gezeigt, daß Karten auch als eine besondere Form von Tabellen aufgefaßt werden können, wodurch sich bekannte kartographische Visualisierungsprobleme aus einem anderen Blickwinkel betrachten lassen. Ohne nähere empirische Absicherung kann behauptet werden, daß bereits „sehr wenige“ Variable „sehr weniger Objekte“ ausreichen, um den Informationskanal „Karte“ jenem einer rein textlichen Darstellung vorzuziehen.

Abstract

Cartographic means of communication primarily should visualize two-, three- or four-dimensional relations between any kinds of objects. Focusing on (only) two-dimensional cartographic representations evolves a reduction of graphical as well as thematic dimensions to be visualized. It is shown in this paper that maps may be interpreted as a special kind of tables. From this point of view, some cartographic visualisation problems may be regarded quite differently. Beyond any empirical base, it can be shown that the even very few variables of very few objects are sufficient to choose the information channel „cartographic means of communication“ instead of the rare textual one.

1 Einleitung

Informationen sind Nachrichten mit entscheidungsauslösender Bedeutung. „Entscheidung“ ist dabei ein „Akt menschlichen Verhaltens, sich auf eine von zwei Möglichkeiten festzulegen“. Informationen können in visueller Art

- modular-sequentiell (z. B. durch fortlaufende Texte aus alphanumerischen Zeichen) und/oder
- integrativ-parallel (z. B. durch Bilder, aber auch - und dies ist Gegenstand der vorliegenden Darstellung - Karten)

vermittelt werden. Es wird ohne weiteren Beweis davon ausgegangen,

- daß hinsichtlich der Geschwindigkeit und der Menge der erfassbaren Informationen die integrativ-parallele der modular-sequentiellen Vermittlung überlegen ist („ein Bild sagt mehr als tausend Worte“),

- daß aber einwandfreie (karto-)graphische Informationsvermittlungen einen sehr hohen technischen und personellen Aufwand erfordern.

In diesem Beitrag sollen Einsatzbedingungen für das integrativ-parallele Informationsvermittlungsmedium „Karte“ als Entscheidungsmittel umrissen werden. Dabei wird versucht,

- die „Karte“ als Sonderform einer allgemeinen „Matrix“ darzustellen und
- Kriterien für den Einsatz von Karten zu formulieren.

2 Entscheidung

2.1 Entscheidungsgrundlagen „Geoobjekt“ und „Geofaktor“

Entscheidungen werden aufgrund der Merkmalsausprägung von Objekten (hier verstanden als „Gegenstände des Denkens oder Handelns“) getroffen. So kann etwa ein Objekt „Flugzeug“, versehen mit den Merkmalen „bewaffnet“, „feindlich“, „Entfernung 5000 m“, „Anflug auf die eigene Stellung“ die militärische Entscheidung „Auslösung einer Fliegerabwehrhandlung“ bewirken. Von „entscheidender“ Bedeutung ist dabei offenbar in erster Linie das Merkmal „Ort“ des betreffenden Objektes. Ist dieses Merkmal tatsächlich „handlungsauslösend“, so kann das betreffende Objekt unter diesem Aspekt isoliert als „Geoobjekt“ bezeichnet werden. („Geo“ weist dabei auf Methoden und Verfahren der Entscheidungsfindung aus dem Bereich der Geowissenschaften hin.)

Das Merkmal „Ort“ eines Objektes kann aber nur dann entscheidungsbestimmend sein, wenn das Objekt in irgendeiner funktionalen Beziehung (einer Funktion) zu einem oder mehreren anderen Objekten steht. In diesem Fall wird das Geoobjekt zu einem Element eines Systems - eines Geofaktorensystems.

2.2 Entscheidungsberechnung

Können die Funktionen innerhalb des Geofaktorensystems formalisiert werden, dann ist dessen Algorithmierung und damit die Berechnung seines Verhaltens möglich. Dazu sind weder herkömmliche textliche noch kartographische Informationsvermittlungen, sondern lediglich Merkmalsausprägungen in maschinenverarbeitbarer Form, also Daten sowie die entsprechenden Verarbeitungsvorschriften (Algorithmen der Funktionen) erforderlich. In trivialer Vereinfachung kann man etwa aus der Kenntnis der Merkmale „wirksame Reichweite“ von Waffensystemen den logischen Ort und Zeitpunkt der Eröffnung des Feuerkampfes zweier sich aufeinander zubewegender feindlicher Waffensysteme errechnen.

Derartige Entscheidungsberechnungen setzen grundsätzlich eine vollständige Verfügbarkeit aller erforderlichen Daten voraus. Diese Bedingung kann jedoch in den allerwenigsten Fällen quantitativ und qualitativ erfüllt werden. Deshalb werden häufig nur Teile von Geofaktorensystemen algorithmiert und unberücksichtigte Teile dem entscheidungssuchenden Menschen in geeigneter Form dargestellt und vermittelt. Diese Darstellung erfolgt dabei derart, daß bestimmte Merkmale mehrerer Objekte miteinander rasch verglichen werden können. An Stelle berechneter treten dann zum Teil intuitive, induktiv-empirische, individuell begründete Entscheidungen. Auf der Grundlage dieser Realitätsabstraktion bzw. -vereinfachung

(Modellbildung) beruhen alle maschinellen, aber auch alle menschlichen Entscheidungsprozesse. Wäre dies nicht so, gäbe es keinen „Zufall“.

3 Vermittlung der Merkmalsausprägungen von Objekten

3.1 Informationstheoretische Aspekte

Grundsätzlich können alle entscheidungsbedeutsamen oder -bestimmenden Merkmalsausprägungen von Objekten (Attributwerte) in Form von alphanumerischen Texten (modular-sequentiell) vermittelt werden. Im Wege einer Redundanzminimierung können derartige Texte auch auf Tabellen (zeilen- und spaltenförmige Anordnung von Aussagen) abgebildet werden.

Tabellen können im Prinzip die gesamte objektivierbare Realität erfassen. Diese Tatsache machen sich im Bereich der Informatik die sogenannten „relationalen Datenbanken“ zunutze, die auch bei „Geoinformationssystemen“ (GIS) zum Einsatz gelangen.

Eine derartige Tabelle kann z. B. m Merkmale (Spalten) von n Objekten (Zeilen) darstellen (Abbildung 1). In dieser Tabelle können

- als Objekte z. B. verschiedene Fliegerabwehr (FlA) - Waffen,
- als Merkmale deren Kaliber, Reichweite, Feuergeschwindigkeit, u. dgl.

gedacht werden. Die Merkmalsausprägung wird im konkreten Beispiel durch Ziffern dargestellt.

		Merkmale			
		I	II	III	IV
Objekte	A	4	1	2	2
	B	3	4	1	1
	C	3	2	2	1
	D	1	3	3	4
	E	4	4	4	3

Abb. 1: Darstellung von 4 Merkmalen von 5 Objekten in einer Tabelle

Die Reihenfolge der 5 Objekte (A, B, C, D, E) und der 4 Merkmale (I, II, III, IV) in der Tabelle sei a priori nicht festgelegt. Objekt A ist also nicht etwa „mehr wert“ als Objekt E, weil es an erster Stelle steht. Merkmal IV ist ebenso nicht weniger „wichtig“, weil es an letzter Stelle steht.

Die Merkmalsausprägungen selbst werden in Abbildung 1 durch Ziffern dargestellt. Diese Ziffern könnten z. B. Namen oder Farben, aber auch meßbare Größen repräsentieren. Ist letzteres der Fall, dann können diese Ziffern in eine logische, ordinale Reihenfolge gebracht werden. Eine Merkmalsausprägung „1“ indiziert dann z. B. „weniger“ als die Merkmalsausprägung „4“.

Eine derartige Reihenfolge von Merkmalsausprägungen kann nun durch eine einfache „Umstellung“, eine Transformation des Tabellenaufbaus auch „quasi-graphisch“ zum Ausdruck gebracht werden. Man ersetzt die Objekte und ihre Merkmale (also die Kriterien der Zeilen- bzw. Spaltengliederung) durch die Ausprägungen zweier Merkmale, die man als besonders wichtig erachtet und die man daher in eine unmittelbar graphische Darstellung umsetzen möchte.

Im obigen Datensatz setzt man z. B.

- anstelle der Objekte A, B, C, D und E für die Zeilen das Merkmal I mit den Ausprägungen 1, 2, 3, und 4 sowie
- anstelle der Merkmale I, II, III und IV für die Spalten das Merkmal II mit den Ausprägungen 1, 2, 3, und 4:

		Merkmal II				
		Ausprägung				
		1	2	3	4	
Merkmal I	Ausprägung	4	A (2, 2)			E(4, 3)
	3		C (2, 1)			B(1, 1)
	2					
	1			D(3, 4)		

Abb. 2: Transformation einer Tabelle zu einer Matrix

Die die Objekte kennzeichnenden alphanumerischen Zeichen stehen - abhängig von der Ausprägung der Merkmale I und II - innerhalb der Tabelle. Ihre Positionen in Bezug auf die Zeilen und Spalten dieser Tabelle (die „Tabellenachsen“) können nun Aussagen vermitteln wie z. B. ein Objekt,

- dessen Merkmal I den Wert 4 und
 - dessen Merkmal II den Wert 4
- aufweist, hat die Bezeichnung „E“;
- sein Merkmal III hat den Wert „4“;
 - sein Merkmal IV hat den Wert „3“.

In dieser transformierten Tabelle kann man also offenbar aufgrund der relativen und - in Bezug auf die „Achsen“ der Tabelle - absoluten Positionen von Objekten visuell unmittelbar relative Vergleiche anstellen und absolute Werte ablesen, z. B.

- je weiter „links unten“ ein Objekt liegt, desto „geringer“ sind seine Merkmale I und II ausgeprägt,
- je weiter „rechts oben“ ein Objekt liegt, desto „größer“ sind seine Merkmale I und II ausgeprägt.

Tabellen, in denen die Position, der Ort von Zeichen Aussagen beinhaltet, werden in der Mathematik als „Matrix“ bezeichnet. Die Merkmale I und II in Abbildung 2 werden also nicht alphanumerisch, sondern durch ihren Ort in der Matrix, somit also letztlich durch eine graphische Variable vermittelt. Es ist deshalb naheliegend, auch andere Merkmale der Objekte in graphische Variable umzusetzen, um die Vorteile der integrativ-parallelen Informationsvermittlung intensiv zu nutzen. In Abbildung 3 sind daher auch die Merkmale III und IV in graphische Ausdrucksmittel umgesetzt.

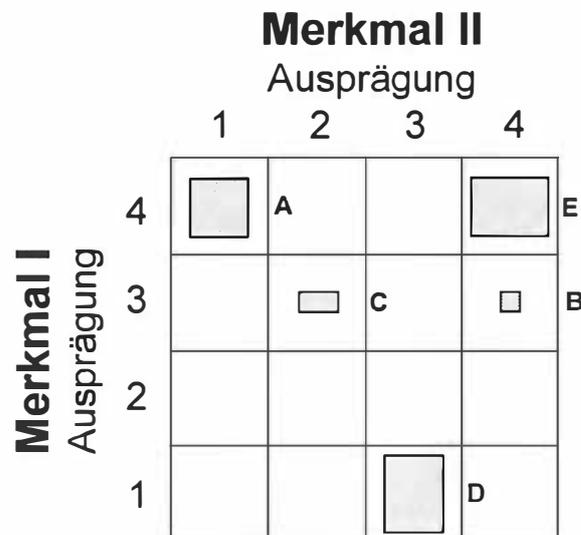


Abb. 3: Transformation einer Matrix zu einer Karte

In Abbildung 3 stellt jeweils

- die Länge der horizontalen Seite der Rechtecke den Wert des Merkmals III,
- die Länge der vertikalen Seite der Rechtecke den Wert des Merkmals IV

dar. Die entstehenden rastergefüllten Rechteckflächen als Produkt aus den Seitenlängen könnten nun, falls zwischen den Merkmalen III und IV ein entsprechender Zusammenhang besteht, eine weitere - durch die entstehende Fläche - quantitative Aussage vermitteln. Die Bezeichnungen der Objekte werden nach wie vor durch die entsprechenden Buchstaben vermittelt, da diese bereits in dieser Form leicht lesbare Informationen darstellen. Eine Kodierung für das (individuelle) Merkmal „Objektnamen“ ist daher nicht zweckmäßig.

Darstellungen in der Art der Abbildung 3 erleichtern den unmittelbaren Vergleich aller 4 Merkmale des Wertebeispiels in adäquater Weise. Bereits der Übergang auf die

positionsabhängige Aussage (Abbildung 2: Transformation einer Tabelle zu einer Matrix) war (bezüglich der Merkmale I und II) gleichbedeutend mit dem Übergang von einer rein alphanumerischen Darstellung zu einer Darstellung mit einer geometrisch-graphischen Aussage. Dieser Übergang wurde in Abbildung 3 nun lediglich auf zwei weitere Merkmale ausgedehnt.

Eine wesentliche Frage ist nun,

- welche Merkmale von Objekten man im Wege der zeilen- und spaltenorientierten Positionierung und
- welche Merkmale man durch graphische Gestaltung „vor Ort“, also an den entsprechenden Schnittpunkten,

graphisch umsetzen soll.

Im Bereich der in Frage stehenden Geofaktorensysteme, in denen der Ort von Objekten im Raum von „entscheidender“ Bedeutung ist, wird man als „wichtigste“ (Spalten- und Zeilen-) Merkmale sicherlich die geographischen oder geodätischen Koordinaten (z. B. φ , λ oder x , y) ansehen müssen. In diesem Fall repräsentiert die Position des objektbeschreibenden Zeichens innerhalb der Matrix also nicht bloß irgendwelche zwei Merkmale, sondern den geometrischen Ort des betreffenden Objektes in einem definierten Raum in entsprechend maßstäblicher Reduktion.

Derartige „Matrizen“ bilden nun letztlich die Grundform der „Karte“. Karten sind also - unter äußerster Abstraktion - nichts anderes als Matrizen, deren Spalten und Zeilen die Objektmerkmale „geometrische Koordinaten“ in diskreter Form darstellen!

Ist also das Merkmal „Ort im Raum“ von Objekten in einem Entscheidungsprozeß entscheidungsbestimmend und gibt es keine Algorithmen zur Berechnung von Entscheidungen aufgrund der Anordnung dieser Objekte im Raum, dann sollte die Abbildung der Realität (also von Geobjekten) auf eine Matrix immer derart erfolgen, daß die beiden Matrizenachsen die Koordinaten der Geobjekte im Raum wiedergeben. Die Abbildung sollte also in kartographischer Form erfolgen.

Zwischen Matrix und Karte lassen sich nun nahezu beliebig viele weitere Analogien aufzeigen. Wird etwa die Anzahl der darzustellenden Objekte vergrößert, entstehen Probleme, die graphischen Zeichen darzustellen. Man kann dann

- die Anzahl der Zeilen und Spalten bei gleichen Außenabmessungen der Matrix erhöhen, um durch feinere Differenzierung die Objekte voneinander trennen zu können (in der Karte ist dies gleichbedeutend mit einer Erhöhung der Verortungsgenauigkeit),
- den Platz innerhalb der Zeilen und Spalten durch Vergrößerung der Matrix erhöhen (in der Karte ist dies gleichbedeutend mit einer Vergrößerung des Maßstabes),
- eine Objektreduktion durch Objektauswahl vornehmen (in der Karte ist dies gleichbedeutend mit „quantitativer Generalisierung“ oder
- eine Vereinfachung der Darstellung durch Merkmalsreduktion vornehmen (in der Karte ist dies gleichbedeutend mit „qualitativer Generalisierung“).

Herkömmliche Matrizen werden typographisch derart gestaltet, daß sie lesbar, also auswertbar sind. Dies erscheint selbstverständlich und sollte daher auch für die Matrixversion „Karte“ gelten. Es erstaunt daher oftmals, welche Gestaltungen im typographischen Bereich undenkbar, im kartographischen Bereich aber offenbar durchaus üblich sind.

Eingangs wurde die Frage nach den grundsätzlichen Arten der Informationsvermittlung angesprochen. Ohne weitere Begründung wurde die integrativ-parallele der wesentlich einfacheren modular-sequentiellen Informationsvermittlung vorgezogen. Es erhebt sich daher die Frage, wann sich denn nun der Aufwand für die Erstellung einer Karte überhaupt lohnt bzw. wann dies unumgänglich erforderlich ist. Anders ausgedrückt,

- ab welcher Anzahl von Geobjekten und
- ab welcher Anzahl von Merkmalen dieser Geobjekte

„Karten“ i. o. S. zum Einsatz gelangen sollten. Eine gegenseitige Anordnung von zwei Objekten in einem zweidimensionalen Raum mit jeweils einigen wenigen Merkmalen kann auch ohne Karte noch „mental visualisiert“ werden und als Grundlage allfälliger Entscheidungen dienen. Bei mehr als zwei Objekten oder mehreren sonstigen Merkmalen wird dies alsbald unmöglich.

Die folgenden Feststellungen zu dieser Frage sind empirisch nicht abgesichert und stellen deshalb lediglich einen Denkansatz zur Lösung der o. a. Frage dar. Abbildung 4 veranschaulicht diesen Denkansatz in graphischer Form.

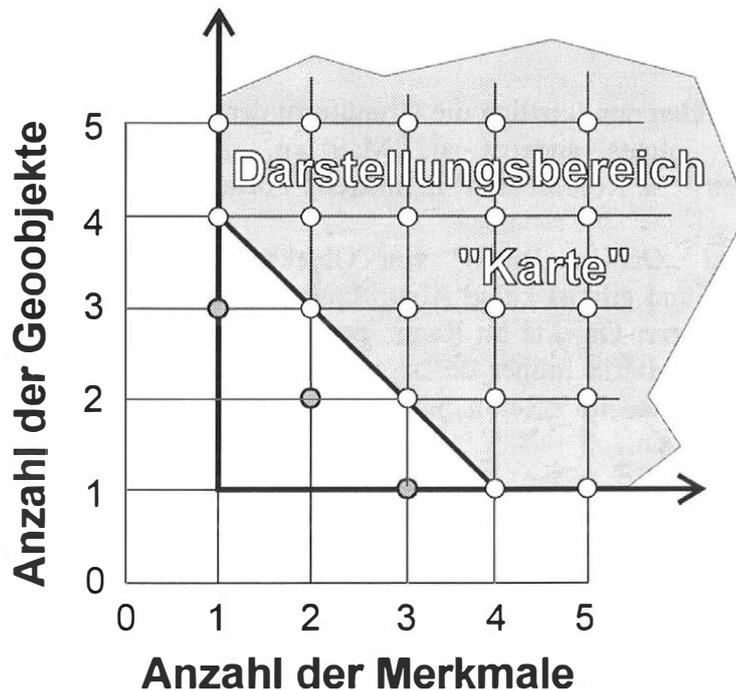


Abb. 4: Hypothetischer Zusammenhang zwischen Objektanzahl, Merkmalsanzahl und modular-sequentieller (alphanumerischer) bzw. integrativ-paralleler (kartographischer) Merkmalsvermittlung

Die Abbildung zeigt, daß zweidimensionale Ortsrelationen ohne mentale Hintergrundinformationen lediglich

- zwischen drei Objekten mit je einem Merkmal oder
- zwischen zwei Objekten mit je zwei Merkmalen

ohne alle anderen Kombinationen aus Objektanzahl und Objektmerkmalen nur mit Hilfe einer (karto-) graphischen Darstellung adäquat vermittelt werden können. Abweichungen von dieser

Aussage sind zweifellos möglich, doch soll die Abbildung lediglich zeigen, wie gering die sequentiellen Verarbeitungskapazitäten des menschlichen Gehirns sind und wie früh bereits die „Gestaltwahrnehmungskapazitäten“ dominieren.

3.2 Inhaltlich-thematische Aspekte

Eine lediglich alphanumerische Vermittlung von Informationen über Geofaktorensysteme kann immer dann entscheidungshinreichend sein, wenn

- eine sehr genaue Formulierung des entsprechenden Informationsbedarfs sowie
- eine gründliche Kenntnis des betroffenen Geofaktorensystems

gegeben ist.

Herkömmliche Karten mit inhaltlich vielfach willkürlicher, weil nicht entscheidungsorientierter Geofaktorendarstellung können für derartige Informationspräzisierungen allenfalls Denkanstöße liefern. In einer derartigen Funktion sind Karten dann aber nicht Entscheidungsmittel, sondern lediglich Erkenntnismittel!

Als Entscheidungsmittel soll eine Karte das Produkt eines visualisierten, entscheidungsbedeutsamen/-bestimmenden Geofaktorensystems sein. Das bedeutet, daß alle am beobachteten Wirkungsgefüge beteiligten bzw. als bedeutsam erkannten Geofaktoren und nur diese dargestellt werden sollen.

Im besonderen gilt dies auch für „topographische“ Karten großer Maßstäbe. Sollen diese Karten - wie es einschlägige Definitionen immer wieder fordern - primär Entscheidungsmittel für Orientierungsaufgaben sein, dann wird man allerdings in vielen Bereichen die Grundsätze inhaltlicher Bearbeitung und kartographischer Gestaltung derartiger Produkte neu überdenken müssen.

So könnte einer dieser Grundsätze etwa fordern, daß der Kartenbenutzer in jeder maßstabadäquat definierten Teilfläche der Karte eine möglichst gleich hohe Anzahl von Orientierungselementen vorfinden soll. Damit wäre nun zwar der Grundsatz einer flächendeckenden und die realen Verteilungsverhältnisse wahren Darstellung von Kartenelementen durchbrochen, der Zweck der Karte jedoch besser erfüllt als durch konventionelle Gestaltungsprinzipien. (So können etwa in geschlossenen Waldgebieten Hochstände, untergeordnete Telephonleitungen usw. von „entscheidender“ Orientierungsbedeutung sein! Dagegen erscheint es sinnlos, derartige topographische Objekte auch in solche Bereiche der Karte aufzunehmen und darzustellen, in denen in der Realität andere, wesentlich auffälligere Orientierungsobjekte vorhanden sind.)

Im Prinzip bedeutet diese Forderung lediglich eine konsequentere, engere Auslegung der ohnehin bereits gängigen Kartengestaltungsregeln. Der Begriffsinhalt der „kartographischen Generalisierung“ topographischer Inhalte wäre also lediglich in Richtung auf die Funktion topographischer Karten als Hilfsmittel für Orientierungsentscheidungen zu optimieren.

Für den Einsatz des Entscheidungsmittels „thematische Karte“ ist grundsätzlich jene informationelle Umgebung (topographische Grundkarte sowie die thematischen Kartenelemente) zu definieren, die zur entscheidungsrelevanten Beschreibung des betreffenden Geofaktorensystems „bedeutsam“ und „wesentlich“ ist. Diese (informationelle und kartographische) Umgebung wird in jedem Entscheidungseinzelfall individuell - abhängig vom betroffenen Geofaktorensystem - zu definieren sein. Eine Realisierung dieser Forderung erscheint jedoch nur im Wege informationstechnologiegestützter Verfahren, also kartographischer Informationssysteme möglich. Dann aber verliert jede Art permanenter Abspeicherung von

Karten (z. B. als konventioneller Kartendruck oder als komplettes Rasterfile) - abgesehen vom Problem der Veralterung der Daten - ihren Sinn. Die Karte wird in diesem Fall lediglich Sekunden oder Minuten zur Unterstützung eines ganz konkreten Entscheidungsprozesses, nicht aber Tage, Monate oder gar Jahre - etwa zum Zwecke der Dekoration von Amtsräumen - benötigt!

3.3 Perzeptorische Aspekte

Kartenbilder gehen in bislang nicht hinreichend erforschter „Generalisierung“ (Betonungen, Fortlassungen usw.) allmählich in das eidetische Gedächtnis des Menschen über. De facto erfolgt also zusätzlich zur quantitativen und qualitativen kartographisch-redaktionellen Generalisierung noch eine weitere, nutzerindividuelle perzeptive Generalisierung. Karten werden hierdurch zu den sogenannten „Mental Maps“ transformiert, deren Inhalte oftmals mit jenen der kartographischen Informationsquelle in wesentlichen Teilen nicht mehr übereinstimmen. Auf diese Weise entstehen äußerst resistente Geodatenstereotypen, die vielfach die Basis (z. B. politisch) falscher Entscheidungen bilden.

4 Einsatzgrundsätze für das Entscheidungsmittel „Karte“

Je konkreter ortsbezogene Fragen formuliert werden können, um so eher können alphanumerische Informationsvermittlungen das Treffen von Entscheidungen auslösen und um so weniger sind dafür Karten erforderlich.

Karten als Entscheidungsmittel sind daher immer dann einzusetzen,

- wenn das wirksame Geofaktorensystem nicht hinreichend operationalisiert ist, also Unsicherheiten hinsichtlich des Zusammenwirkens von Art, Menge und Ort der beteiligten Objekte bestehen,
- wenn das wirksame Geofaktorensystem erst Gegenstand der Untersuchung, aber noch nicht Mittel zur Entscheidungsfindung ist (in diesem Falle dienen Karten als Hilfsmittel zur Operationalisierung) oder
- wenn Ortsrelationen anders als zwischen drei Objekten mit je einem Merkmal oder zwischen zwei Objekten mit je zwei Merkmalen vermittelt werden sollen (s. Abb. 4).

Da in den meisten Fällen zumindest eine dieser drei Bedingungen zutrifft, sind Karten als Entscheidungsmittel im Bereich von Geofaktorensystemen bis auf weiteres offenbar nicht ersetzbar. Dies liegt also nicht primär an der Eigenständigkeit ihrer Informationsdarstellung und -vermittlung, sondern vielmehr an den Unzulänglichkeiten der Operationalisierung und Algorithmierung der betreffenden Geofaktorensysteme!

Wann immer daher Karten als Entscheidungsmittel verfügbar sind, ist ihr Heraushalten aus geofaktorenbestimmten Entscheidungsprozessen gleichbedeutend mit einem Absinken der betreffenden Entscheidungsqualität!

Literaturverzeichnis

- Bahrenberg, G., E. Giese*: STATISTISCHE METHODEN UND IHRE ANWENDUNG IN DER GEOGRAPHIE (Teubner Studienbücher Geographie). Stuttgart: Teubner (1975).
- Drosdowski, G.* (Hrsg.): DUDEN Bedeutungswörterbuch. Mannheim, Wien, Zürich: Bibliographisches Institut (1985).
- Drosdowski, G.* (Hrsg.): DUDEN Das große Wörterbuch der deutschen Sprache in sechs Bänden. Mannheim, Wien, Zürich: Bibliographisches Institut (1977).
- Engesser, H.* (Hrsg.), *C. Volker, A. Schwill* (Bearb.): DUDEN Informatik. Mannheim: Dudenverlag (1988).
- Kaltenbach, Th., H. Woerrlein*: DAS GROSSE COMPUTER LEXIKON. München: Markt & Technik (1989).
- Kreyszig, E.*: STATISTISCHE METHODEN UND IHRE ANWENDUNG. Göttingen: Vandenhoeck & Rupprecht (1975).
- Reikerstorfer, G., A. Kasper, J., Böhm, B. Schuh*: GRUNDZÜGE DER INFORMATIK. Wien: Manz (1986).

The Web and Ethics in Cartography

Michael P. Peterson, Omaha

Acknowledgments

The author would like to thank Prof. Dr. Fritz Kelnhofer, Dr. Georg Gartner and other members and students of the Institute of Cartography and Reproduction Techniques at the Technical University of Vienna for valuable discussions during the Spring semester of 1999 that helped formulate the ideas presented here.

Abstract

Cartographers have struggled with a variety of ethical questions that relate both to how maps should properly convey information and the role of maps in society at large. Monmonier questions the ethics of authoring single, highly-authored interpretations of reality. Wood questions the ethicacy of cartographers serving those in power to maintain and expand their influence. A number of ethical questions also surround maps and the Internet. The World Wide Web has emerged as an important new medium for cartography. It is estimated that over 50 million maps are distributed via the web on a daily basis. In the transition to a new medium, ethical questions emerge about the role of cartographers as purveyors of information about the world, and the ethicacy of choosing a medium that limits access to maps.

1 Introduction

Ethics are the moral principles, based on social values, that define a code of right and wrong. Some ethical codes are set in law but most are simply unwritten rules. Acceptance of a common ethic forms the basis of society. The ethical codes may be set in place by society at large or by any particular sub-group of society. The medical profession, for example, is guided by implicit and explicit ethical codes that have a large influence on how doctors provide medical care to patients.

Cartography is also guided by a set of ethical considerations. For example, cartographers value accuracy and communication. It would be unethical, for example, for a cartographer to intentionally falsify a map, as was the case in former communist countries. It would be equally unethical to deliberately create a map that did not communicate information to a potential map user. A host of ethical considerations underlie the entire decision-making process in cartography.

The role of cartographers as "neutral presenters of information" has been brought into question in post-modernism. In "The Power of Maps", Wood (1992) argues that maps are an instrument of the nation-state to wage war, to assess taxes, and to exploit strategic resources. The nation-state is mostly interested in stability and longevity. To this end, cartography is "primarily a form

of political discourse concerned with the acquisition and maintenance of power" (Wood 1992, p.43). Wood argues that ethical considerations in cartography concerning accuracy and communication may not be as important as serving the needs of the nation-state.

McHaffie, Andrews and Dobson and two anonymous employees of the US federal government (1990) identify personal and institutional vigilance in product quality assurance, map plagiarism through violation of copyright law, and conflicts of interests as important ethical issues. They question the nature and validity of cartography's claim to truth ("accuracy"), and assert that cartographic ethics cannot be extricated from the values of the larger society that commissions the production of cartographic information.

Monmonier (1991) questions the ethics of the "Single Map Solution." He argues that any single map is a highly selective, authored view reflecting map scale, geographic scope, feature content and data classification. He suggests that the skeptical map viewer should question whether a) an ulterior motive led to a biased view of reality favoring the author's biases, and/or b) whether a lazy map author failed to explore designs offering a more coherent or complete picture of reality. Technology, on the one hand, has aggravated the problem of the one map solution by placing powerful mapping software at the disposal of amateurs. But, he argues, technology can foster greater openness and a more complete understanding of maps and their meaning, and thereby provide a more ethical approach to cartographic analysis and communication. He goes on to present six strategies for a more open and overtly critical cartography in which one-map solutions are both rare and suspect.

Certainly, the major development in cartography in the 1990s has been the dramatic increase in the use of the Internet for distributing maps. Having its beginnings as ARPANET in 1969, the Internet now consists of several data communications protocols including e-mail and the file-transfer protocol (FTP). The dramatic increase in the use of the Internet during this decade can be attributed to the World Wide Web (Crampton 1995). The Web is now a major communications medium. In the process, it has also become the primary means of map distribution. The use of the web for map distribution and map use raises a number of ethical questions. First, we examine the growth and usage of this new medium.

2 The Web

Conceived at the European Particle Physics Laboratory (CERN) in Switzerland, the WWW introduced the principle of "universal readership," a concept that networked information should be accessible from any type of computer in any country with a single program. It was originally intended to assist researchers in high-energy physics research by linking related documents. The developers wanted to create a seamless network in which information from any source could be accessed in a simple and consistent manner. A prototype of the new protocol was finished in 1991. The first widely available browser, Mosaic, was introduced by the National Center for Supercomputer Applications (NCSA) in 1993. Netscape, a commercial successor to Mosaic, was introduced at the end of 1994 and Microsoft followed with Explorer in 1995.

The rapid growth of the web has been astounding. In June of 1993 there were only 130 web servers. By mid-1995 there were 23,500 web servers and this had grown to 230,000 by 1996 and 2.4 million by 1998. The web now dominates the Internet. By 1999, the web generated 68% of all Internet traffic while e-mail and FTP each had about 11% (www.cyberatlas.com). As the web has become increasingly commercialized, a considerable amount of data has been collected on web usage. The number of Internet users is growing rapidly. Estimates of Internet use in the United States are fairly consistent at about 30% of the population (the US ranks fifth in the world

behind Iceland, Finland, Sweden and Norway). MediaMatrix.com reports that the average web user spends nearly six hours looking at 355 pages per week over 10 sessions. They also found that each page is examined for an average of 59 seconds.

Once primarily used by the upper-middle class and the well educated, the Internet has become more mainstream. The report found that 51 percent of those planning to get Internet access are over the age of 35. Almost half (49 percent) of the group have only a high school education or less. More than half of those planning to go online (58 %) make less than \$50,000 a year.

Web users in the United States are also divided relatively equally by sex. 52% of web users are male and 48% are female (the actual percentage of male and female is 52% female and 48% male). Web surfers are only 9% more likely to be male. In terms of age, web usage remains high until about the age of 55. Only 6% of 55-64 year old people had accessed the web in the past 30 days. This is compared with 26% in the 25-34 year old category and 28% in the 35-44 age group (Thompson 1999b).

The number of Internet users around the world is growing quickly. The Computer Industry Almanac has reported that by the year 2000, 327 million people around the world will have Internet access. This is up from 61 million in 1996 and 148 million in 1998. Estimates for 2005 are 720 million. The top 15 countries will account for nearly 82% of the these worldwide Internet users (including business, educational, and home Internet users). By the year 2000 there will be 25 countries where over 10% of the population will be regular users of the Internet (Cyberatlas 1999).

Access to the Internet varies considerable by country. Table 1 shows the approximate populations that have Internet access. A common definition of "Internet Access" is use of the Internet in the past week. The percentage of people that have access to the Internet varies from 61% in Iceland to .02% in Vietnam.

<i>Country</i>	<i># of Users</i>	<i>% of Users</i>
Australia	4.2	23%
Austria	0.4	4.9%
Belgium	0.4	3.9%
Brazil	3.8	2.2%
Canada	6.3	26%
China	1.5	1.25%
Denmark	0.7	13%
Egypt	0.4	0.6%
Finland	1.4	37%
France	2.9	6%
Germany	8.4	10.5%
Iceland	0.12	61%
India	1.0	1%
Ireland	0.5	11%
Israel	0.5	10%
Italy	2.6	4.5%
Japan	11.5	9.2%
Malaysia	0.25	1.1%
Mexico	0.5	0.5%
Norway	1.34	30.4%
Netherlands	3.3	27%

Portugal	0.2	1.9%
Saudi Arabia	0.1	0.5%
Singapore	0.25	6.4%
Slovak Rep.	0.5	9.5%
South Africa	1.0	2.2%
Sri Lanka	1.0	5.3%
Sweden	3.0	33%
Taiwan	2.4	11.4%
UK	7.0	15%
US	79.4	30%
Vietnam	0.015	.02%

Table 1: Internet Access by Country. The number of weekly users are given in millions. The percent of users is specific to the population of each country.

This general distribution is reflected in the map in Figure 1 that depicts the world distribution of Internet hosts in July of 1998. North America, Europe, and the Pacific rim dominate in the location of Internet hosts, but a large number of Internet hosts can also be found in South America, the South Pacific and South Africa.

The Internet July 1998

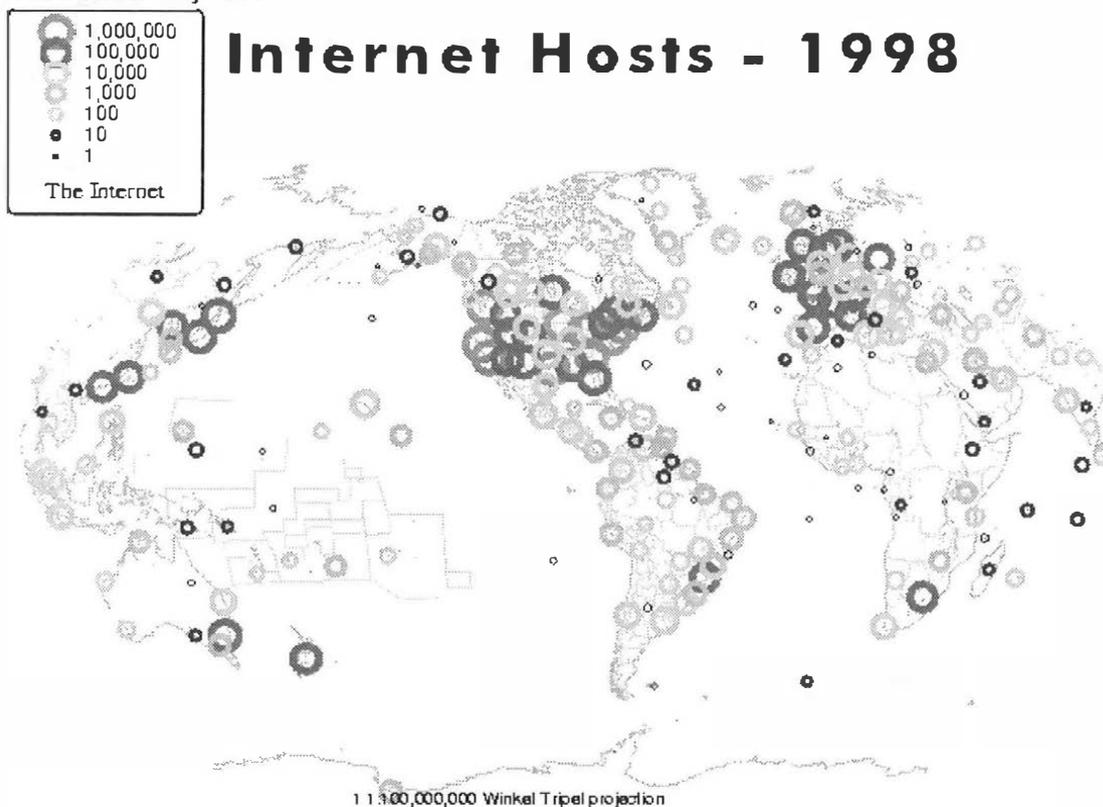


Fig. 1: World Distribution of Internet Hosts in July 1998

Maps represent a major component of Internet traffic but assessing map use on the Internet is not an easy task. There are large number of web sites that distribute maps but no coordinated method of measuring the number of maps that are downloaded. Beyond this, of course, there is no way to determine if the maps that are downloaded through the web are used or utilized in any effective manner. But, the growth in the number of maps that are distributed through the web is astounding. In 1997, computers at the commercial MapQuest.com site were able to generate 1000 maps a minute. By 1999, MapQuest responded to an average of about 2,500 user-defined maps a minute, with peak production much higher. Over five million, user-specified maps were distributed by MapQuest on daily basis during 1999.

3 The Web as New Medium for Cartography

The author gave a talk in 1998 to several groups of ninth graders at a local high school. There were enough computers with Internet access that only a few students needed to share a computer. The talk was based on a web page that had links to information about geography and maps. When students accessed the first map, they began to click on it with the mouse in an attempt to make it "do" something. It was a static map, of course, and all of their clicking was in vain. It had been selected for the presentation because it was an example of well-designed map for the web with a good choice of colors and text that was even legible. That didn't seem to matter to the students. The map didn't "do" anything and they wanted to move on.

The World Wide Web (WWW) has become a major communications medium. In the process, it has also become the primary means of map distribution. On a daily basis, more maps are distributed through the web than are printed on paper. The web is where people now go to find a map. More importantly, as those ninth graders made clear, the web has changed map user expectations. Maps can no longer be static. We need to better understand how this new medium can be used for cartography.

4 Ethics and the Web

The introduction of the web has fostered a new set of ethical questions. McGranaghan (1999, p. 3) argues that "anyone with a modicum of technical savvy can 'publish' any content they wish on the internet, without the editorial and market constraints which ostensibly encourage accurate, well-crafted content in traditional media." He goes on to question whether we can place any trust in the maps presented on the web. He admits, however, that the initial trust in any map – based on necessity and the leap of faith guided by critical assessment – is all we have ever had to establish trust in maps.

A host of other ethical problems are associated with the distribution of maps through the Internet. Computer monitors have different display characteristics which means that maps will not be displayed at the same size, even on identical monitors. It is somewhat like printing a series of maps on paper and then having each map change in size after it has been printed. The bar scale is the only expression of map scale that can still be used on these maps – all numeric scales are rendered meaningless. Is it ethical to print maps when the size of that map cannot be controlled? Colors also appear differently on different monitors, raising similar ethical questions.

These problems are not unique to cartography. Online stores that sell clothes, for example, will certainly want a system that shows the colors of garments correctly so that customers are not disappointed when they receive the item. Some high-end monitors already incorporate color

correction software. Depicting the size of objects correctly will be another concern in the commercial sector. Market forces will demand better standards for the display of their products, which will, in turn, benefit the display of all graphics, including maps.

Probably the most troubling ethical question presented by the web concerns its status as a medium. For, if the web is regarded as a significant medium that conveys information to large groups of people, where does this place other mediums, like paper? For example, most cartographers would agree that it is unethical to put maps on stone because these maps can not be easily duplicated or transported and only a few people would have the opportunity to view them. Cartographers would be limiting access to their maps by choosing this medium and this would be unethical.

The same, of course, can be said for maps on paper. They also can not be as easily duplicated or transported as maps through the Internet. Is it, therefore, unethical to print maps on paper? Why would cartographers want to intentionally limit access to their products by using a medium that has such a small potential for readership? Is it that cartographers only want a few, select people to be able to view their products? Are economic considerations the overriding concern? The printing maps on paper can only be justified if the intention is to limit their distribution. From this perspective, the printing of maps on paper is unethical.

Economic considerations are, of course, important. Cartographers must earn a living and paper is a tangible medium that can be exchanged for money. The maps are printed at a larger size and a finer resolution so that they cannot be easily duplicated. The paper medium forces to map user to pay. But, maps should be viewed as something more than an economic commodity. They are like a window to the world. In our understanding of the world, they are at the boundary between the known and unknown and this information should be not be kept from people. Like water, it is information we all need to survive. Maps can not be left in the hands of the few.

5 Conclusion

Maps are an important source of information and the cartographic process by necessity guided by a variety of ethical considerations. An important consideration is which medium should be used to distribute maps. In a few short years, the world-wide-web has become a major medium for the distribution of sorts of information, including maps. Hundreds of millions of people now access the web to access information. More maps are now distributed via the Internet than are printed on paper.

Cartography is now faced with a major ethical question: Continue to distribute limited quantities of maps on paper or provide maps through the Internet to a much wider audience. The information that is presented on maps is seen here to be crucial to gain an understanding of the world. It would, therefore, be unethical to limit access to this information, and equally unethical to continue to print maps on paper.

References

- Crampton, J.*: Cartography Resources on the World Wide Web. In: *CARTOGRAPHIC PERSPECTIVES*, 22, pp. 3-11. (1995)
- Cyberatlas*: www.cyberatlas.com/big_picture/geographics/stats.html. (1999)
- McGranaghan, M.* : The Web, Cartography and Trust. *CARTOGRAPHIC PERSPECTIVES*. Nr. 32, pp. 3-5. (1999)
- McHaffie, P., Andrews, S., Dobson, M. and two anonymous employees of a federal mapping agency*: Ethical Problems in Cartography. *CARTOGRAPHIC PERSPECTIVES*, 7, pp. 3-13. (1990)

Monmonier, M.: Ethics in Map Design. Six Strategies for Confronting the Traditional One-Map Solution. *CARTOGRAPHIC PERSPECTIVES*, 10, pp. 3-8. (1991)

Peterson, M.P.: *INTERACTIVE AND ANIMATED CARTOGRAPHY*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. (1995)

Wood, D.: *THE POWER OF MAPS*. New York: Guilford. (1992)

Was bedeutet und wozu dient „Geographische Fernerkundung“

Martin Seger, Klagenfurt

Vorbemerkungen

Der folgende Beitrag ist eher ein Essay, ungewöhnlich vielleicht im akademischen Umfeld, und dennoch gerade zu einem besonderen Anlaß, dem sechzigsten Geburtstag meines Freundes Prof. Dr. Fritz KELNHOFER, vielleicht gestattet. Was folgt, sind persönliche Ansichten zu einem wissenschaftlichen Thema, in jahrzehntelanger praktischer Erfahrung gewachsen, analog zu sehen etwa zu den (noch viel länger währenden) kartographischen Erfahrungen des Jubilars. Letzteren Begriff möge er mir verzeihen, wir fühlen uns wohl beide nicht als zu Bejubelnde - nehmen uns aber aufgrund der Jahre das Recht heraus, u.a. gelegentlich unkonform zu handeln. So wie ich hier essayistisch versuche, die Frage nach „geographischer Fernerkundung“ weniger aus der Literatur und mehr aus der Reflexion über diverse Projektarbeiten, zu beantworten.

Fernerkundung bezieht sich (hier) auf die erdräumliche Datenerfassung, *airborne* oder aus dem Weltraum, mit Hilfe der *Satelliten- und Sensorentechnologie*. *Remote Sensing*, der internationale Fachbegriff, bedeutet „berührungsfreies Messen“, d.h. über Distanzen hinweg. In diesen Definitionen ist *nichts explizit Geographisches* auszumachen. Ein Set an Technologien, physikalische Theoriebezüge und Methoden der Datenverarbeitung. Ein faszinierendes neues Arbeitsgebiet, für interdisziplinäre Forschungen wie geschaffen. So dachten wir wohl alle, z.B. die Mitglieder am FWF-Forschungsschwerpunkt „Fernerkundung“ unter der Leitung von K. KRAUS¹ in den achtziger Jahren, oder die in der „ASSA“/Wien vereinigten Interessenten am Problemkreis Fernerkundung. De facto jedoch war stets das *eigene Fach* und dessen *fachidiographisches Interesse* an der Fernerkundung mitgedacht, in dieser *Phase der Exploration*: was eben die neuen Technologien und die erdräumlichen Daten für fachinterne Fragen bedeuten und: welche weiteren fachbezogenen Aspekte sich durch das Neue, die Fernerkundung, eröffnen (Goodchild 1992). Heute, und insgesamt etwa zwei Jahrzehnte später, sind die damals neuen Daten und Datenverarbeitungsmethoden Allgemeingut. Der Blick auf fachinterne Fragen steht noch deutlicher im Vordergrund, wenn es sich um die Anwendung von Fernerkundung dreht.

Zusammenfassung

Geographische Fernerkundung setzt sich von der technisch-technologischen Fernerkundung insofern ab, als geographisch-fachinterne Ziele und Probleme den Einsatz von Satelliteninformation und der Methodologie der Datenverarbeitung bestimmen. Was fachinterne Ziele sein können, wird anhand eines „Adressatenkonzeptes“ vorgestellt. Fachliche Qualifikationen werden daneben dort angesprochen, wo die (hermeneutische) Interpretation aus

¹ O. Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. techn. Karl Kraus; Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien.

Satelliteninformationen, zur Anwendung kommt - bei der wissensbasierten Bild- und Datenanalyse.

Abstract

We use the term „geographical“ remote sensing. This should distinguish geographical aims and problems from the technological or numerical questions, related to this subject. But what means „geographical“ in a context of remote sensing? This is explained by an analysis of corresponding addressees and their interests in remote sensing. Respectively: the impact of remote sensing in scientific solutions, related to the groups of addressees. At least, the necessity of geographical knowledge is mentioned, when remotely sensed data and satellite images are analysed by the way of image interpretation. Visual image interpretation is a method near to the detailed and qualitative individual knowledge, as well as data classification is a numerical and quantitative way of analysis.

1 Geographische Fernerkundung

Vorweg eine Anmerkung zu diesem Begriff und zum Titel dieses Beitrages. Unterschiedliche Fachbereiche, beispielhaft seien aus den klassischen „Fächern“ die Geologie und die Geobotanik genannt, haben ihre fachspezifischen Fragen im Zusammenhang mit Fernerkundung präzisiert. Zum Teil sind daraus *eigenständige Arbeitsrichtungen* entstanden, die im regionalen bis globalen Maßstab tätig sind (Geologische Fernerkundung, Vegetations-Fernerkundung). So ist es a priori sinnvoll, auch von einer **geographischen Fernerkundung** zu sprechen: diese bezieht sich auf die Nutzung der Weltraumdaten für spezifisch *geographische Fragestellungen*. Eine Definition dessen, was „geographische Fragen“ sind, wird in Abschn. 3 versucht (Adressatenkonzept). Aus dieser, wie sich zeigt, *Produzent-Konsument-Relation* wird nachfolgend abgeleitet, was geographische Fernerkundung bedeuten kann (im Sinne eines ausgewählten Methodenkanons) und wozu sie dient (im Sinne der Verwendung von Fernerkundungsdaten).

1.1 Zum „Neuartigen Bild der Erde“

Zuvor ein zweites a priori, eine Antwort auf die Frage: was bedeutet für Geographen und für andere raumbezogene Fachgebiete die *Existenz bildhafter Fernerkundungsdaten*? Die Raumfahrt, die die „Plattformen“ (Satelliten) in die Umlaufbahnen bringen, und die multispektralen Scanner, die über ihre Sensoren Daten von Flächenstücken (Pixel) der Erdoberfläche ermitteln, haben eine grundsätzlich *neue Informationsebene* geschaffen. Gekennzeichnet wird diese Information durch drei **Auflösungskriterien**: Grad der *räumlichen Detailliertheit* (Pixelgröße), *spektrale Differenzierung* (Zahl der „Kanäle“ und deren Lage im Spektrum elektromagnetischer Wellen) sowie *geometrische Kriterien* (Maß lagerichtiger Abbildung). **Erdbeobachtung** (Monitoring) wird durch den Bereich der Satellitendaten zu verschiedenen Zwecken und in unterschiedlichen Maßstäben möglich und im Rahmen der Geographie eine neue Qualität der *Landschaftsanalyse*. Die *Fernerkundungsdaten* ermöglichen eine *Erfassung, Beschreibung und Erklärung* von Phänomenen im mittleren bis kleinen Maßstab und leiten ein **Bündel neuer Fragestellungen** ein.

Die Merkmale von Satellitenbildern müssen dem Betrachter bewußt sein: Die *Rasterbilder* von Ausschnitten der Erdoberfläche sind *detailreich und ungeneralisiert* (Alberz 1991). Sie sind Momentaufnahmen einer bestimmten *Jahres- und Tageszeit* mit Schattenwürfen, die durch den

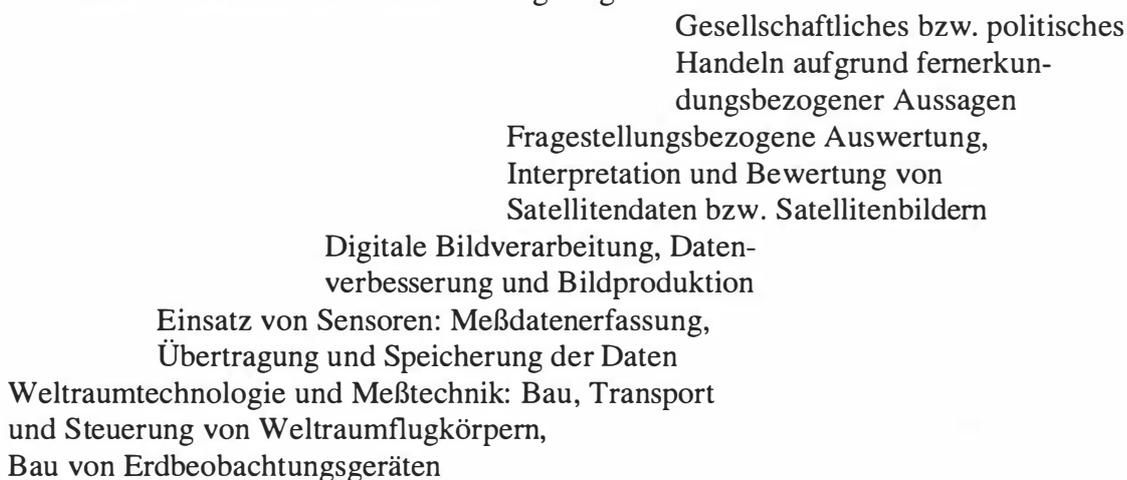
Sonnenstand bestimmt sind. Sofern klarer Himmel herrscht, was eine Einschränkung der Verfügbarkeit bedeutet. Mit Satellitendaten, die von Bewölkung unabhängig entstanden sind (ERS 1, ERS 2), hat der Betrachter eine Reihe anderer Probleme. Schließlich noch zu erwähnen ist eine sachgerechte, d.h. fragestellungsbezogene *Kanalkombination* und die Frage der *Visualisierung*, will man das uns vertraute Farbbild generieren, oder „*Falschfarbenbilder*“, die vielfach überaus aussagekräftig sind.

Wir haben nun einige Merkmale von Satellitenbildern erwähnt, um das Umfeld einer „*geographischen Fernerkundung*“ ableitbar zu machen. Dazu fehlt noch der Vergleich mit Luftbild und Karte. Im Vergleich zum *Luftbild* besteht der regionale Maßstab der erfaßten Flächen und die Verrechenbarkeit der Daten. Die aus der Alltagswelt bekannten erdräumlichen Objekte des Luftbildes (Einzelhäuser, Straßen, etc.) dagegen fehlen in den Satellitendaten gänzlich (oder zumindest fast) aufgrund deren Rasterdatenstruktur (Pixelgröße, Mischpixelproblem). Die Unterschiede zur topographischen Karte liegen auf der Hand. Die Karte hat festgelegte, visualisierte Informationen zur Landschaftsgestalt und zu territorialen Objekten zu liefern. Ihre diesbezüglich optimale Qualität hat sich in Jahrhunderten entwickelt. Das Satellitenbild dient a priori nicht solchen Informationen. Es entstand, wie so vieles im militärischen Bereich, um bestimmte Details zu identifizieren bzw. um Veränderungen zum Zustand vorher (change detection) auszumachen.

Fazit: mit Satellitenbildern und über Satellitendaten liegen grundsätzlich **neue Möglichkeiten der Erdbeobachtung** vor, die die Rauminformationen von Karte und Luftbild ideal ergänzen. Es ist die geographische Fernerkundung, die aufgrund der Breite des Faches die Vielfalt dieser Möglichkeiten optimal nutzen kann (Seger 1996).

1.2 Das Kaskadenmodell. Ein interdisziplinäres end-to-end Schema der Fernerkundung

Unterschiedliche Wissenschaftsbereiche sind auf dem Gebiet der Fernerkundung miteinander verschränkt und das *Produkt des einen* ist Voraussetzung für den Einsatz in einem *anderen* Forschungsgebiet. In einfacher Form, wird im folgenden die end-to-end Verknüpfung im Bereich von Weltraumtechnik und Fernerkundung dargestellt:



Was nun eine **geographische Fernerkundung** im universitären Bereich anlangt, so ist diese in Abhängigkeit von *Institutsschwerpunkten* und von der *Verfügbarkeit* der *technisch-technologischen Ausrüstung* (Bildverarbeitungssysteme unterschiedlicher Mächtigkeit) zu sehen. Möglich erscheinen jedenfalls die folgenden unterschiedlichen *Einsatzfelder der Fernerkundung*:

- **Digitale Bildverarbeitung, Erzeugung analoger und digitaler Produkte** für (im weitesten Sinne) geographische Fragestellungen. Kompetenz durch Erwerb von technischem Know how. Arbeiten im technologisch-methodologischen Verbund der Remote-Sensing-Laboratorien.
- **Nutzung von bildhaften Fernerkundungsprodukten** im Bereich geographischer Erdbeobachtung. Kompetenz vorwiegend in sektoralem Fachwissen. Fernerkundung als Dokumentation und als Datenset zu regionalen Strukturen sowie zur räumlichen Verbreitung und zur inneren Gliederung von Aspekten sektoralen geographischen Interesses.
- **Umsetzung von Problemlösungen** im Feld gesellschaftlich-politischen Handelns mit Hilfe von Informationen, die aus Satellitenbildern ersichtlich sind. Kompetenz in der Verknüpfung von Fachwissen und „politischem“ Handeln. Visualisierung von Fernerkundungsdaten als Argumentationshilfe im Prozeß der raumrelevanten Entscheidungsfindung.

2 Das Adressatenkonzept oder: an wen sich geographisches Arbeiten richtet

Die obigen „Einsatzfelder der Fernerkundung“ betreffen ein Procedere, welches zu einem guten Teil nicht auf das Fach „Geographie“ beschränkt ist. Wir aber stellen doch die Frage nach eben einer „*geographischen Fernerkundung*“, und wir nähern uns dieser Frage über die *Adressaten*, an die sich die Geographie wendet. In einem „*Adressatenkonzept*“ werden diesbezüglich drei Bereiche angeführt: der *Bildungsbereich*, der *Praxisbereich des Faches* und der *Forschungsbereich*. Überlegt man nachfolgend, welche Daten und Methoden der Fernerkundung für Problemstellungen der einzelnen Adressaten adäquat sind, dann kann derart der Inhalt und Umfang einer geographischen Fernerkundung umrissen werden. Das **Adressatenkonzept** stellt sich wie folgt dar:

- **Bildungs- und Informationsaspekt:** Schulgeographie (Fach Geographie und Wirtschaftskunde), klassisches Bildungsbürgertum (Länderkunden, Reiseliteratur), generell natur- und sozialwissenschaftlich orientierte raumbezogene Fragestellungen (nach Prozessen, Strukturen, Verortungen). In Konkurrenz mit anderen Produzenten von raumbezogenen Informationen.
- **Anwendungsaspekt:** praktisch-wissenschaftliche Geographie. Richtet sich an bzw. wird nachgefragt von Instituten mit Ordnungs- und Planungsaufgaben (planungsbezogene Fachbeamte in öffentlichen Institutionen, Planungsbüros, engagierte Bürgergruppen). In Konkurrenz mit anderen anwendungs- und raumbezogenen Studienrichtungen (Raumplanung/Technische Universität, Wien und Landschaftsplanung/Universität für Bodenkultur, Wien).
- **Forschungsaspekt:** wissenschaftliche Geographie. Aktion und Reproduktion des fachbezogenen universitären Apparates unter sich ändernden Rahmenbedingungen. Die Änderungen beziehen sich auf Fragestellungen, Methoden und Technologien, und häufig existieren Zusammenarbeit wie Konkurrenz zu den „Geoästen“ anderer Disziplinen. Dilemma eines „interdisziplinären“ Faches (Wo ist „Interdisziplinarität“ gefragt, außer im generellen Bildungsaspekt des Faches?). Die Tendenz des Wandels von einer Raum- zu einer Gesellschaftswissenschaft scheint abgeschlossen, auch im naturwissenschaftlichen Bereich des Faches (Stichwort „Umwelt“). Unter diesem Gesichtspunkt eröffnet sich eine neue Chance der Interdisziplinarität im Bereich Politikberatung (im weitesten Sinne).

2.1 Fernerkundungsdaten im „Bildungsbereich“

Raumbezogene Bildungsfragen betreffen alle Schul- und Altersstufen. Gemeinsam ist ihnen der Transfer von Wissen und die Befähigung zu bestimmten Fertigkeiten und Handlungsweisen. *Fernerkundungsdaten* werden in Abhängigkeit von Bildungsziel und Altersstufen wohl unterschiedlich eingesetzt, wobei generell die folgende didaktisch-funktionelle Differenzierung vorgenommen werden kann: die Gliederung der Verwendung der Fernerkundungsmaterialien als **Impuls-Information**, als **regionalanalytische** Information und als **digitales Datenset** zur Bearbeitung durch den Benutzer. Dazu die folgenden Erläuterungen:

- **Impuls-Informationen.** Analog zu anderen Materialien, die Aufmerksamkeit hervorrufen und die auf ein *Unterrichtsthema* einstimmen (Bilder, Headlines etc.), sind etwa besonders eindrucksvolle *Satellitenbilder* geeignet. Sie liefern eine unmittelbare und anschauliche Information zu einer konkreten Thematik und damit den Einstieg in einen lebendigen Unterrichtsdiskurs. Weithin bekannte Bilder kommen da in den Sinn: das überhitzte Kühlbecken von Tschernobyl, die Schmutzfahne (oder nur Sedimente?) des Flusses Po in der Adria, das „Ozon-Loch“ erfaßt durch den Satelliten NOAA, ja selbst das tägliche METEOSAT-Wetterbild.
- **Regionalanalytische Informationen.** Ein didaktisch anderes Ziel ist es, Fernerkundungsbilder als vielfältige *regionale Information* zu benützen. Man soll, speziell für den Geographie-Unterricht, die Informationsfülle von Satellitenbildern nicht überschätzen. Denn sie taugen nur im mittleren Maßstab, aber auch hier sind eine Fülle wichtiger regionaler Strukturen, z.B. lineare Elemente (Verkehrs- und Leitungsnetze), nicht sichtbar. Ebenso fehlen natürlich alle jene Merkmale, die besser der regionalen Statistik entnommen werden. Als Ergänzung dazu aber, und besonders wegen seiner unmittelbaren Anschaulichkeit, besticht das Satellitenbild - *wenn man es lesen kann*. Das heißt, die **Bildinterpretation** will gelernt sein und muß gelehrt werden. Beides ist aufgrund praktischer Erfahrungen hinreichend machbar. So werden regionale Merkmale eindringlicher vermittelbar als aus topographischen Karten vergleichbaren Maßstabes. Das Beispiel dazu: Ausschnitt des österreichischen Alpenraumes, Landsat TM und Falschfarben. Unsystematisch einige charakteristische Eindrücke dazu: Umfang der *Schneebedeckung* bis in den Frühsommer, Morphologie des *Hochgebirges*, Flächenumfang des Bereiches oberhalb der Waldgrenze, waldreiche und waldarme Gebirgsgegenden, Hazardfragen, Dauersiedlungsraum als Netzwerk schmaler Schläuche, lineare *Versorgungsstrukturen* anstelle normaler „Hinterländer“, *Alpenösterreich* u.ä. Didaktisch ertragreich auch im Sinne einer problembezogenen neuen *Regionalgeographie*. Das Satellitenbild übernimmt bei einer solchen regionalen Analyse die Funktion einer thematischen Kartierung, und der „Thematic Mapper“ (Landsat TM) wird dieser Aufgabe gerecht. Es versteht sich, daß aber auch multispektrale Klassifikationen in der gleichen Weise für eine regionale Interpretation genutzt werden können.
- **Digitale Bilddatenverarbeitung in der Schule.** *Eigene Bearbeitungen* von Fernerkundungsdaten werden dort möglich sein, wo im Zuge eines verstärkten Informatik-Unterrichts genügend PC's für die Schülerarbeit zur Verfügung stehen. In diesem Falle, oder als Thema des **Wahlpflichtfaches Geographie**, können mit (meist oder nahezu) kostenfrei erhältlichen einfachen Bildverarbeitungsprogrammen z.B. thematische Klassifikationen durchgeführt werden.

2.2 Fernerkundungsdaten in der „praxisorientierten Geographie“

Mit „*Praxisorientierung*“ wird jenes Berufs- und Tätigkeitsfeld umschrieben, in dem Geographen neben dem tradierten Berufsfeld „Schule“ eine *Erwerbstätigkeit* zu begründen vermögen. Sofern dabei raumbezogene Aspekte eine Rolle spielen, handelt es sich meist um Agenden aus dem Umfeld der *Raumordnung und Raumforschung*. Hier hat die Fernerkundung im Rahmen des Luftbildwesens auch seit Jahrzehnten Tradition. Und *Luftbilder* geben zugleich vor, was man z.B. an Eindeutigkeit der Objektidentifikation von anderen *Fernerkundungsdaten* ebenfalls erwartet. Die Aufgabe von Luft- und Satellitenbildern ist dabei primär, ein *Referenzmodell* zu sein für die Verhältnisse in Realraum. Bebauungsgrad und jüngere Siedlungsentwicklung, intensive versus extensive agrarische Nutzung u.a.m. müssen erkennbar sein, um im Diskurs des Planungsgeschehens sinnvoll eingesetzt zu werden. Leider erfüllen etwa die TM-Daten diese Anforderung nicht bzw. nur zum Teil, und so hält sich die *Anwendung der Fernerkundung* in Grenzen. Zumindest solange, bis (wie z.B. von GEOSPACE/Beckel durchgeführt) hochauflösende panchromatische SPOT-Daten mit multispektralen (farbig visualisierten) TM-Daten verknüpft werden. In diesem Fall sowie bei ähnlichen Verfahren, die die visuelle Qualität von fernerkundungsdaten optimieren, entstehen eindrucksvolle Bilder, etwa zur Problematik des Landnutzungswandels zum Landschaftsverbrauch, u.a.m. (Seger 1995).

Die *Nutzung* von derartigen hochauflösenden Satellitendaten *in der Raumplanung* (bzw. in der angewandten Geographie) erfolgt grundsätzlich **nicht**, zumindest bis jetzt und in operationellem Umfang nicht, über *Verfahren der Bilddatenklassifikation*. Dies deshalb, weil klassifizierte Daten nicht mehr erkennen lassen, mit welcher Sicherheit einzelne Pixel einer bestimmten Klasse zugeordnet wurden. Daran ändern auch hochauflösende Datensätze nichts. Denn sie zeigen anstelle der gewohnten (Landnutzungs-)Klassen solche Objektklassen, die maßstäblich darunter liegen: Dächer und Gebäudeschatten, Unregelmäßigkeiten der Vegetationsdeckung in Acker- und Grünlandflächen etc. - mehr „noise“ als „information“.

Daher wird häufig das Verfahren der Bildinterpretation angewandt. Geübte Interpreten schaffen anhand guter Satellitenbilder, gegebenenfalls unterstützt durch andere kartographische Materialien, thematische Karten in Verbindung von tradierten geographischen Techniken mit High-Tech-Informationen. Daneben sind gute Satellitenbilder regionalen Maßstabes in ihrem Aussagehorizont auch für politische Entscheidungsträger nachvollziehbar und einleuchtend. Wohl aus diesem Grund sind Satellitenbilddaten (z.B. im Landesinformationssystem der Steiermark) auch eine der Datenebenen in regionalen GIS-Systemen.

2.3 Zum Forschungsaspekt geographischer Fernerkundung

Im Bereich der geographischen Forschung werden Fernerkundungsdaten in zweierlei Form als Arbeitsmaterialien eingesetzt. *Einerseits*, um als *bildhafte Information* für die erdräumliche Verteilung bestimmter Phänomene zu dienen (Pflanzendecken, Gesteinstypen und Bruchsysteme, Siedlungsentwicklung etc.). Hier setzt die erwähnte *Bildinterpretation*, analog zur Nutzung von Luftbildern, an. *Und zum anderen* sind Fernerkundungsdaten die Grundlage für die *digitale Bildverarbeitung* (Seger und Mandl 1994). Der Methodenkanon kreist um die multivariante Zuordnung einzelner Bildelemente (Pixel) zu den aus Testgebieten bekannten Idealtypen (Landoberflächenklassen). Ein Grundproblem bei den im Vergleich zu herkömmlichen thematischen Kartierungen noch immer mangelhaften Ergebnissen der *automatischen Klassifikation* liegt darin, daß die begrifflich gut definierten Nutzungsklassen meßwertmäßig, d.h. als *Fernerkundungsdaten*, recht unterschiedliche Werte aufweisen können. Andere Probleme liegen in einer adäquaten automatischen Berücksichtigung von Textur- bzw.

Nachbarschaftsparametern. Auf die rechentechnisch-softwaremäßigen Fragen wird hier nicht weiter eingegangen.

Wesentlicher nämlich ist die Frage, ob und wie sich **geographische Interessen** im Bereich der *Fernerkundungsforschung* von jenen anderer Fächer absetzen. Dazu zweierlei. Zum einen ist unbestritten, daß es im Forschungsbereich selbst keine Fachgrenzen gibt - bestenfalls fachspezifisches Know how, durch welches sich die interdisziplinären Mitglieder eines Forschungsfeldes unterscheiden. Und zum anderen bleibt die digitale Bildverarbeitung ein **Arbeitsinstrument**, um mittels Fernerkundung *erdräumliche Phänomene* aufzudecken. Dies wieder ist eben häufig ein Bereich, in dem Geographen umfangreicher vorgebildet sind als andere.

3 Schlußfolgerungen aus dem Adressatenkonzept. Geographische Anforderungen an die Fernerkundung

Vorweg eine Abklärung des *Einsatzes der Fernerkundung* im Zusammenhang mit geographischen Aufgaben. *Fernerkundungsdaten* sind im Kontext konkreter Problemstellungen **Arbeitsmaterialien**. Sie sind das Set an Informationen, mit dessen Hilfe raumrelevante und landschaftlich orientierte Fragen bearbeitet werden. Die Auswertung und Verwendung dieser Arbeitsmaterialien folgt, beispielsweise, den folgenden *Arbeitsschritten*:

- **Beschreibung und Erklärung** der Landnutzung, der Reliefformen und der Landoberflächenbedeckung (land use, land cover) in unterschiedlichen Maßstäben,
- **Beobachtung und Erfassung** von Veränderungen (change detection) sowie gegebenenfalls Bewertung solcher räumlicher Veränderungen (Siedlungsentwicklung und Flächenverbrauch, Natural Hazards, Waldschadenserfassung) und
- **Informationstransfer** zu den Adressaten, um die mittels Fernerkundungsdaten gewonnenen Erkenntnisse und Aussagen angemessen zur Wirkung zu bringen.

Was nun die Befassung mit Fernerkundungsdaten selbst anlangt, so sind wohl generell zwei *Anwendertypen* zu unterscheiden:

- **Benutzer, die auf bildhafte Fernerkundungsinformationen** angewiesen sind, um daraus die für das konkrete Anliegen nötigen Informationen zu extrahieren, meist über die Methoden der Bildinterpretation und
- **Benutzer mit digitalem Datenhandling**, die mittels der Methoden der digitalen Bildverarbeitung versuchen, bestimmte Problemstellungen optimal zu lösen.

4 Man sieht nur, was man weiß. Zu Perzeption und Interpretation von Satellitenbildern

Wozu *geographische Fernerkundung* dienen kann wurde versucht zu umreißen, und welche Produkte daher in Frage kommen ebenfalls. Zum Abschluß einige Aussagen, bei denen das Geographische von besonderer Bedeutung ist. Gemeint ist damit jenes breite und vielfältige Wissen, zumindest Orientierungswissen, welches den Geographen in die Lage versetzt, landschaftliche Phänomene richtig zu deuten. Solche Kenntnisse und Fertigkeiten sind bei der Analyse von Satellitenbildern von großer Bedeutung. Man sieht nur, was man weiß. Was aber sieht man auf Satellitenbildern?

- *Die Welt von oben - eine terra incognita.* Wie die Erfahrung zeigt, vermögen sich nur wenige Personen a priori in Satellitenbildern zurechtzufinden, und auffällige Strukturen wie individuell bekannte Details sind stets Anknüpfungspunkte einer weiteren *vergleichenden Interpretation*. Das Erkennen von Bildelementen erfolgt aufgrund präsenten Erfahrungswissens, man bezieht sich auf lokale Ortskenntnisse und im Großen auf *mental maps*. Weil aber die meisten Menschen nur über sehr wenige oder sehr schlechte mental maps verfügen, fällt ihnen die intensive Befassung mit Satellitenbildern schwer. Hier gilt es, Interesse zu wecken, etwa durch Legenden, durch Namensgut usw. So wird eine schrittweise weiterführende Bildinterpretation auch für den Laien ermöglicht.
- *Visuelle Perzeption - Gestaltwahrnehmung.* Die Interpretation von Luftbildern, besonders von *Schrägluftbildern*, fällt im Vergleich zur Analyse von Weltraumbildern leicht. Die Objekte der *alltäglichen Lebenswelt* sind noch als solche erkennbar, wenn auch aus einem ungewöhnlichen Blickwinkel. Die *Gestalten der Siedlungs- und Landschaftselemente* vermag man meist sogar zu identifizieren, wenn nur Teile davon visuell wahrnehmbar sind. „*Gute Gestalten*“ sind eben dadurch gekennzeichnet, weiß man aus der Wahrnehmungspsychologie.

Satellitenbilder zeigen von alledem nichts. Was sie liefern, sind Senkrechtabbildungen von Landoberflächen im kleinen Maßstab. Es sind grundsätzlich *andere Gestalten* als jene aus der uns vertrauten Lebenswelt. Der Konnex zu *topographischen Karten* ist schon aus Maßstabsgründen offensichtlich. Lineare Strukturen (Straßen, Flüsse, Gebirgskämme) werden maßstäblich abgebildet, und häufig fallen sie der schlechten räumlichen Auflösung zum Opfer. Die für die visuelle Perzeption ausgerichteten Kartenmerkmale (Betonung des Wesentlichen, Sichtbarmachen des Unsichtbaren wie Namensgut oder Höhenangaben etc.) entfallen gänzlich - ein Grund für die schwere Lesbarkeit der Weltraumbilder.

Und dennoch verrät das Satellitenbild, angemessene Kanalkombinationen und **landschaftskundliches Vorwissen** des Interpreten vorausgesetzt, so viel mehr als die selektiv-reduktionistische topographische Karte. Den **aktuellen Stand** der Landnutzung etwa, die inhaltliche Differenzierung des **Agrarraumes** (Acker-Grünland Verteilung, Ackerfrüchte), die Baumartendominanz des **Waldes** etwa und in der letzten Zeit besonders gefragte Formen der **Siedlungsentwicklung**. In jüngeren Satelliten hat man diesem Punkt durch höhere räumliche Auflösung (kleinere Pixel) besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Der geschulte Interpret kann aus einem kontrastreichen Bild eine Fülle von fragestellungsbezogenen Informationen entnehmen. „Thematic mapper“ (Landsat TM) hat sich tatsächlich als Instrument zur thematischen Differenzierung der Landoberflächen durch Jahre bewährt.

Die *Bildinterpretation* selbst, d.h. das *Erkennen* und die „*Ansprache*“ von sichtbaren Bildeinheiten, setzt das Wissen um die Attribute dieser „Bildgestalten“ voraus. Was bedeuten die Gestalt-, d.h. Flächenmerkmale, was Farbwerte, Textur und Nachbarschaftsbeziehungen? Eine Zusammenstellung dessen, was bei einer *Bildinterpretation* zu berücksichtigen ist. Dies haben Ester et.al. bereits 1983 vorgestellt. Eine geographische Sicht dazu enthalten jene folgenden sechs Punkte, mit denen dieser Beitrag um eine „geographische Fernerkundung“ abgeschlossen wird.

5 Fazit: Sechs Thesen zur Interpretation von Satellitenbildern

1. **Visuelle Perzeption und Bildinterpretation.** Erdräumliche Informationen mittels Fernerkundung sind (als bildhafte wie als klassifizierte Daten, analog wie digital) darauf

abgestimmt, über die *visuelle Perzeption* erfaßt und kognitiv genützt zu werden. Der *Bildinterpretation*, durch geographisch gebildete Personen, kommt daher im Rahmen der Fernerkundung eine große Bedeutung zu.

2. **Kriterien des Datenmodelles.** Räumliche Auflösung (Pixelgröße), spektrale Differenzierung (spektrale Kanäle, Bänder) sowie geometrische Merkmale sind ausschlaggebend dafür, ob und inwieweit *Objekte und Strukturen der Erdoberfläche* in den Fernerkundungsdaten wahrnehmbar sind und folgend zu einer Problemlösung beitragen können.
3. **Kriterien des Landschaftsmodelles: Set von Nutzungsklassen.** Ein deduktiv-theoriebezogener Aspekt der Bildinterpretation bezieht sich auf das zu erwartende *Set von Nutzungsklassen*: „Landnutzungsklassen“ im menschlichen Wirtschaftsraum, „Landoberflächenklassen“ außerhalb desselben. Das Schema der Landnutzungsklassen richtet sich meist nach vorgegebenen Kategorien: *Bodennutzungsklassen, Flächenwidmungskategorien* etc. Das Schema der Nutzungsklassen entspricht den Attributen zu GIS-Objekten, verwendbar zur Differenzierung und Strukturierung des Realraumes.
4. **Der Realraum im Satellitenbild: ein Gefüge von „Fotomuster-Arealen“.** Im Satellitenbild ist von dem Set der Nutzungsklassen a priori nicht viel zu sehen. Was wir sehen, sind *Bildgestalten*, die durch Farbwerte voneinander zu unterscheiden sind, und ein Gefüge von *Fotomusterarealen*. Bildgestalten sind hier die visuell wahrnehmbaren Objekte im Satellitenbild und Gestaltmerkmale, Farbwerte sowie Nachbarschaftsmerkmale die zugehörigen *Attribute*. Diese Elemente des Realraumes mit dem Set potentieller Nutzungsklassen sinnvoll zu verknüpfen (vgl. These 5), ist der wesentlichste Aspekt jeder Analyse von Satellitenbildern.
5. **Paradigma der Bildinterpretation.** Im Rahmen der Bildinterpretation werden bildsichtbare Elemente nach ihren *visuellen Merkmalen* (Lage, Gestalt, Farbwerte etc.) erfaßt und möglichst eindeutig einer *Klasse aus dem Set der Nutzungsklassen* zugeordnet. Das kann als das *Paradigma der Bildinterpretation* bezeichnet werden: das „zur Deckung bringen“ der bildsichtbaren Merkmale mit dem (im Kopf präsenten) Set potentieller Nutzungsklassen. Bedauerlicherweise lassen sich Objektmerkmale der Fernerkundung nicht immer mit dem Set der Nutzungsklassen in gewünschter Form parallelisieren, und vielfach ist auch eine Nachschau vor Ort erforderlich.
6. **Wissensbasierte Interpretation.** Die Verknüpfung von Bildsichtbarem und dem Set der Nutzungsklassen setzt fachspezifisches Wissen voraus. Das gilt für klassifizierte wie für nichtklassifizierte Daten. Die *analytische Bildinterpretation* setzt daneben die Kenntnis regionaler Sachverhalte voraus, um die Fülle visueller Informationen angemessen deuten zu können. Ein komplexes und auch räumlich ausgeprägtes Wissen (*mental maps, eidantisches Gedächtnis, holistisches Verständnis, analytisches Sachwissen*), wie es von Geographen zu erwarten ist, sind dabei von erheblichem Vorteil.

Literaturverzeichnis

- Albertz J.: GRUNDLAGEN DER INTERPRETATION VON LUFT- UND SATELLITEN-BILDERN. Darmstadt: Wissenschaftl. Buchges. (1991).
- Estes J.E., E. Hajic u. L. Tinney: FUNDAMENTALS OF IMAGE ANALYSIS: ANALYSIS OF VISIBLE AND INFRARED DATA. In: *American Society of Photogrammetry* (Hrsg.): MANUAL OF REMOTE SENSING. (1983). S. 987 ff.
- Goodchild M.F.: ANALYSIS. In: R. Abler, M. Marcus and I. Olson (Hrsg.): GEOGRAPHY'S INNER WORLDS. RUTGERS. New Jersey. (1992), Chapt.7.
- Seger M. u. P. Mandl: Satellitenbildinterpretation und ökologische Landschaftsforschung - ein konzeptiver Ansatz und die Fallstudie Pelonnonnes. In: ERDKUNDE 48, (1994),2, S.34-47.

Seger M.: Realraumanalyse Österreichs. Ziele und konzeptueller Rahmen des Projektes „Fernerkundung und Landschaftsverbrauch“. In: Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft, 137, (1995), S.329-348.

Seger M.: Fernerkundungsanwendung - Metafragen aus der Sicht der Geographie. In: ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNG & GEOINFORMATION (VGI). 84,(1996), 2, S.214-220.

Theilen-Willige B.: UMWELTBEOBACHTUNG DURCH FERNERKUNDUNG. Stuttgart: F.Enke Verlag. (1993).

Rechnergestützte Herstellung der Waldbrandschutzkarte 1 : 25 000 als Bestandteil des Forstlichen Geographischen Informationssystem (FGIS) Sachsen

Beate Graichen ¹⁾, Katrin Kranz ¹⁾ & Ingeborg Wilfert ²⁾

¹⁾ Sächsische Landesanstalt für Forsten Graupa, Sachgebiet Forstliches GIS/Kartographie/Fernerkundung

²⁾ Technische Universität Dresden, Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften/Institut für Kartographie

Zusammenfassung

Betrachtet man die Entwicklung der Geographischen Informationssysteme, ist eine Verbreitung in allen Aufgabengebieten zu beobachten, in denen der geographische Bezug die Grundlage der Planung, Visualisierung etc., darstellt. So auch in der Forstwirtschaft des Freistaates Sachsen. Diese Tendenz liegt in der Verwaltung und Bearbeitung ständig wachsender Datenmengen begründet. Die bereits angeführten Vorteile der GIS-Technologie werden immer intensiver genutzt, um auf wirtschaftliche Weise die Automatisierung auch im Bereich der kartographischen Datenpräsentation umzusetzen.

Aufgabe und Bedeutung der kartographischen Visualisierung in einem GIS ist nach Buziek (1995) die Schaffung von Darstellungen, aus denen der Nutzer eine möglichst treffende Vorstellung und Erkenntnis der vergangenen, gegenwärtigen oder geplanten Wirklichkeit gewinnt. Dabei kann die Kartographie in Anlehnung an andere Disziplinen (z.B. Wahrnehmungspsychologie, Kommunikations- und Zeichentheorie, Erkenntnistheorie) ein GIS als Werkzeug zur Herstellung lesbarer und verständlicher Darstellungen nutzen. Das Grundprinzip besteht darin, mit der verfügbaren Technik der Qualität von kartographischen Darstellungen gerecht zu werden, beziehungsweise diese zu verbessern. Das bedeutet, die geometrischen, topologischen und thematischen Aspekte, die sich gegenseitig beeinflussen, müssen in eine korrekte Beziehung zueinander gebracht werden.

Neben der Weiterführung vorangegangener Arbeiten zum Aufbau des FGIS setzte sich diese mit zwei wesentlichen Schwerpunkten auseinander: einerseits die Nutzung der forstlichen Sachdaten durch eine temporäre Verknüpfung mit der Walddatenbank und andererseits die Integration des UTM-Gitters im Hinblick auf eine künftige Nutzung dieses universellen Meldesystems.

Abstract

The computer-aided manufacture of the forest fire protection map 1:25000 of the Free State of Saxony was developed as dissertation at the University of Technology Dresden in cooperation with the Saxon State Institute of Forestry in Graupa near Dresden. The Institute as a central forestry authority closely cooperates with the Forest Service and the Forest Managements as well as the Forest Offices. From this cooperation results a complex service institution for the Saxon forestry. Results of the dissertation were two in principle new focuses on the computer-aided

manufacture of thematic forest maps 1:25000 as part of the Forest Information System (FGIS): The utilization of the forest factual data was realized by a temporary connection with the forest data base. Considering its future world-wide utilization the Universal Transversal Mercator (UTM) Reference System was integrated in the map manufacture. The tasks were realized by using the GIS software ARC/INFO.

1 Einleitung

Der Einsatz von Geoinformationssystemen in Behörden und der Wirtschaft wird zunehmend zwingend, wenn raumbezogene Daten flexibel und schnell für die Bearbeitung von Vorhaben zur Verfügung stehen sollen. Große Bedeutung kommt dabei auch dem Internet/Intranet zu, über das der Zugriff auf die Daten für autorisierte Bearbeiter und externe Nutzer ortsunabhängig erfolgen kann.

Ein wesentlicher Datenbestand des Geoinformationssystems sind die Geometriedaten. Diese werden von verschiedenen Behörden und anderen Einrichtungen, z.B. den Landes- und Stadtvermessungsämtern, den staatlichen Forstverwaltungen und den Energieversorgern erhoben. Aber erst, wenn diese Daten von vielen Anwendern gleichermaßen genutzt werden können, sind die hohen Kosten der Datenerfassung und der Aufwand zu ihrer laufenden Aktualisierung wirtschaftlich vertretbar. Um die Konsistenz dieser Daten zu garantieren, sind behörden- und firmenübergreifende Konzepte gefragt, die z.B. Aussagen zu Datenqualität, Datenaktualität, Datenformat und den Attributen enthalten müssen. Eine fristgerechte Bereitstellung dieser Daten ist dabei unerlässlich. Derartige Abstimmungen zwischen Forstbehörden und den Landesvermessungsämtern sind u.a. beim Aufbau des FGIS (Forstlichen Geographischen Informationssystems) Sachsen erforderlich.

Die Vielzahl vorhandener Daten mit unterschiedlichen Zuständigkeiten, d.h. von Landesvermessungsämtern und selbsterfaßten thematischen Daten, erfordern eine Nachbearbeitung bei der Zusammenführung, wie beispielsweise Generalisierungsmaßnahmen. Forschungsseitig werden deshalb große Anstrengungen unternommen, diese vom Prinzip her maßstabslosen Vektordaten durch automatisierte Verfahren sowohl der semantischen als auch der geometrischen Generalisierung für die Herstellung von Karten unterschiedlicher Maßstäbe aufzubereiten.

Vor diesem Hintergrund muß auch die Datennutzung zur Analyse und Herstellung forstlicher Karten des Maßstabs 1:25000 und kleiner betrachtet werden. Als Beispiel dafür steht die Waldbrandschutzkarte 1:25000.

2 Forstliches Geographisches Informationssystem (FGIS) Sachsen

Im Laufe der letzten sechs Jahre wurde in der Sächsischen Landesanstalt für Forsten in Graupa der Aufbau eines Geographischen Informationssystems für die Forstwirtschaft realisiert. Zwei wesentliche Zielvorstellungen sind nach Kranz (1998) die umfassende Bereitstellung von raumbezogenen Daten und die darauf basierenden Anwendungen zur effektiven Durchführung forstspezifischer Georäumenalysen.

Der Objektartenkatalog als Teil des FGIS-Datenmodells sowie der Signaturenkatalog sind wesentliche Bestandteile innerhalb des FGIS. Im Objektartenkatalog des FGIS sind die Vorschriften und Arbeitsanweisungen zur logischen Strukturierung der Landschaft, zur Modellierung und Erfassung der Landschaftsobjekte sowie Regeln zur Objektbildung enthalten.

Die Charakterisierung der graphischen Gestaltung dieser Objekte obliegt dem Signaturenkatalog, der entgegen dem Objektartenkatalog je nach Maßstabsbereich ergänzt wird.

Die auf der Basis des FGIS herzustellenden Forstkarten sind eine Kartenart, die Zustand, Zusammensetzung, Erhaltungs- und Nutzungsbedingungen sowie Gliederung und Eigentumsverhältnisse der forstlichen Flächen zum Zweck der Dokumentation und Planung, des Vollzugs und der Kontrolle wiedergeben. Die Standard-Forstkarten des Freistaates Sachsen (vergleiche Abbildung 1) basieren auf der Forstgrundkarte 1:5000. Abgeleitet davon werden das Forstliche Blankett 1:10000 und die Forstamtskarte 1:25000. Jeder Maßstabsbereich beinhaltet weitere thematische Forstkarten, unter anderem die Waldbrandschutzkarte 1:25000.

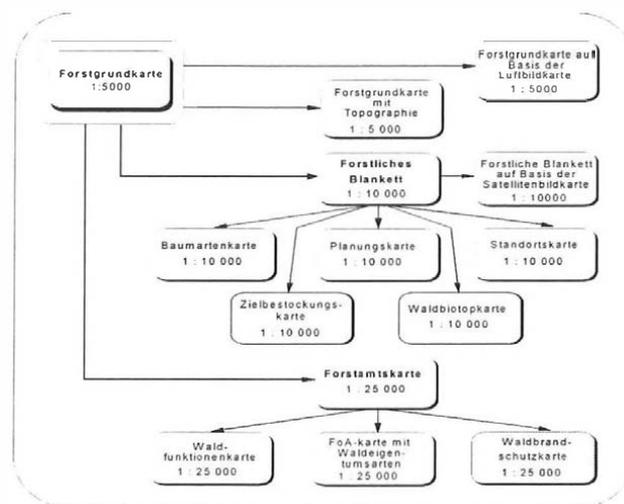


Abbildung 1: Aufbau und Herstellung des Forstkartenwerkes (ergänzt nach Kranz (1998))

3 Bedeutung der Waldbrandschutzkarte

Die neuen Bundesländer gehören zu den durch Waldbrand am stärksten gefährdeten Regionen Mitteleuropas. Vorrangig die mit Nadelholzreinbeständen bestockten Waldgebiete in Brandenburg und im Norden Sachsens weisen eine extrem hohe Brandgefährdung auf.

Mit der Waldbrandschutzkarte ist es möglich, Schlußfolgerungen für nötige Brandschutzvorkehrungen zu treffen und die Waldbrandbekämpfung zu organisieren. Entsprechend der räumlichen Einteilung der sächsischen Forstämter in drei Waldbrandgefahrenklassen (siehe Abbildung 2) und der je nach Gefährdungssituation ausgelösten und zeitlich begrenzten Waldbrandwarnstufe treten Vorbeugungsmaßnahmen in Kraft.

Beispielsweise werden die Besetzung der Feuerwachtürme angeordnet und der Bereitschaftsdienst im Forstamt ausgelöst. Vereinzelt kann eine Überwachung mittels Hubschrauber in besonders gefährdeten Gebieten organisiert werden. Diese und weitere wichtige Anweisungen werden durch die Verwaltungsvorschrift zur Regelung des Waldbranddienstes (VwVWaldbranddienst) (Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten 1997) in den Sächsischen Forstämtern verbindlich erklärt.

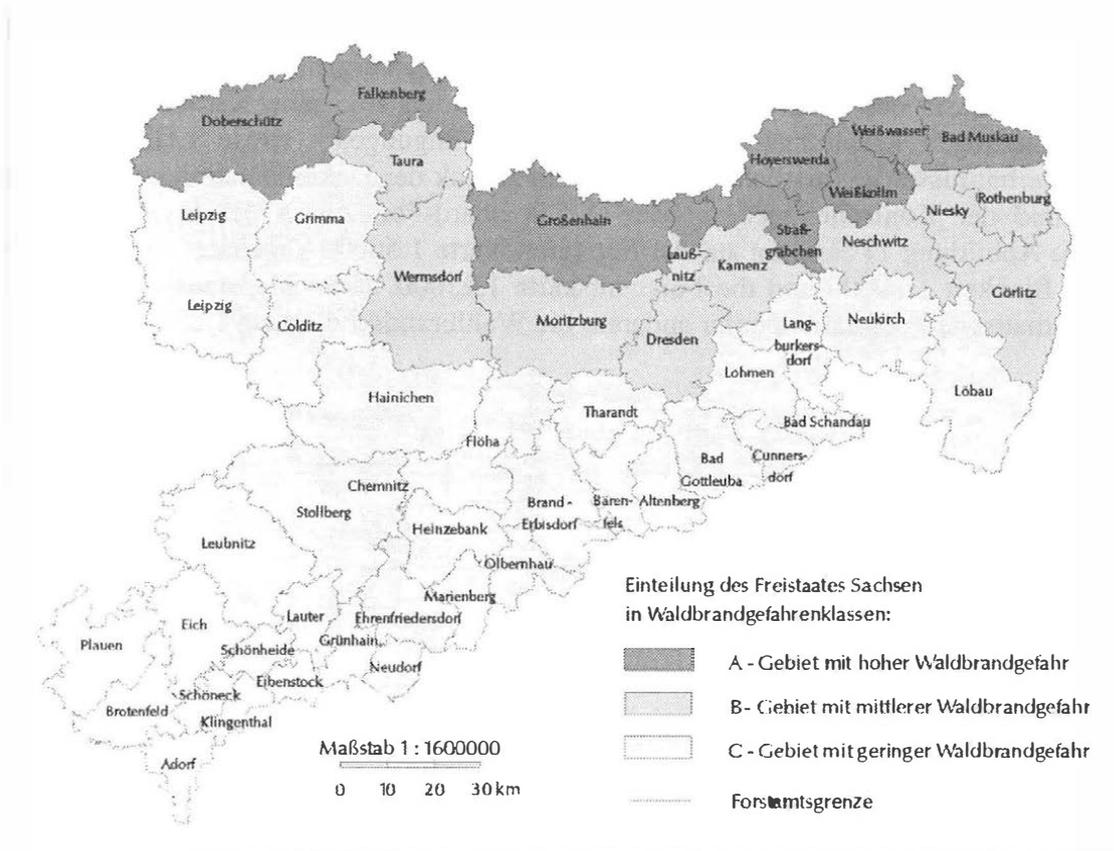


Abbildung 2: Übersichtskarte der Waldbrandgefahrenklassen im Freistaat Sachsen (Graichen 1999)

Zur Überwachung und Leitung der Waldbrandbekämpfung sowie Planung und Schaffung hinreichender Löscheinrichtungen sind zweckmäßige Karten notwendig. Die Zeichenerklärung der Waldbrandschutzkarte beinhaltet sieben Rubriken mit folgenden Inhaltselementen:

- | | | |
|--|---|---|
| Beobachtung und Früherkennung | ⇒ | Feuerwachturm vereinzelt mit Richtkreis (360°), Beobachtungspunkt |
| Meldung | ⇒ | Feuermeldestelle |
| Standorte der Löschgeräte | ⇒ | Geräte depot |
| Löscheinrichtungen | ⇒ | Hydrant, Löschteich, Saugstelle, Brunnen, Vorbereitete Stau einrichtung, Ständig wasserführender Graben |
| Anfahrt zum Brandort | ⇒ | LKW-befahrbarer Weg |
| Waldbauliche Waldbrandschutz einrichtungen | ⇒ | Wirksamer Brandriegel, Wundstreifen, Holzleerer Streifen und Fläche |
| Gefährdete Bestände | ⇒ | Nadelholzreinbestand, Wald. |

Die zugrundeliegende Forstamtskarte 1:25000 beschreibt alle forstlich relevanten Objekte, wie Grenzen, Flächen und Nutzungsarten sowie andere topographische Merkmale. Die auf dieser Grundlage erfaßte und dargestellte Waldbrandthematik muß eine eindeutige Lesbarkeit aufweisen, damit Fehlinterpretationen von Sachverhalten ausgeschlossen werden können. Weiterhin muß der Karteninhalt schnell erfaßbar sein, um in Gefahrensituationen unverzüglich handeln zu können. Dabei ist die Verwendung von Leit- und Warnfarben ein wesentliches

Gestaltungsmittel. Vordergründig muß die Waldbrandschutzkarte für die Ortung eines Brandes sowie zur Lokalisierung von Löschteichen und anderen Einrichtungen zur Waldbrandabwehr dienlich sein.

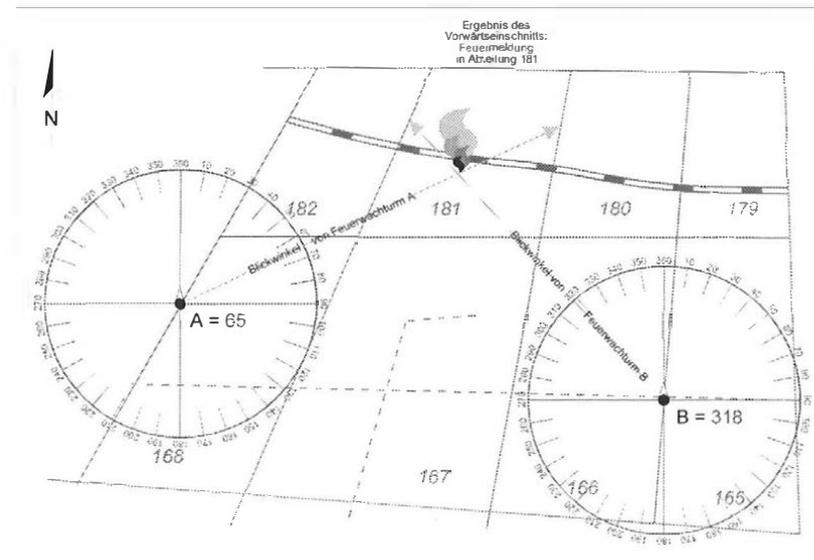


Abbildung 3: Vorwärtseinschneideverfahren zur Ortung eines Waldbrandes mittels Gradangaben des Richtkreises der Feuerwachtürme A und B. (Schema: Signaturen nicht maßstäblich) (Graichen 1999)

Zur eindeutigen Ortsbestimmung dient neben dem in Abbildung 3 dargestellten Vorwärtseinschneideverfahren mittels Richtkreisen das Universale Transversale Mercator (UTM)-Gitter, das laut Rechts- und Verwaltungsvorschrift für den Waldbranddienst (VwVWaldbranddienst) vom Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten (1997) in die Waldbrandschutzkarte integriert werden soll. Für die Verwendung des UTM-Meldegitters ist es erforderlich, daß alle Forstdirektionen, Forstämter, Leitstellen sowie die örtlichen Feuerwehren mit einer einheitlichen Waldbrandschutzkarte, vor allem bezüglich der Kartenprojektion und der geodätischen Bezugsgrundlage, ausgestattet sind.

Die Waldbrandschutzkarte 1:25000 soll außerdem als Planungsgrundlage für die Forstämter fungieren, indem sie Standorte aller Anlagen des Wasserentnahmernetzes sowie brandgefährdeter Bestände, vorhandener Brandriegelsysteme etc. aufzeigt.

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den Sachgebieten FGIS/Kartographie/Fernerkundung und Waldschutz sowie Forsteinrichtung und dem Forstamt vor Ort ermöglichte eine praxisrelevante Kartenherstellung. Diesbezüglich konnte die eindeutige Definition aller Inhaltselemente erfolgen. Ein Verfahrensschritt der beispielsweise für eine Datenbankabfrage spezieller forstlicher Sachdaten unabdingbar ist.

4 Kartenherstellungsprozeß mittels ARC/INFO

Anhand des sächsischen Forstamtes Doberschütz wurde die digitale Erfassung des thematischen Karteninhaltes zum Waldbrandschutz (Geometriedaten) durchgeführt. Dieser Datenerfassung ging die Erweiterung des Objektartenkataloges des Forstlich GIS (LAF 1998) bezüglich aller neuen Objektarten voraus. Unter Berücksichtigung einer redundanzfreien Datenhaltung wurde die Eingliederung bereits vorhandener Objektarten vorgenommen.

Die digitalen Forstamtsgeometrien (blattschnittfreie Forstgrundkarten innerhalb des Forstamtes), die mit geodätischem Bezug gegenwärtig als Datengrundlage für das gesamte Forstkartenwerk fungieren, basieren maßgeblich auf Flächeninformationen. Infolge der im Rahmen der Digitalisierung der Waldbrandschutzkarte erfaßten Wegemitte für die dargestellten LKW-befahrbaren Wege als Linieninformationen ist künftig eine neue Gestaltung und Generalisierung der forstlichen Grundlagendaten (Waldeinteilung) möglich. Unter diesem Gesichtspunkt erfolgten Erläuterungen zum Aufbau eines Routensystems. Die Datenerfassung dieser Wegeinformationen verlief unter Nutzung der unter ARC/INFO verfügbaren Digitalisierung mit Arctype Centerline. Im Waldinnenbereich erfolgte die Digitalisierung auf Basis der Forstamtsgeometrie, hingegen dienten im Waldaußenbereich die Rasterdaten der TK 10 (N) als Grundlage. Um den Datenerfassungsprozeß nachvollziehbar zu beschreiben und die Basis für eine einheitliche Fortführung zu gewährleisten, wurde eine Digitalisieranleitung erarbeitet. Weitere Hilfsmittel, wie Rollup-Menüs, Arc Macro Language (AML)-Programme und Hinweise zur Positionierung der Karteninhaltelemente sollen diese Arbeit unterstützen. Zur Darstellung des Waldaußenbereiches wurde der Image-Katalog der Topographischen Karte 1:25000 (Rasterdaten) für das Forstamt Doberschütz aufgebaut. Durch die Einbindung verschiedener Fachdaten wurde gleichermaßen die Flexibilität eines GIS aufgezeigt.

Karteninhalts- element	Daten- bestand	Herkunft	Stand	Aktualisierung	Daten- format
Geometrie- daten	Forstamts- geometrie	Digitalisierung FGK 1:5000	1996	fortlaufend	ARC/INFO- Format
↑ Ziel: Übereinstimmung durch Datenbankanbindung ↓					
Forstliche Sachdaten	Nadelholz- reinbestände	Walddatenbank (SYBASE-DBMS)	Stichtag 01.01.1997	Taxation der Forsteinrichtung 10-Jahres-Turnus	Datenbank- auszug (Tabellen)
Waldbrand- schutz	Lokalisierung aller Brandschutz- einrichtungen	Angaben des FA. Doberschütz (Forstsach- verständige)	1997	10-Jahres-Turnus sowie ständige Ergänzungen durch das Forstamt	analog
Adm. Grenzen	Grenzverläufe	LVA Sachsen	1998	jährlich	EDBS
Gewässer	Gewässerflächen	ATKIS, DLM 25/2	1998	jährlich	EDBS
Rasterdaten (RD 25)	Top. Karte 1:25000 als Rasterdaten	Landesvermes- sungsamt Sachsen	1989	5-Jahres-Turnus	TIFF
UTM-Gitter	UTM- Koordinatengitter	ARC/INFO	1999	bei neuer Kartenprojektion (z.B. verändertes Bezugsellipsoid)	ARC/INFO- Format

Tabelle 1: Aktualität der Datenbestände für die Waldbrandschutzkarte des FA Doberschütz (Graichen 1999)

In der Waldbrandschutzkarte werden die Basisdaten im Waldinnenbereich von den Forstgeometrien und im Waldaußenbereich von den Rasterdaten (RD 25) gebildet. Zusätzlich werden ATKIS-Daten zur Darstellung der Gewässerflächen im gesamten Kartenausschnitt integriert (vergleiche Tabelle 1). Im allgemeinen müssen bei der Verwendung unterschiedlicher Fachdaten Integrationsaspekte, wie beispielsweise einheitlicher Raumbezug, Redundanz und Aktualität beachtet werden.

Die kartographische Gestaltung wird durch Symbolbibliotheken unterstützt, die für den jeweiligen Maßstab zur Erweiterung des Signaturenkataloges des FGIS nach Maßstabsreihen erstellt werden. Im Vergleich zu bekannten kartographischen Softwareprodukten ist die Erzeugung von Kartenzeichen unter ARC/INFO weniger bedienerfreundlich. Die Arbeitsschritte unter ARC/PLOT sind vielzählig und aufwendig. Dies liegt darin begründet, daß ARC/INFO vordergründig als Analysewerkzeug von Geodaten, weniger als kartographisches Gestaltungsmittel ausgerichtet ist. Dennoch läßt sich eine hohe Qualität durch die Digitalisierung graphischer Vorlagen sowie die Kombination verschiedener Fonts untereinander erzielen. Überdies konnte die Konvertierung von DXF-Dateien für die Symbolgenerierung genutzt werden.

5 Einsatz eines relationalen Datenbankmanagementsystems

Mit den forstlichen Sachdaten und den Geometriedaten existieren zwei digitale Datenbestände, die mittels GIS-Technologie verknüpft werden können.

Die Walddatenbank wird durch das relationale Datenbankmanagementsystem (engl. relational database management system; RDBMS) SYBASE SQL-Server Version 11.0 bereit gestellt. Nach Meier (1998) kennzeichnet dies ein integriertes System zur einheitlichen Verwaltung relationaler Datenbanken. Neben Dienstfunktionen stellt ein RDBMS gleichfalls eine deskriptive Sprache für Datenbeschreibungen und -manipulationen bereit. Die Daten werden ausschließlich über inhaltliche Angaben aufeinander bezogen. Damit verzichtet man zur Darstellung von Beziehungen auf den Einsatz von Pointern.

Die Walddatenbank ist ein Sachdatenbestand, der forstwirtschaftlich primär interessierende Standorts- und Bestockungsverhältnisse sowie darauf basierende Planungs- und Vollzugsergebnisse von Struktureinheiten der forsteinrichtungstechnischen Hierarchie in ihren Inhalten und ihrer logischen Struktur hinreichend genau beschreibt.

Als geometrischer Bezug für die kartographische Anbindung der Flächendaten dient die sogenannte Bestandesadresse der Forstgeometrie. Diese Adresse erlaubt die eindeutige Identifikation des Bestandes in der digitalen Forstgeometrie durch ihre Zusammensetzung aus Forstbetrieb, Waldteil, Abteilung, Unterabteilung, Teilfläche und Bestand. Somit beziehen sich die forstlichen Sachdaten auf die kleinste geometrisch darstellbare Fläche - den Bestand.

Ziel der Datenbankanbindung soll es sein, die Sachdaten so zu nutzen, daß sie nicht auf Seiten von ARC/INFO abgelegt, sondern aktuell und direkt aus der Datenbank bezogen werden. Dies wird durch eine temporäre Datenbankanbindung und anschließende Verknüpfung der Sach- und Geometriedaten unter ARC/INFO realisiert. Dieses Ergebnis führt zur Darstellung der Nadelholzreinbestände.

Verknüpfungsbedingungen sind eines der grundlegenden Prinzipien eines GIS. Werden sowohl Geometrie- als auch Sachdaten in das Kartenherstellungsverfahren integriert, kombiniert oder verknüpft, erhält man innerhalb des GIS das volle thematische Potential.

6 Gauß-Krüger- und Universale Transversale Mercator (UTM)-Projektion

Die Angaben zum Raumbezug in der Kartographie werden von Hake/Grünreich (1994) als notwendige und typische Basisdaten für die übrigen kartographischen Objektinformationen bezeichnet. Deren weiträumiger und widerspruchsfreier Zusammenhang ist nur dann

gewährleistet, wenn sie auf einer exakten geodätischen Grundlage aus Bezugsfläche, Koordinatensystem und Grundlagenvermessung bestehen.

Die an eine Karte gestellten Grundanforderungen zum Raumbezug werden nach Linke (1992) mit den folgenden drei Merkmalen beschrieben.

- **Längentreue:** In allen Himmelsrichtungen entsprechen gleiche Entfernungen in der Natur gleich langen Strecken auf der Karte.
- **Flächentreue:** Gleich große Flächen in der Natur erscheinen auf der Karte in gleich großen Flächen.
- **Winkeltreue:** Jeder im Gelände gemessene Winkel zwischen zwei Richtungen erscheint auf der Karte gleich groß.

Gleichzeitig widersprechen sich die Forderungen nach Längen-, Flächen- und Winkeltreue gegenseitig und können bei der praktischen Realisierung einer Abbildung nur als Kompromiß entsprechend den Anforderungen an das Ergebnis behandelt werden. In der Landesvermessung werden häufig konforme, d.h. im differenziellen, winkeltreue Abbildungen verwendet. Dabei werden variable Strecken- und Flächenverzerrungen toleriert.

Eine solches Abbildungsverfahren wurde 1820 bis 1830 von dem Mathematiker Carl Friedrich Gauss entwickelt und von dem Geodäten Louis Krüger im Jahr 1912 vollständig und zusammenfassend dargestellt. Diese querachsige Zylinderprojektion, deren Abbildung ein rechtwinkliges Koordinatennetz definiert, wird als Gauß-Krüger-Projektion (engl. Transversale Mercator-Projection) bezeichnet.

Abgeleitet von der Gauß-Krüger-Projektion gewinnt die Einteilung in 6°-Meridianstreifen zunehmend an Bedeutung. Auf Beschluß der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) erfolgt die Umstellung auf ein neues Bezugssystem für die amtlichen Kartenwerke und für die digitalen georeferenzierten Datenbestände. Diese dafür vorgesehene Universale Transversale Mercator (UTM)-Projektion wurde seit 1989 in den Militärkarten der NATO eingesetzt. Durch die Internationale Assoziation für Geodäsie (IAG) wurde sie bereits 1951 für die Landesvermessung empfohlen. Für diese Projektion ist die Erde in 60 Zonen mit jeweils 6°-Meridianstreifen eingeteilt. Die verbleibenden Breitengrade der Polkappen werden in einer anderer Projektion, der Universalen Polaren Stereographischen Projektion (UPS, engl. Universal Polar Stereographic) abgebildet. Diese Form der Gitterzoneneinteilung wird nach Campell (1993) auch als United States Military Grid Reference System bezeichnet.

Die Koordinatenlinien des UTM-Gitters werden in der Waldbrandschutzkarte im Abstand von 1 km dargestellt. Bei der sechsstelligen Angabe liegt der beschriebene Punkt innerhalb eines 100 km-Quadrates. Für die Mehrzahl der denkbaren Fälle, ebenso für den Rettungshubschrauber, ist diese Angabe auf 100 m von ausreichender Genauigkeit. Acht Stellen sind dann angebracht, wenn mehrere gleichartige Punkte dicht beieinander liegen.

In der Waldbrandschutzkarte soll sowohl die Ablesung von Gauß-Krüger- als auch UTM-Koordinaten möglich sein. Als Methode wurde deshalb die Überlagerung des UTM-Gitters über die Forstgeometrie und somit die graphische Überlagerung von zwei unterschiedlichen Bezugssystemen untersucht. Es sollte auf die aufwendige Umprojektion aller Coverages verzichtet werden.

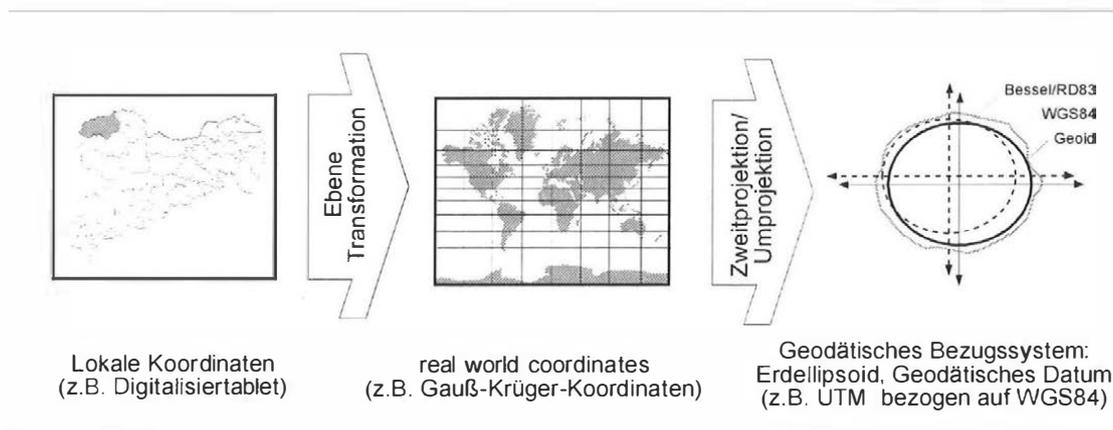


Abbildung 4: Prozesse der Georeferenzierung zur Homogenisierung der Geodaten innerhalb von Arc/Info (Graichen 1999)

Die Überlagerung der Forstamtsgeometrie mit dem UTM-Gitter kann innerhalb von ARC/INFO aufgrund der unterschiedlichen Bezugsellipsoide nicht erfolgen. Abbildung 4 zeigt schematisch die notwendigen Prozesse zur Homogenisierung der Geodaten.

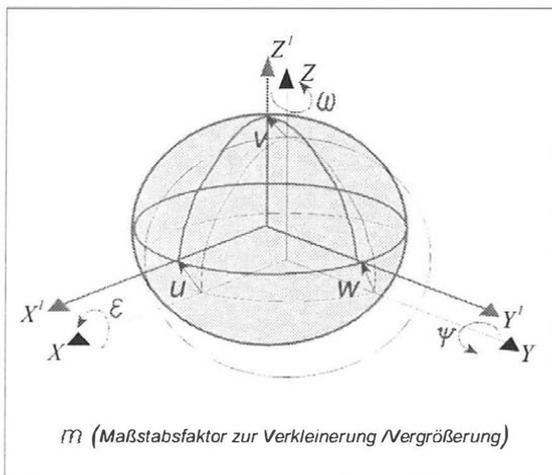
Das UTM-Gitter wurde durch eine rechnergestützt durchgeführte Koordinatentransformation außerhalb von ARC/INFO berechnet. Zum theoretischen Ansatz der Koordinatentransformation von Gauß-Krüger- in UTM-Koordinaten gehört die Festlegung des Bezugsellipsoids und des damit verbundenen Geodätischen Datums. Bei der Transformation in UTM-Koordinaten stehen unterschiedliche Bezugssysteme zur Auswahl. Beispielsweise beziehen sich die bislang von der Militärgeographischen Stelle in Leipzig hergestellten UTM-Karten für den Freistaat Sachsen auf das Internationale Bezugsellipsoid von Hayford mit dem Europäischen Datum von 1950 (ED50). Durch die starke Akzeptanz des Satellitennavigationssystem GPS (Global Positioning System) gewinnt das 1984 festgelegte World Geodetic System (WGS84) immer mehr an Bedeutung. Für die Forstkarten wurde deshalb als Berechnungsgrundlage der UTM-Koordinaten aus Gauß-Krüger-Koordinaten das WGS84 gewählt.

Kartenprojektion und Geodätisches Datum müssen dabei als von voneinander getrennte Problemstellungen betrachtet werden. Diese Grundlagen für die Projektion mit ARC/INFO werden auch von Voser (1997) beschrieben. Ein Wechsel des Bezugssystems wird in der Regel dann notwendig, wenn sich die zugrundeliegende Landesvermessung ändert. Beispiele für Deutschland sind dabei der Wechsel zwischen:

- Krassowskijellipsoid mit System 42/83 beziehungsweise Pulkowo Datum und
- Besselellipsoid mit Rauenberg Datum 1983 (RD83) beziehungsweise Potsdam Datum
- sowie in der militärischen Anwendung zwischen:
- Internationalem Ellipsoid (Hayford) mit dem Europäischen Datum 1950 (ED50) und
- World Geodetic System (WGS84) mit dem Datum WGS84.

Eindeutige und zuverlässige Projektionsinformationen enthalten die Datumparameter für Ausgangs- und Zielprojektion (siehe auch Ihde/Lindstrot (1995)).

In Abbildung 5 werden der Vorgang und die Elemente der angewandten 7-Parameter-Transformation verdeutlicht. Mathematisch betrachtet lassen sich zwei räumliche Koordinatensysteme nach den Sätzen der analytischen Geometrie ineinander durch folgende Parameter überführen:



- drei Translationen (Verschiebungen) u , v , w in Richtung der Achsen X, Y, Z des globalen kartesischen Koordinatensystems,
- drei Rotationen (positive Drehungen) ϵ , ψ , ω um die X-, Y-, Z-Achsen im Uhrzeigersinn vom positiven Ende der Achsen aus gesehen,
- Einführung eines Maßstabsfaktors m .

Abbildung 5: Elemente der 7-Parameter-Transformation (Graichen 1999)

Durch diese sieben Parameter, in ARC/INFO auch als Bursa-Wolf datum transformation bezeichnet, kann eine räumliche Ähnlichkeitstransformation vom Bezugssystem I in das Bezugssystem II erfolgen.

Die Verwendung von UTM-Koordinaten in der Waldbrandschutzkarte 1:25000 wurde untersucht, geprüft und durch Lösungsvorschläge nutzbar gemacht. Für die Arbeit mit dem UTM-Gitter wurden zahlreiche Hilfsmittel zur Koordinatenbestimmung angefertigt.

7 Integration der Waldbrandschutzkarte in die Benutzeroberfläche zur Herstellung des Forstkartenwerkes des FGIS Sachsen

Unter der Benutzeroberfläche zur Herstellung des Forstkartenwerkes des FGIS ist die Ausführung von Anwendungen innerhalb einer Menüauswahl zu verstehen, mit der im Gegensatz zur kommando-orientierten Befehlseingabe eine bedienerfreundliche Nutzung gewährleistet ist. Durch der Kartographie die Integration der Programmteile konnte die Benutzeroberfläche (siehe Abbildung 6) um die Kartenausgabe der Waldbrandschutzkarte im Maßstab 1:25000 erweitert werden.

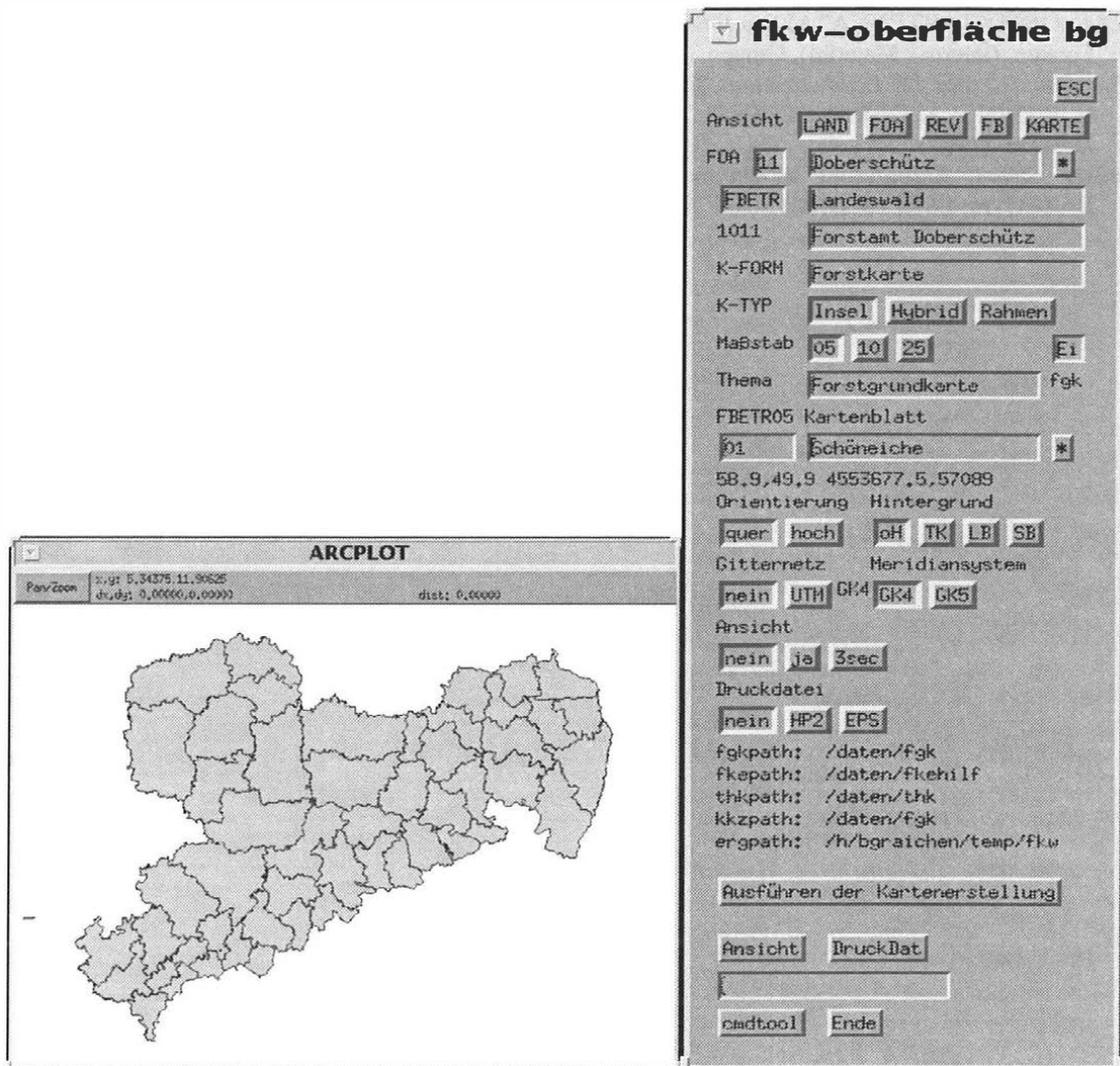


Abbildung 6: Benutzeroberfläche des FGIS zur Plotterstellung der Forstkarten

Literaturverzeichnis

- Buziek, Gerd: GIS IN FORSCHUNG UND PRAXIS. Verlag Konrad Wittwer GmbH, Stuttgart. (1995)
- Campell, John: MAP USE AND ANALYSIS. Wm. C. Brown Publishers, 2. Edition, Dubuque - Iowa. (1993)
- Graichen, Beate: Rechnergestützte Herstellung thematischer Forstkarten 1:25000 als Bestandteil des Forstkartenwerkes Sachsen auf der Basis der GIS-Software ARC/INFO - Gestaltung der Waldbrandschutzkarte. (unveröffentlichte DIPLOMARBEIT), TU Dresden, Institut für Kartographie. (1999)
- Hake, Günter & D. Grünreich: KARTOGRAPHIE. Walter de Gruyter & Co, 7. Auflage, Berlin - New York. (1994)
- Ihde, Johannes & W. Lindstror: Datumstransformation zwischen den Bezugssystemen ETRF/ WGS, DHDN und System 42. In: ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN, Seiten 192-196, 120. Jahrgang, Heft 4. (1995)
- Kranz, Katrin: Aufbau des FGIS von Sachsen. In: ALLGEMEINE FORST ZEITSCHRIFT/DER WALD, Seiten 1240/1242, 53. Jahrgang, Heft 20. (1998)
- Linke, Wolfgang: ORIENTIERUNG MIT KARTE, KOMPAß, GPS. Verlag Busse+Seewald GmbH, 8. Auflage, Herford. (1992)
- Meier, Andreas: RELATIONALE DATENBANKEN. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg. (1998)

LAF: OBJEKTARTENKATALOG DES FGIS. Sächsisches Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten, (internes Material), Graupa. (1998)

Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten: RECHTS- UND VERWALTUNGSVORSCHRIFT FÜR DEN WALDBRANDDIENST ZUM SCHUTZ DES WALDES GEGEN FEUER (VwVWaldbranddienst). Dresden. (1997)

Voser, Stefan: Anforderung an ein modernes Georeferenzierungstool am Beispiel der ARC/INFO-Applikation BEZUG. In: ESRI - 5. DEUTSCHE ARC/INFO ANWENDERKONFERENZ, Seiten 187-195. (1997)

Der kartographische Aspekt des Surumoni-Projekts - Relevante Informationen aus dem Internet?

Helmut Beissmann, Wien

Zusammenfassung

Der Surumoni ist ein kleiner Schwarzwasser-Nebenfluß des Orinokos im südlichsten Bundesstaat Venezuelas. 1995 wurde von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften im Rahmen eines österreichisch-venezolanischen Gemeinschaftsprojektes in der Nähe der Mündung des Surumoni ein Turmdrehkran auf Schienen errichtet, um die Ökosysteme des Kronenbereiches eines tropischen Tieflandregenwaldes besser erforschen zu können. Der unmittelbare, mit der Krangondel erreichbare Studienbereich beträgt 1,5 ha.

Zur Verortung der Untersuchungen aus der Umgebung des Kranstandortes mußte vorerst eine brauchbare Kartierungsgrundlage geschaffen werden. Um die Repräsentativität dieses Plots und der gewonnenen Ergebnisse für den tropischen Regenwald besser einschätzen zu können, ist die Zusammenstellung eines geokodierten Datensatzes aus verschiedenen thematischen Karten und Fernerkundungsbildern notwendig. Die Aufgabe dieses Pilotprojektes war es, verfügbare Informationsquellen (besonders mit Hilfe des Internets) für diesen extrem peripheren Raum ausfindig zu machen und hinsichtlich ihrer Qualität und Verwendbarkeit zu bewerten.

Abstract

The Surumoni River is a minor blackwater tributary of the Rio Orinoco in the southernmost state of Venezuela. Within a joint project between Austria and Venezuela a permanent access into the canopy of the undisturbed tropical lowland rainforest near the Surumoni is provided by a mobile crane system since 1995. To estimate the representativity of this site within Amazonia and to judge the spatial validity of the scientific results, the establishment of a geocoded dataset consisting of several thematic maps and remotely sensed images is demanded. The task of this feasibility study was to locate available sources of information (with emphasis on internet search) for this very remote area and to estimate their quality and usability.

1 Einleitung

1.1 Beschreibung des Kranstandortes

Der Surumoni ist ein kleiner Schwarzwasser-Nebenfluß des Orinokos (Mündung 65°40'13" W und 3°08'17" N) im südlichsten Bundesstaat Venezuelas, etwa 14 km südlich des Tafelberges Cerro Duida (etwa 2400 m Seehöhe, siehe auch Abbildungen 4 und 5). Zwischen der Missionsstation Tamatama und der Siedlung La Esmeralda wurde in den von menschlicher Tätigkeit unbeeinflussten tropischen Regenwald etwa 500 m nördlich des Orinokos und etwa 60 m nördlich

eines Surumonimäanders in 105 m Seehöhe eine Schneise geschlagen und eine Schienenstrecke von 126 m (117 m nutzbar) verlegt. Mit Hilfe von Hubschraubern wurde ein Turmdrehkran der Firma Liebherr von 42 m Höhe (Hakenhöhe 36,1 m) mit einem Ausleger von 40 m (nutzbar) errichtet. Der mit der Krangondel unmittelbar erreichbare Kronenbereich beträgt 1,5 ha. Weitere Informationen über dieses Projekt findet man im Internet unter der Website des Konrad-Lorenz-Instituts für Vergleichende Verhaltensforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften <http://www.oeaw.ac.at/klivv/surumoni.html>.

Weltweit sind derzeit 6 Kräne (Abbildung 1) im Dienste der Wissenschaft und meist zum Studium der Ökologie des Kronenraumes im Einsatz. Der Kronenraum weist eine hohe Diversität von Pflanzen- und Tierarten auf und ist die wichtigste Zone für den Austausch von Energie und Materie mit der Atmosphäre. Bis jetzt ist allerdings über die Funktionsweise wenig bekannt. Besonders in tropischen Regenwäldern, in denen der Kronenraum komplexer als in anderen Waldtypen ist, ermöglichen erst Untersuchungen mit Kränen die Formulierung von Hypothesen, die die Prozesse im Kronenbereich betreffen. Am Surumoni - dem einzigen Kranstandort in einem tropischen Tieflandregenwald - wurde und wird eine Reihe von internationalen und interdisziplinären Projekten durchgeführt wie zum Beispiel Botanik (Epiphyten, Phänologie, Ameisen-Pflanzen-Interaktionen), Vögel (Ökomorphologie, Pflanzensamenverbreitung, Kommunikation durch Gesang), Amphibien (Brutbiologie, Bioakustik) und Klima (Wasser- und Energiebilanz).

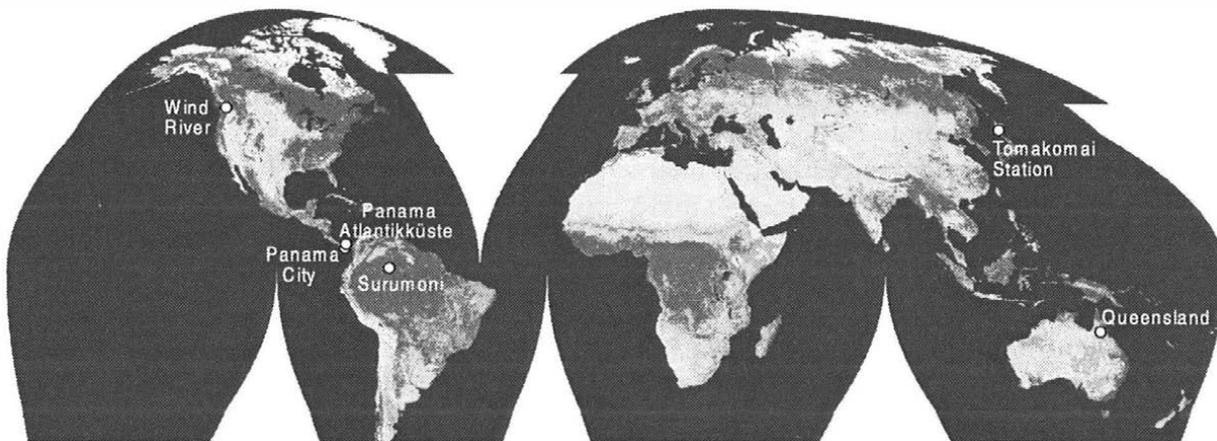


Abb. 1: Die Standorte der derzeit betriebenen Wissenschafts-Kräne. Kartengrundlage: Ausschnitt aus dem Biosphere-Atmosphäre Transfer Scheme aus den 1 km-Daten des USGS in Interrupted Goode Homolosine Abbildung.

1.2 Grundlegende kartographische Fragestellungen, Zielsetzungen und Probleme

Der Kranstandort am Surumoni befindet sich in einem extrem schwierigen Gelände zum Kartieren. Die Fortbewegungsmöglichkeit ist meist nur in Booten auf schiffbaren Flüssen gegeben. Selbst von den Flüssen aus ist es sehr schwierig, in das angrenzende Umland vorzustoßen, weil sogar in der Trockenzeit viele Flächen unter Wasser stehen. Daher sind in diesem Gebiet ganz generell Siedlungen und Conucos (durch Brandrodung entstandene Flächen temporärer landwirtschaftlicher Nutzung) direkt an den größeren Flüssen in überschwemmungsgeschützter Lage zu finden. Auch der Kranstandort befindet sich aus diesem Grund auf „terra firma“.

Ausgehend vom Südende der fix verlegten Kranschienen wurde zur Erfassung aller Objekte im Plot ein lokales Koordinatensystem definiert (Anhuf und Winkler, in Vorbereitung), auf das sich alle Messungen beziehen. Für einen größeren Bereich um den Kran erfolgte mit Hilfe eines Theodoliten die Erstellung eines Höhenmodells. Die Kartierungsgrundlagen für den unmittelbaren Kranbereich sind genau und vielfältig - bis hin zu einem digitalen Kronenmodell. Nach wie vor schwierig ist es jedoch, Kartierungsgrundlagen für einen größeren Bereich um den Kran zu erarbeiten und einen genauen Bezug zwischen dem lokalen Netz und geographischen Koordinaten herzustellen. Dieser Bezug ist dennoch notwendig, um das Untersuchungsgebiet in den rektifizierten Fernerkundungsdaten und thematischen Karten mit hinlänglicher Genauigkeit positionieren zu können. Nur so werden Aussagen über die Repräsentativität des Plots für den amazonischen Regenwald ermöglicht.

Um diesen Bezug herzustellen, standen folgende Hilfsmittel zur Verfügung:

GPS ist für eine derartige Aufgabe prinzipiell sehr gut geeignet, GPS-Messungen erfordern aber einen freien Horizont, der im tropischen Regenwald naturgemäß abseits von großen Flüssen und das Kronendach überragenden Kranspitzen nur sehr eingeschränkt vorhanden ist. Daher kann man in diesen Gebieten auch kaum auf eine befriedigende Anzahl von „sicheren“ Punkten kommen und ein Fehlerausgleich zwischen den Messungen wird problematisch. Die vorhandenen GPS-Messungen (Institut für Geographie der Universität Mannheim) wurden mit einem „hand held“-Gerät durchgeführt, mehrmals wiederholt und detailliert in ihrer Genauigkeit eingeschätzt. Dennoch ist es wünschenswert, eine möglichst großmaßstäbige topographische Karte zum Vergleich heranzuziehen.

Einzig verfügbare „Karte“ des Gebietes ist die Ozalid-Kopie einer aus verschiedenen Einzelbildern zusammengesetzten Radarbildkarte, die während des RADAMBRASIL-Projektes Anfang der Siebzigerjahre entstanden ist (Blatt NA-20-1, Maßstab 1 : 250.000, publiziert von CODESUR-Commission para el Desarrollo del Sur de Venezuela, 1971). Dabei wurde ganz Amazonien befliegen und mit Radar abgebildet. Da

- es sich um die erste flächendeckende Aufnahme dieses Gebietes überhaupt handelt,
- die internen geometrischen Probleme von Radaraufnahmen zu dieser Zeit noch keineswegs gelöst waren,
- eine Dokumentation, wie mit welchen Paßpunkten die Radarbilder geokodiert worden sind, fehlt und
- eindeutig in der Karte identifizierbare Punkte (meist Flußmündungen, die zudem starken saisonalen Schwankungen unterliegen) durch fluviatile Erosions- oder Akkumulationseffekte nach 30 Jahren nicht unbedingt an derselben Position liegen müssen,

kann die Geometrie des Kartenbildes nicht kritiklos übernommen werden. Das am Kartenrand angerissene Gradnetz läßt aber zumindest eine ungefähre Positionsabschätzung zu.

Eine Übersicht über den Stand der jeweiligen Landesaufnahme in allen südamerikanischen Ländern - darunter auch Venezuela - bietet <http://edcintl.cr.usgs.gov/igdn/paigh.html> an.

Im Jahr 1993 wurde das Gebiet entlang des Orinokos befliegen, die Luftbilder aber noch nicht photogrammetrisch ausgewertet. Die dem Projektteam zugänglichen Kopien auf Photopapier für das Gebiet um den Surumoni haben einen Bildmaßstab von etwa 1 : 30.000. Zur geometrischen Rektifizierung der Luftbilder konnten die GPS-Messungen nicht herangezogen werden, weil einige der ohnehin wenigen Meßpunkte nicht eindeutig in den Bildern identifiziert werden konnten und somit die erforderliche Punkteanzahl für eine nichtlineare Transformation nicht gegeben war.

Zur vorläufigen Einschätzung der inhaltlichen Repräsentativität des Plots und damit der räumlichen Gültigkeit der am Surumoni erzielten Ergebnisse sollte in einem Pilotprojekt, besonders mit Hilfe des Internets, erhoben werden, welche thematischen Karten, Fernerkundungs- und Geodaten für den tropischen Regenwald Amazoniens verfügbar sind. Wichtig war auch die Bewertung hinsichtlich ihrer Qualität und der sich ergebenden Probleme bei ihrer Anwendung.

2 Auswahl verfügbarer Geodaten aus dem Internet für Amazonien

Der Engpaß an Informationen über verfügbare Geodaten im Internet, besonders wenn sie billig bzw. gratis zur Verfügung stehen sollen, hat in letzter Zeit mehrere Autoren zu Publikationen angeregt. Sicherlich ist die Datensituation für die USA günstiger als für den Rest der Welt (Twaroch, Heisler, Timpf, 1998), das Angebot für die Industrienationen steigt aber beständig (siehe Schubert für das Beispiel Österreich). Es wäre daher sehr spannend zu untersuchen, wie gut das Angebot für periphere Räume wie Amazonien, für Kontinente oder die ganze Welt aussieht. Eine wirklich umfassende Erhebung würde den Rahmen der vorliegenden Arbeit jedoch sprengen und nach Meinung des Autors auch wenig Sinn machen. Je länger die Liste der gespeicherten Links wird, desto größer wird mit jedem Tag die Anzahl der „Broken Links“ und vernichtet mit einem Schlag die aufgewendete Arbeitszeit für die Suche und auch für einen vielleicht mühsam erstellten Kommentar. Für diesen Artikel wurde also lediglich pragmatisch der Frage nachgegangen, wo es im Internet von bekannten (und hoffentlich langlebigen) Institutionen möglichst frei verfügbare Geoinformationen für Amazonien gibt und wie ihre Brauchbarkeit eingeschätzt werden kann. Dennoch organisieren auch solche Institutionen ihre Websites gelegentlich um und es besteht die Möglichkeit, daß beim Erscheinen des Artikels einige Links nicht mehr stimmen. Der Autor bittet um Verständnis.

2.1 Allgemeine Geodatenmaschinen

Zuerst sollen jene zwei Metasuchmaschinen vorgestellt werden, die dem Autor bei seiner Suche nach verfügbaren Geodaten die besten Dienste geleistet haben. Beide sind sehr mächtig und benötigen etwas Einarbeitungszeit: Die erste Suchmaschine - „Global Land Information System“ - ist am United States Geological Survey (USGS) angesiedelt. Sie umfaßt weltweite Informationen zu bestimmten Themengebieten (sehr oft in Form thematischer Karten) und zu Ergebnissen unterschiedlichster Satellitensensoren <http://edc.usgs.gov/webglis/>.

Die zweite Metasuchmaschine - „Earth Observing System Data and Information System“ - ist besonders auf Bilder verschiedener Sensoren spezialisiert und bei der NASA angesiedelt. Es stehen verschiedene Gateways zur Verfügung (hier ist der Link zur Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt (DLR) angegeben) <http://ims.dfd.dlr.de/pub/imswelcome/index.html>.

2.2 Datensätze des United Nations Environmental Programme (UNEP)

Die UNEP hält im Rahmen der „Global Resource Information Database (GRID)“ eine Vielzahl von Daten kostenlos bereit, wovon in Genf und Sioux Falls sehr viele kontinentweit oder global in der räumlichen Auflösung von Graden oder Halb- bzw. Viertelgraden zur Verfügung stehen:

Genf: <http://www.grid.unep.ch/datasets/gnv-data.html>

Sioux Falls: <http://grid2.cr.usgs.gov/clearinghouse/datalist.html>.

2.3 1-km-Daten von USGS

Aus den Daten des AVHRR-Sensors (Advanced Very High Resolution Radiometer) wurde in internationaler Kooperation eine Vielzahl von globalen Klassifikationen und Interpretationen als Folgeprodukte in der räumlichen Auflösung von knapp unter 1 km (am Äquator) abgeleitet <http://edcwww.cr.usgs.gov/landdaac/1KM/1kmhomepage.html>. Unter dem Titel „Global Land Cover Characterization“ (GLCC) stehen kostenlos in der Interrupted Goode Homolosine Abbildung unter <http://edcwww.cr.usgs.gov/landdaac/glcc/glcc.html> sechs unterschiedlich detaillierte Landnutzungsklassifikationen zur Verfügung (Abbildung 1 zeigt einen verkleinerten Ausschnitt aus dem Datensatz „Biosphere-Atmosphere Transfer Scheme“). Für die einzelnen Kontinente werden dieselben Daten auch in Flächentreuer Lambert'scher Azimutalprojektion angeboten, zusätzlich und nach Kontinenten verschieden auch weitere Datensätze wie der monatsweise gemittelte „Normalized Difference Vegetation Index“ (NDVI) von April 1992 bis März 1993 und ein Digitales Höhenmodell. Abbildung 2 zeigt das verkleinerte und auf geographische Länge und Breite rückgerechnete Bild des NDVI für Südamerika (niedrige Werte sind dunkel, hohe Werte hell dargestellt). Zur besseren Orientierung wurden die administrativen Grenzen (Digital Chart of the World) eingeblendet. Für eine genauere Aufgliederung der vorhandenen GLCC-Datensätze und deren Größe sowie der im folgenden beschriebenen Geodaten siehe Tabelle 1 am Ende des Kapitels.



Abb. 2: Der NDVI-Datensatz vom Dezember 1992

2.4 Digitale Geländemodelle

Es sind zwei globale Datensätze gratis verfügbar:

- ETOPO5 von der schon erwähnten UNEP-GRID Website in Genf mit etwa 9 km räumlicher Auflösung <http://www.grid.unep.ch/datasets/data/gnv10.html>;
- GTOPO30 als 1 km-Datensatz <http://edcwww.cr.usgs.gov/landdaac/gtopo30/gtopo30.html> vom USGS.

Aus den GTOPO30-Daten wurden in jüngerer Zeit kontinentweise sieben zusätzliche Datensätze für hydrologische Fragestellungen (z.B. Hangneigung, Exposition, Flußeinzugsgebiete, Fließrichtung) abgeleitet <http://edc.usgs.gov/landdaac/gtopo30/hydro/index.html>. Für Südamerika und Asien sind diese Datensätze derzeit noch nicht verfügbar.

2.5 Projektbezogene Daten vom Joint Research Centre der European Commission

Die Arbeitsgruppe „Global Vegetation Monitoring“ des Space Application Institutes unterhält ein Monitoringsystem für die tropischen Regenwälder der Erde, um den Flächenverlust durch Feuer und menschliche Eingriffe zu dokumentieren <http://fellini.gvm.sai.jrc.it/trees/>.

Im Rahmen des TREES-Projektes (Tropical Ecosystem Environment Observations by Satellites) gibt es neben zahllosen anderen Informationen zum Regenwald auch eine „Vegetation Map of Tropical South America derived from 1 km AVHRR data“ gratis zum Download http://fellini.mtv.sai.jrc.it/trees/Latin_america/carto.html. (Vorsicht: Der letzte Stand der sich gerade im Druck befindlichen Karte wird allerdings nur nach Kontaktaufnahme mit der Arbeitsgruppe zur Verfügung gestellt.)

2.6 TRFIC (Tropical Rain Forest Information Center)

Diese Website der Michigan State University ist eine wahre Fundgrube an verschiedenen Informationen über den tropischen Regenwald mit dem Schwerpunkt im brasilianischen Anteil von Amazonien <http://www.bsrsi.msu.edu/trfic/index.html>. TRFIC beherbergt ein Landsat- und Radardatenarchiv, den Amazon Data Server (eine Metasuchmaschine für Informationen über

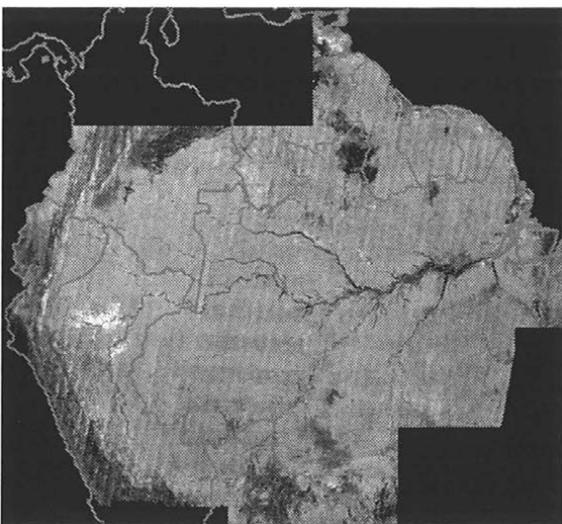


Abb. 3: JERS-1-Daten aus dem Zeitraum von September bis Dezember 1995

Amazonien), ein Online-GIS von Amazonien (in Entwicklung) und thematische Karten zum Download.

Für das Surumoni-Projekt von besonderem Interesse ist das Radardatenarchiv des japanischen JERS-1-Satelliten <http://www.bsrsi.msu.edu/trfic/jers1/jers1.html>. Die Radardaten wurden weltweit für alle tropischen Regenwaldgebiete in der „Global Rain Forest Mapping Study“ (GRFM) unter der Federführung der NASA aufbereitet und sind in einer vergrößerten Auflösung von 93 m bei <http://southport.jpl.nasa.gov/GRFM/> und <http://southport.jpl.nasa.gov/amazon/> frei verfügbar. Abbildung 3 zeigt das Mosaik der JERS-1-Daten von ganz Amazonien bei Niedrigwasserstand.

2.7 Sensoren optischer Wellenlängen

Das Surumoni-Gebiet liegt im Landsat-Schema auf Path 2, Row 58. Mit Hilfe der schon erwähnten Metasuchmaschine der NASA <http://ims.dfd.dlr.de/pub/imswelcome/index.html> konnten von 1984 bis 1996 Landsatbilder von insgesamt 38 unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkten in verschiedenen Archiven gefunden werden. In 12 Jahren waren es gerade noch 6 Szenen, in denen das Gebiet um den Surumoni fast wolkenfrei war. Von SPOT wurden nur 3 Bilder mit ebenfalls hohen Wolkenanteilen gefunden, da im Gegensatz zum Landsat-Programm früherer Jahre bei SPOT meist nur dann aufgezeichnet wird, wenn es vorweg konkrete Bestellungen gibt.

Landsat-Daten werden nur kostenpflichtig abgegeben. Für die Bestellung von Szenen aus dem tropischen Regenwald gelten jedoch Sonderkonditionen. Wenn die Szene älter als 10 Jahre ist, wird sie um \$ 15 abgegeben. Es sind auch jüngere Szenen zu diesem Preis erhältlich, allerdings nur, wenn man in einem offiziell anerkannten Global Change-Projekt mitarbeitet. Für das Surumoni-Gebiet wurde eine Szene vom 10. Nov. 1986 bestellt, die von der NASA radiometrisch kalibriert und bereits in das UTM-System rektifiziert worden war. Von der Bestellung bis zur Lieferung auf 8 mm-Band vergingen etwa 10 Tage.

Datensatz	Klassenanzahl bzw. Tiefe in bit	Größe des Files in MB gepackt/ungepackt
GLCC-Biosphere-Atmosphäre Transfer Scheme	19	2,9/48
GLCC-Global Ecosystems	94	3,7/48
GLCC-International Geosphere Biosphere Programme	18	3,0/48
GLCC-Seasonal Landcover Regions	167	6,3/48
GLCC-Simple Biosphere Model	16	2,6/48
GLCC-Simple Biosphere 2 Model	10	2,6/48
GLCC-USGS Land Use/Land Cover System Model Level 2	24	3,2/48
GLCC-NDVI von April 1992 bis März 93	8 bit	Je Monat etwa 11,5/48
GLCC-Digital Elevation Model	16 bit	9,6/20,4
ETOPO5, Welt	16 bit	18,7/?
GTOPO30, Welt	16 bit	?/1740
HYDRO1K Vektor/Raster gemischt	-	120-140 geschätzt/?
TREES	16	0,9/20
JERS-1, ganz Amazonien	8 bit	?/ 1300

Tab. 1: Verfügbare Geodaten für Südamerika

3 Zur kartographischen Verwertbarkeit der im Internet verfügbaren Daten für Amazonien

3.1 1-km-Daten

Der Vorteil aller 1 km-Datensätze ist, daß beim Überlagern keinerlei geometrische Probleme auftreten und die Kontinentalgrenzen mit dem „Digital Chart of the World“ übereinstimmen. Viele dieser Datensätze werden ja auch als Datenbasis für Weltmodelle (z.B. in der Klimaforschung) genutzt. Da die Bearbeitung der meisten Themen regional aufgeteilt wurde und in der Verantwortung mehrerer internationaler Expertengruppen lag, gibt es manchmal auffällige inhaltliche „Brüche“ zwischen den Bearbeitungsgebieten.

Das große Verdienst des TREES-Projektes des Joint Research Centres der EC besteht unter anderem darin, daß die einzelnen Informationsschichten auf Plausibilität geprüft, überarbeitet und in einer homogenen Vegetationskarte für die tropischen Regenwälder zusammengefaßt worden sind.

Das Geländemodell GTOPO30 ist auf geographische Koordinaten rektifiziert und in 33 etwa gleich große Fliesen unterteilt, die nach Bedarf zum Download bereitstehen. Da die Qualität der Daten regional unterschiedlich ist, wird genau dokumentiert, aus welchen Quellen (Raster- und Vektordaten) das globale DGM kompiliert worden ist. Der gesamte Datensatz wird auch gratis auf CD verschickt.

Aufgrund der geringen Auflösung können diese Daten keinen Beitrag zur absoluten Positionierung des Kranstandortes leisten, liefern aber zum Teil recht detaillierte und brauchbare Informationen für die Einschätzung der ökologischen Repräsentativität des Standortes.

3.2 Radardaten

Die vom japanischen Satelliten JERS-1 (Japanese Earth Resources Satellite) der NASDA (National Space Development Agency of Japan) aufgezeichneten Radardaten des SAR-Sensors (Synthetic Aperture Radar) stammen aus dem Zeitraum September bis Dezember 1995 aus der Niedrigwasserperiode. Der Datensatz aus der Hochwasserperiode ist noch nicht freigegeben. JERS-1 nimmt aus einer Höhe von 568 km mit einer Auflösung von 18 x 24 m im L-Band mit 1,3 Ghz und einer Wellenlänge von 23 cm auf. Zum Downloaden stehen derzeit jedoch nur die Daten mit 93 m Auflösung zur Verfügung (siehe Abbildung 4).

Die Bilder setzen sich aus unterschiedlichen Grauwerten zusammen, deren Helligkeit der Stärke des vom Gelände reflektierten Radarechos entspricht, was vor allem von der Oberflächenform, der Oberflächenrauigkeit (im Dezimeter- und Zentimeterbereich) und der Dielektrizitätskonstante des Oberflächenmaterials abhängt. Da das Radar seitwärts abgestrahlt wird, rufen alle dem Empfänger zugewandten Erhebungen eine starke Reflexion (helle Bildteile) und alle im Radarschatten liegenden Objekte gar keine Reflexion hervor (dunkelste Bildteile) und lassen somit besonders plastisch wirkende Bilder entstehen. Überlagert wird dieser geometrische Aspekt der „Grauwertbildung“ von den Effekten der unterschiedlichen Dielektrizitätskonstanten der Objekte. JERS-1 mit seiner Wellenlänge von 23 cm durchdringt den Regenwald und liefert hauptsächlich Information über Bodenfeuchteunterschiede (je heller, desto feuchter; freie Wasserflächen sind jedoch dunkel).

Selbst aus dieser ganz kurzen Darstellung kann man leicht ermessen, wie komplex die Interpretation von Radardaten ist. Es wird daher angeraten - wo immer möglich - Interpretationshilfen in Form anderer Geoinformationen zu verwenden.

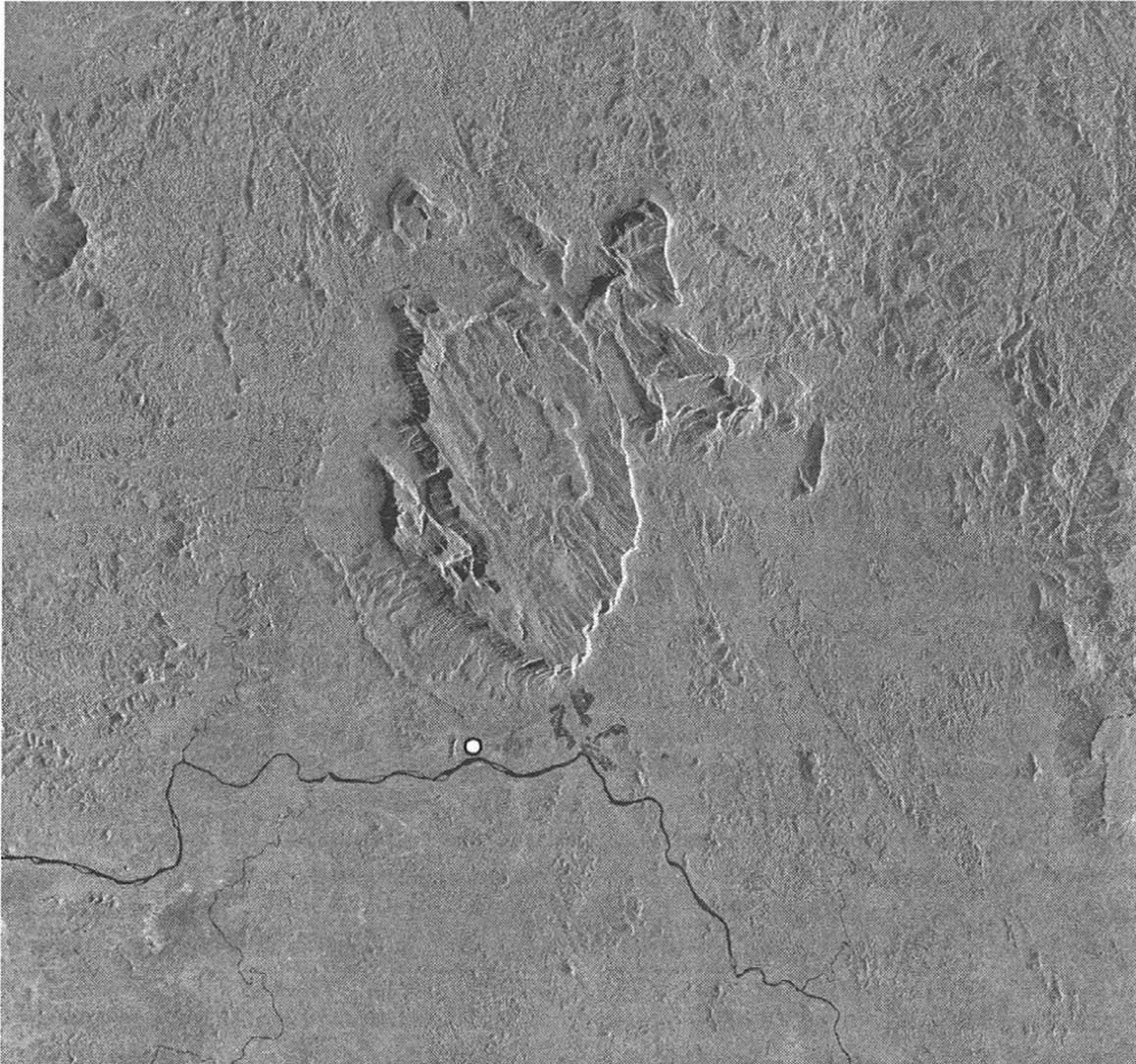


Abb. 4: Das Gebiet um den Surumoni von JERS-1 aus gesehen (Maßstab 1:1 Mio.). Der weiße Kreis bezeichnet den Kranstandort. Grundauflösung: 93 m. Projektion: Mercator, Ellipsoid: WGS84. Geographische Koordinaten des linken oberen Eckpunktes: 66° W/4° N. Geographische Koordinaten des rechten unteren Eckpunktes: 65° W/3° N. © NASDA/MITI

Für den Positionierungsaspekt ist anzumerken, unabhängig von dem Wunsch nach einer besseren räumlichen Auflösung, daß die Radardaten in geographischen Koordinaten vorliegen. Die Rektifizierung für ganz Amazonien erfolgte von der NASA mit 45 Kontrollpunkten in Brasilien und Peru, weil für diese Gebiete topographische Karten im Maßstab 1:100.000 zur Verfügung standen. Die Genauigkeitsuntersuchung zeigt, daß die Längen- und Breitenabweichungen aller Kontrollpunkte im Radarbild unter 5 km fallen; besser als 1 km-Abweichung in der Breite (Länge) sind 44 % (87 %) der Punkte. Es wird auch angemerkt, daß es einen systematischen Fehleranteil gibt, der durch affine Transformation von Bildausschnitten zu Genauigkeitssteigerungen führt (was aber eine geeignete topographische Grundlage voraussetzt).

3.3 Der Datensatzaufbau auf Basis der TM-Daten

Wie schon erwähnt, waren die angekauften TM-Daten bereits in UTM-Projektion vorhanden - leider fehlt jede Dokumentation darüber. Das Bild wurde in geographische Koordinaten rückgerechnet und mit den JERS-1-Radardaten und der Radarbildkarte aus 1971 verglichen, indem die Versetzungsvektoren anhand identer Kontrollpunkte (etwa 40 für die JERS-1-Daten und 15 für die Radarbildkarte) festgestellt wurden. Die Größe und Richtung der Versetzungsvektoren legten eine Translation und Rotation nahe, um TM und JERS-1 zur Deckung zu bringen, zeigten aber auch die Notwendigkeit einer nichtlinearen Transformation für die Radarbildkarte. Da die TM-Daten die höchste räumliche Auflösung anbieten, wurden sie pragmatisch als Referenzdatensatz festgelegt (siehe Abbildung 5) und alle anderen Datensätze, einschließlich der Luftbilder, darauf referenziert. In den Luftbildern wiederum konnte man einige mit GPS vermessene Punkte identifizieren und die Versetzungsvektoren bestimmen, die diesmal eine Translation des kombinierten Datensatzes von fast 1 km erforderlich machten.

Es sollte damit ein Datensatz erzeugt worden sein, der eine gute relative und absolute Genauigkeit aufweist. Die Abweichungen zu den GPS-Messungen betragen maximal 100 m, was den Anforderungen entspricht. Verbesserungen werden in nächster Zeit möglich sein, da seit 1997 der gesamte venezolanische Anteil Amazoniens in Kooperation mit Spanien neuerlich mit Radar befliegen wird. Die ersten Karten sind nach offiziellen Angaben für das Jahr 2000 zu erwarten.

Als wichtiges Hilfsmittel zur thematischen Interpretation der Satellitenbilder steht ein Radiometer mit einem Interface zu einem Laptop zur Verfügung. Aus den TM-Daten lassen sich - wie auch aus den Radardaten - auf den ersten Blick Gewässer, Regenwald und Savannen unterscheiden. Im Regenwald ist eine Vielzahl von unterschiedlichen Strukturen zu erkennen und es ist wohl anzunehmen, daß viele davon auf die saisonalen hohen Schwankungen des Wasserspiegels zurückzuführen sind. Dennoch ist es wegen der Vegetationsdichte und des lückenlosen Kronenschlusses selbst aus den Luftbildern nahezu unmöglich, die zahlreichen Altarme zu verfolgen. Für einige wenige dieser Strukturen gibt es derzeit plausible Interpretationsansätze. So ist es etwa bekannt, daß an dauernd vernästen Stellen gehäuft eine bestimmte Palmenart auftritt, deren radiometrische Eigenschaften in den Fernerkundungsdaten abgebildet wird. Viele Strukturen werden aber erst nach weiteren umfangreichen Geländebegehungen interpretiert werden können. Derzeit wird daran gearbeitet, aus den Fernerkundungsdaten einige möglichst inhomogene, in sich aber möglichst homogene Trainingsgebiete zu definieren, die während der nächsten Geländearbeiten nach Möglichkeit aufgesucht und eingestuft werden sollen.

4 Schlußbemerkungen

Die globalen 1 km-Datensätze stellen eine wertvolle Grundlage für Untersuchungen dar und sind für einen Publikationsmaßstab von etwa 1:5 Mio. geeignet. Der Autor ist überrascht, daß für die tropischen Regenwälder auch eine unglaubliche Fülle von detaillierteren Karten und Fernerkundungsdaten im Internet meist kostenlos zur Verfügung steht, die im Rahmen von großangelegten internationalen Forschungsprogrammen erarbeitet worden sind. Wünschenswert wäre bei einigen Datensätzen eine noch genauere Dokumentation (im gegenständlichen Fall betrifft es besonders die TM-Daten).

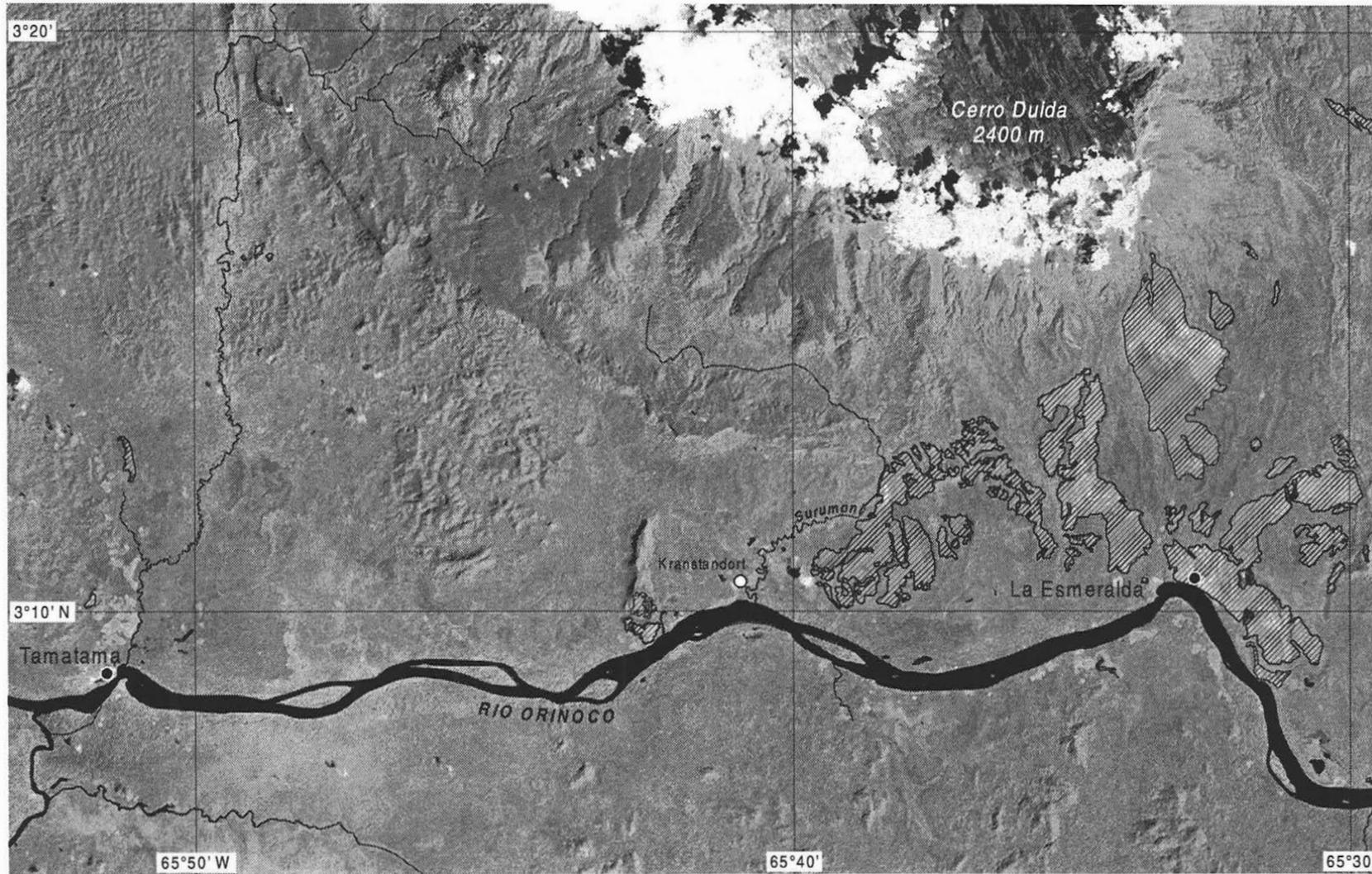


Abb. 5: Ausschnitt aus der Thematic Mapper-Szene vom 10. November 1986 im Maßstab 1:200.000. Projektion Mercator, Ellipsoid WGS84. Die Bitmap zeigt die kontrastverstärkte erste Hauptkomponente aus den Kanälen 1-5 und 7 des TM-Bildes. Die weiße Kreissignatur kennzeichnet den Kranstandort am Surumoni, die schwarzen Kreissignaturen die nächstgelegenen Siedlungen und die schraffierten Bereiche zeigen Savannengebiete.

Literaturverzeichnis

Anhuf, D. und H. Winkler: Geographical settings of the Surumoni-Crane-Project (Upper Orinoco, Estado Amazonas, Venezuela). In Vorbereitung.

Schubert, H.H.: DATENGRUNDLAGEN UND DATENVERFÜGBARKEIT FÜR RAUMPLANUNG IN ÖSTERREICH. In: *Manfred Schenk* (Hrsg.): COMPUTERGESTÜTZTE RAUMPLANUNG. Beiträge zum Symposium CORP 97. Wien: Technische Universität (1997). S. 62-73.

Twaroch, F., M. Heisler und S. Timpf: ZUR VERFÜGBARKEIT VON GEODATEN IM INTERNET. In: *J. Strobl und F. Dollinger* (Hrsg.): ANGEWANDTE GEOGRAPHISCHE INFORMATIONSVERRARBEITUNG. Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg '98. Heidelberg: Wichmann. (1998). S. 393-402.

Neuere Entwicklungen im Verlag Ed. Hölzel

Lukas Birsak, Johannes Breitschopf und Erich Knabl, Wien

Zusammenfassung

Obwohl der Verlag Ed. Hölzel erst 1994 voll auf digitale Methoden in der Kartenherstellung umstieg, liegt in der Zwischenzeit der Großteil des derzeit in Verwendung befindlichen Materials vektorisiert vor. Auf Grund der gegebenen Rahmenbedingungen sind sowohl Desk-Top (DTP) Programme als auch spezielle Kartographiesoftware im Einsatz. Dies erleichtert nicht nur die Herstellung eines Printproduktes, sondern eröffnet auch neue Möglichkeiten in Richtung Output.

Für die Redaktion bedeuten die digitalen Methoden ein Verschwimmen der Grenzen zwischen Redakteur und ausführendem Kartographen. Die umfangreiche Arbeit bei der Indexerstellung und -verwaltung wurde durch ein Microsoft-Access-Datenbanksystem modernisiert. Mit dem Einsatz der Internet-Dienste ist eine zusätzliche Möglichkeit der Quellenerfassung gegeben.

Der Verlag Hölzel engagiert sich seit einigen Jahren auch im Bereich der elektronischen Medien, z.B. mit dem ersten deutschsprachigen Weltatlas auf CD-ROM (1994). Zur Zeit werden weiters einige Internet-Aktivitäten für den Geographie-Unterricht verfolgt, bei denen u.a. kartographische Materialien angeboten werden. Sowohl die Entwicklung von kartographischen Offline- als auch Online-Medien soll vorsichtig, aber stetig weiterverfolgt werden.

Abstract

Although Ed. Hölzel changed to digital map production only in 1994, in the meantime most of the cartographic substance is available in vectorised form. The company uses DTP-software as well as special software for cartography. That makes the production for printing easier and opens new possibilities for the map output.

As a result of the new developments, the border between editorial and cartographic processes has become fluid. The change to an computer system based on Microsoft Access has modernised the production of name indexes. The internet has extended the possibilities for the search of editorial sources.

For some years Hölzel has also produced electronic media, for example the first world-atlas on CD-ROM in German language. In 1999 the company has started offering didactic material on the internet and tries to follow up the developments of cartographic offline- and online-media.

1 Tendenzen in der Kartentechnik

Die neunziger Jahre brachten auch im Verlag Ed. Hölzel den Wandel von den analogen zu den digitalen Techniken. Den Beginn dabei machte bereits Ende der achtziger Jahre die Erfassung von Indizes. Die erste voll digitale Karte war dann der Stadtplan von Villach, der mit dem Programm FreeHand 3 im Jahre 1994 erstellt wurde. Damit gehörte der Verlag sicher eher zu

den Späteinsteigern in die digitalen Technologien, was allerdings auch Vorteile mit sich brachte, denn man konnte bereits auf gewisse Erfahrungen anderer Kartenproduzenten zurückgreifen.

Für die seinerzeitige Entscheidung, welcher Weg der optimale für uns wäre, sind natürlich die Rahmenbedingungen absolut wichtig. Diese unterscheiden sich zu anderen Kartenherstellern wie Ämtern, Dienstleistern (z. B. den Ingenieurbüros in Deutschland) oder wissenschaftlichen Institutionen bzw. Planungsstellen grundlegend. Zu ersteren v. a. durch die Produktpalette und daher in den stark variierenden Anforderungen an ein System. Der Schwerpunkt der Verlagsprodukte bei Ed. Hölzel lag seinerzeit und liegt auch noch heute auf dem Sektor der Schulatlanten (Österreich, Südtirol, Frankreich, Israel, Katar), was den gesamten Bereich der physischen und thematischen Kartographie im kleinen Format (A4 bis A3 bei Doppelseiten) betrifft, weiters auf Stadtplänen und Straßenkarten in den unterschiedlichsten Maßstäben (z. B. Österreich von 1:150.000 bis 1:2,500.000). Hinzu kommen noch kleine, meist einfachere Karten für Geographie-Lehrbücher. Zu den technischen Anforderungen gegenüber den kartographischen Dienstleistungsbetrieben unterscheidet sich ein traditionsreicher Verlag besonders in der Tatsache des meist in Fülle vorhandenen analogen Materials. Dieses muß nun mit meist hohem Sach- und Personalaufwand für eine neue Technologie umgelegt werden. Natürlich ist dies eine notwendige Investition in die Zukunft. Jeder Verleger würde es aber lieber sehen, wenn er das gleiche Geld für die Ausweitung des Verlagsprogrammes verwenden könnte. Wissenschaftlichen Institutionen und Planungsstellen geht es meist mehr um die inhaltliche Auswertung (GIS) bzw. rasche Visualisierung für Entscheidungsträger. Soweit zur Ausgangsbasis.

Weiters hat sich der Verlag Ed. Hölzel eher für die Politik der kleinen Schritte entschieden. Aus den Erfahrungen anderer Verlage hat sich gezeigt, daß zu große Investitionen in eine noch nicht konsolidierte Verfahrensweise oft zu hohen Fehlinvestitionen geführt haben. Zudem kam es in der ersten Hälfte der neunziger Jahre zu einer grundlegenden Umstellung von meist geschlossenen Großsystemen zu kleinen (vorerst Macintosh, später IBM-PC bzw. dazu kompatiblen Systemen) und damit weitaus billigeren Lösungen (Asche 1994, Brunner 1995, Schweickart et al. 1995, Dickmann 1996). GIS-Systeme unterlagen in der Zeit der Entscheidungsfindung auf der graphischen Seite eher starken Einschränkungen. Gerade aber die Flexibilität und Schnelligkeit bei der Visualisierung sowie die mehr oder weniger problemfreie Filmausgabe waren für uns entscheidend, vorerst in der kleinformatigen (und damit in der Regel auch von den Datenmengen her kleinen) Kartographie die Software FreeHand einzusetzen. Als weiterer wesentlicher Vorteil stellte sich der nahezu unproblematische Datenaustausch mit anderen Dienstleistern und Graphikstudios heraus, da das Programm FreeHand bis heute eine nahezu ubiquitäre Verbreitung gefunden hat.

Natürlich konnte eine reine Graphiksoftware nicht alle Bedürfnisse eines kartographischen Betriebes abdecken. Bei Fragen der Datenmenge und deren *geo*-graphischer Verwaltung sowie speziellen *karto*-graphischen Aufgaben stoßen DTP-Programme meist bald an ihre Grenzen. Aus diesem Grund kam 1996 die Kartographie-Software DIGISYS hinzu (Röhrich et al. 1998). Diese ist eine holländische Entwicklung und, wie FreeHand, ausschließlich vektororientiert. Ein Einbau von Rasterbildern für die Onscreen-Digitalisierung bzw. auch für die Ausgabe (z. B. Schummerung) ist zwar möglich, aber keine Bearbeitung derselben. Wieso hatten wir uns für dieses Programm entschieden? Erstens konnte es hard- und softwaremäßig auf der gleichen Plattform wie FreeHand eingesetzt werden (PC mit Windows NT). Dies spart nicht nur zusätzliche Geräte und Betriebssysteme, sondern erhöht auch die Flexibilität bei der Arbeitseinteilung. Zweitens erlaubt es, größere Datenmengen zu verwalten bzw. reduzieren sich diese bei Übernahme auf einen Bruchteil von denen eines DTP-Programmes. Ein gegenseitiger Datenaustausch FreeHand–DIGISYS ist dank eines Konvertierungsprogrammes bzw. über den

EPS-Export möglich. Drittens erleichtern spezielle kartographische Werkzeuge (Anlegen von Signaturenbibliotheken, Schriftfreistellungen, Über- und Unterführungen, Projektionsumrechnungen,...) das Arbeiten. Seit der Version 4.0 ist auch eine Datenbankanbindung möglich. Diesen Stärken steht leider noch eine gewisse Schwäche in der graphischen Funktionalität gegenüber (z. B. Erstellen von Verläufen, Absoften von Teilen einer Karte). Im Verlag Ed. Hölzel wird diese Software für die Herstellung und die Verwaltung von Straßenkarten größer als 1:1,000.000 und für die Pläne größerer Städte eingesetzt. Außer der Schummerung, die durch Scannen von existierenden analogen Zeichnungen gewonnen wird, wird also praktisch alles vektorieLL verwaltet.

Zum Personellen ist zu sagen, daß die ausführenden Kartographen die gleichen sind, die noch vor einigen Jahren mit Folien und Gravurringen gearbeitet haben. Die Umschulung auf technischem Gebiet ermöglichte das Halten der gleichen Qualität wie in der Zeit der analogen Techniken. Die meisten Kartographen konnten nach anfänglicher Skepsis (Halten der Qualität, Arbeitsplatzsicherung) relativ rasch für die neuen Technologien gewonnen werden. Natürlich konnte und kann die Umstellung neben der laufenden Arbeit nicht ohne Zukäufe über Datenerfasser vor sich gehen. Die Finalisierung der Karten geschieht aber größtenteils mit verlagseigenen Mitarbeitern.

Die größte Herausforderung stellte dieser Wandel aber für die leitenden Kartographen dar. Obwohl wir, wie bereits erwähnt, auf gewisse Erfahrungen anderer zurückgreifen konnten, mußte doch vieles auf die hausspezifischen Bedürfnisse angepaßt werden. Dabei sollte alles so nachhaltig wie nur möglich geschehen, ist es doch ein Charakteristikum eines Verlages, aus der geschaffenen Substanz möglichst viele Produkte über einen längeren Zeitraum ableiten zu können. Die Überlegungen reichen dabei von der optimalen Erfassung über die Verwaltung derselben bis hin zu ihrer Sicherung. In der Folge kam es auch zu einer Neustrukturierung zwischen Redaktion und Kartentechnik.

Nicht unerwähnt sollte das Wort Troubleshooting bleiben. Zwar waren auch die analogen Techniken nicht problemfrei, für die digitalen Techniken ist die Problemlösung aber zu einem Charakteristikum geworden. Dies nicht zuletzt, weil die Entwicklung so rasch vor sich geht, daß irgendwo im Produktionsprozeß unentwegt Änderungen bzw. Neuerungen stattfinden. Die Folge ist die Notwendigkeit der ständigen Adaptierung des Workflows im Detail. Dazu kommt das systemimmanente Problem der EDV-Branche, daß neue Programmversionen fast prinzipiell noch fehlerbehaftet sind, und Dinge, die in der letzten Version noch funktioniert haben, manchmal plötzlich Probleme bereiten. So gesehen wurde auch die Kalkulation von Projekten risikoreicher, denn prinzipiell gehen die Arbeitsschritte zwar schneller, doch zwischen optimaler und tatsächlicher Projektabwicklung liegt in der Regel in der digitalen Kartographie eine weit größere Schwankungsbreite (Knabl 1999).

Um mit positiven Aspekten zu enden, seien noch die angenehmen Seiten der digitalen Kartenverwaltung erwähnt. Dazu zählen v. a. die neuen Möglichkeiten, die von gestalterisch-redaktionellen über technische Aspekte bis hin zu neuen Outputs reicht. Erwähnen möchte ich die leichtere Ableitung neuer Karten (inkl. Maßstabsänderungen innerhalb bestimmter Grenzen), mehr gestalterische Freiheiten, also auch ein besseres Eingehen auf Kundenwünsche, die schnellere Aktualisierung (gerne findet schon das Schlagwort „tagesaktuell“ seine Verwendung), das Herstellen von Farbproofs anstelle der SW-Lichtpausen als Zwischenkontrolle, die digitale Filmmontage bis hin zum Digitaldruck bzw. elektronische Anwendungen wie die Weitergabe von Daten, CD-ROM- und Internetanwendungen.

2 Wandel der redaktionellen Aufgaben

2.1 Ausgangsposition

Anfang der neunziger Jahre stellte man das Berufsfeld eines Kartenredakteurs im Hause Ed. Hölzel folgendermaßen dar. Die Redaktion war strikt getrenntes Arbeitsfeld, das zwar mit der Kartenoriginalherstellung in engem Austausch stand, aber kaum Überlappungsbereiche aufwies. Der Redakteur sammelte alle Informationen, die zur Laufendhaltung oder Neuerstellung eines Produktes notwendig waren. Diese setzte er in analog gezeichnete graphische Vorlagen, sogenannte „Hausoriginale“ um, die den ebenfalls analog arbeitenden Karto-Lithographen (so die damalige Berufsbezeichnung) als Arbeitsunterlagen dienten. Bei der Umsetzung herrschte höchste Unmittelbarkeit, nämlich die Linien wurden genau dort graviert bzw. die Signaturen genau dort geklebt etc., wo sie der Redakteur vorgezeichnet hatte. Die Hausoriginale waren, obwohl sie „nur“ der Weiterverarbeitung dienten, oft bereits für sich alleine ein graphisch ansprechendes Operat. Ganz zu schweigen natürlich von der bereits einige Jahrzehnte zurückliegenden Zeit, wo die Originale nicht selten wahre Kunstwerke waren.

Ein weiterer Arbeitsbereich des Redakteurs war die Erstellung sämtlicher Namensregister. Um den Wandel in diesem Feld deutlicher zu skizzieren, muß man bis in die erste Hälfte der achtziger Jahre zurückgehen. Damals wurde für jeden aufzunehmenden Begriff händisch (!) ein Karteikärtchen geschrieben. Anschließend wurden sämtliche, dem Register zugehörigen Kärtchen nach dem Alphabet händisch geordnet. Was das für einen Schulatlas, der unter Umständen 20.000 Namen im Index gehabt hat, an Arbeitsaufwand bedeutete, kann und möchte man sich heute gar nicht mehr vorstellen. Die geordnete Namenskartei wurde im nächsten Schritt an den Satzsetzer übergeben. Dort mußte Name für Name abgetippt und das Layout gestaltet werden. Zur Erstellung eines Registers mußte also jeder Name zweimal geschrieben werden, zuerst in der Redaktion, dann im Satz.

2.2 Transformation - das neue Bild des Redakteurs

Hand in Hand mit fast allen anderen Lebensbereichen war natürlich auch in der Kartographie der Anbruch des digitalen Zeitalters die Ursache für gravierende Umwälzungen. Erstens änderte sich durch den Wandel der Kartenproduktion die Tätigkeit der Vorlagenherstellung und zweitens bekam der Schreibtisch des Redakteurs sozusagen eine zweite, digitale Oberfläche.

2.2.1 Wandel im Bereich der Kartenoriginalherstellung

In der ersten Hälfte der neunziger Jahre begann die elektronische Umstellung in der Kartenproduktion. Im kartentechnischen Bereich zunächst mit FreeHand, dann zusätzlich mit DIGISYS. Diese Programme lösten einen grundsätzlichen Wandel der Arbeitsbereiche des Redakteur aus. Erstmals in der Geschichte der Kartographie konnte er sich mit relativ geringem Zeitaufwand die Fertigkeiten der Kartenoriginalherstellung aneignen. Denn eine Einschulung z. B. im FreeHand dauert doch beträchtlich kürzer als ein Erlernen des Gravierens, Strippens etc. Dies bedeutet, daß heute, Ende der neunziger Jahre, alle Redakteure im Hause Hölzel auch selbst eine Karte herstellen können und den Prozeß der Kartenoriginalherstellung vom Original bis Reproduktion in Gänze beherrschen. Damit hat auch die strenge Trennung der Arbeitsbereiche zwischen dem Kartenredakteur und ausführenden Kartographen ihr Ende gefunden, und zwar in beide Richtungen.

Einerseits werden zahlreichere kleinere kartographische Arbeiten vom Redakteur selbst ausgeführt, was ein gewisses Maß an Entwurfsarbeit spart, andererseits werden auch Kartographen mit redaktionellen Arbeiten betraut. Die Kartenproduktion ist damit variantenreicher geworden. In vielen Fällen beginnt der Kartograph weiterhin mit dem klassischen, handgezeichneten Original. In diesem Fall bietet die EDV bereits eine große Unterstützung, da Arbeitsunterlagen in Hülle und Fülle zur Verfügung stehen. Man muß nicht mehr Karten aus Atlanten ausschneiden, diese vielleicht noch vergrößern oder verkleinern, sondern stellt sich die Grundkarte aus den Elementen des digitalen Kartenarchivs zusammen. Auf dieser Grundkarte werden händisch die neuen Inhalte eingetragen, der Entwurf wird dem Kartographen übergeben und geht also den „klassischen“ Weg mit aktuellen technischen Mitteln.

Eine weitere, durch neue Technologien unterstützte Möglichkeit ist, dem Kartographen eine graphische oder textliche Redaktionsunterlage direkt auszuhändigen. Diese kann z. B. eine Liste mit Tankstellen oder ein skizzenhafter Entwurf eines Schulbuchautors sein. Der Kartograph trägt die Inhalte selbständig in eine Grundkarte ein und erzeugt damit ein provisorisches Zwischenprodukt. Die zeitaufwendige Herstellung eines Originals unterbleibt hier vollständig. Die wahre Arbeit des Redakteurs setzt erst beim diesem Produkt an. Er erstellt einen Ausdruck, der gründlich durchgesehen und mit eventuellen Korrekturinträgen versehen werden muß. Wenn der Redakteur bei der Durchsicht noch 10 Symbole versetzt, hätte das früher zumindest das Neukleben der Signaturen in einer oder mehreren Farben, in anderen Fällen sogar reprototechnische Prozesse (Schließen von Löchern im Raster etc.) nach sich gezogen. Heute wird eine Signatur binnen Sekunden verschoben, auch viele andere Änderungen sind in kürzester Zeit durchgeführt. Daher fällt eine ausführliche Korrektur des Redakteurs kaum ins Gewicht.

Die oben dargestellten Varianten von dem Entwurf bis zur Reproduktion sind Eckpfeiler der Kartenproduktion. Einen besonders vorteilhaften und sinnvollen Zwischenschritt bei der Umsetzung von Daten mit administrativen Bezugsflächen möchte ich noch herausgreifen. Der Redakteur legt die Karte mit Bezugsflächen und entsprechender Legendenvorschrift als Datei an und gibt diese „leere“ Karte zusammen mit statistischen Daten an den Kartographen weiter, der aus den Vorgaben die Karte erstellt.

Die angewandten Werkzeuge in der digitalen Kartographie stellen eine große Hilfe in der Herstellung der Mustervorlagen dar. Die Zeit des Klebemarquettes ist vorbei, es ist durch den Ausdruck ersetzt worden. Dem Redakteur ist die Möglichkeit gegeben, in kurzer Zeit verschiedene Entwurfsvorschläge für die Kartengestaltung zu präsentieren (Kowanda, Helbig 1999). Dies bringt aber auch eine negative Erscheinung mit sich. Nämlich, durch gegebene technologische Flexibilität wird von Seiten der Kunden nicht nur *ein* Vorschlag, sondern ein ganzes Bündel an Vorschlägen erwartet, und es kommt immer wieder vor, daß die graphischen und layoutmäßigen Parameter auch während eines bereits begonnenen Projekts mehrmals umgestoßen werden.

2.2.2 Wandel bei der Erstellung des Namensregisters (Index)

In diesem Bereich begannen die Veränderungen früher als in der Kartentechnik. Bereits Mitte der achtziger Jahre wurde die Indexerfassung im Hause Hölzel auf ein mainframe-System von IBM (AS 400) transferiert, das natürlich im Vergleich zur heutigen PC-Welt ungleich schwerfälliger war. Auf der Basis dieser AS 400 wurde ein spezielles Indexprogramm zurechtgeschneidert. Statt einem Karteikärtchen gab es nun ein Eingabemenü, und die alphabetische Sortierung erledigte der Computer.

In der zweiten Hälfte der neunziger Jahre wurde AS 400 durch ein, auf PC-Basis laufendes, Index-Verwaltungsprogramm, das vom Microsoft Access unterstützt ist, ersetzt. Die Index-Datenbank besteht nun aus einem System miteinander verknüpfter Tabellen und Abfragen, aus denen mit Hilfe der eigens dafür geschriebenen Module die Register berechnet werden. Jedem Attribut (Gattung, Suchfeld, Land,...) ist eine eigene Tabelle zugeordnet. Die Erfassung eines Namenregisters läuft heute folgendermaßen ab: Der zu indexierende Name wird in der Datenbank aufgesucht. Anschließend wird ihm ein neues Suchfeld zugeordnet, das nur für das gerade aufzunehmende Produkt gilt. Existiert der Name in der Datenbank noch nicht, wird er neu angelegt.

Mit der aktuellen Software wurde, gegenüber dem früheren System, eine höhere Geschwindigkeit und eine größere Wendigkeit der Indexberechnung erreicht. Größere Wendigkeit bedeutet, daß nunmehr auch zahlreiche Teilindizes (z. B. alle Parks in Linz) abgefragt oder mit geringem Bearbeitungsaufwand neue Indizes aus dem bestehenden Material „ausgeschnitten“ werden können (z. B. alle Namen, die auf der Seite 40 des Wienplans vorkommen). Diese Erweiterung ist für Derivate aus den Verlagsprodukten sehr wichtig.

Ein großer Fortschritt im Vergleich zu AS 400 ist der erhöhte Umfang aller indizierten Namen, die rasch abgefragt werden können. Das hilft dem Redakteur bei der Produktplanung, er kann nämlich relativ exakt die seitenmäßige Ausdehnung eines Registers festlegen.

Ein Blick in die Zukunft. Die mögliche Verbindung des Indexprogrammes mit anderen Datenbanken könnte auch statistische Abfragen realisieren, wie auch seine Anbindung an die digitalen Karten, wodurch eine vollautomatische Indexberechnung möglich wäre (Engelbrecht 1999).

2.2.3 Internetdienste und Kartenredaktion

Natürlich hat auch das Internet entscheidende Einflüsse auf die Redaktionsarbeit. Einerseits ist eine Redaktion ohne Internet heute nicht mehr denkbar, andererseits bringt dies neue Fragestellungen mit sich. Das gilt ganz speziell für das WWW. Der entscheidendste Nachteil für die Redaktionsarbeit ist das Fehlen von Adressverzeichnissen. Die Hilfe durch Suchmaschinen ist nur eine bedingte, da oft eine so hohe Zahl von Einträgen gefunden und zu viel Zeit in Anspruch genommen wird. Und selbst wenn man auf verwertbare Seiten trifft, bleibt immer noch die Frage, wie seriös die Quellen sind. Diese Frage läßt sich bei den Informationen aus dem Web leider nicht so oft eindeutig beantworten wie bei den Informationen, die man auf dem konventionellen Weg sammelt.

Hier werden zwei akzeptable Beispiele der Internetnutzung bei der Atlasredaktion dargestellt. Erstens, die Verfügbarkeit von Satellitenbildern ermöglicht eine raschere Aktualisierung topographischer Karten. Die Austrocknung von Seen, das Wachsen von Städten, die Errichtung neuer Hafenanlagen etc. können auf diesem Wege beobachtet werden (Voss 1996). Oft erhält man so Informationen, die erst Jahre später in gedruckten Quellen zu finden sind. Zweitens, die elektronischen Archive der namhaften Tageszeitungen und Magazine bilden wohl den schnellsten Weg, ortsbezogene Ereignisse, die z. B. in Natur- und Umweltkatastrophenkarten dargestellt sind, abzurufen. Daraus läßt sich ableiten, daß verschiedene Internetdienste für die Kartenredaktion eine neue Art der Quellenbeschaffung bedeuten. Der Redakteur muß nun möglichst viele wertvolle und stichhaltige Informationen (aus den Medien, durch Links im Internet, durch persönliche Kontakte etc.) sammeln und so im Laufe der Zeit eine reichhaltige Adreßdatenbank aufbauen (Ott, Tiedemann 1999).

3 Elektronische Medien – neue Chancen oder Sackgasse?

1994 erschien im Verlag Hölzel der erste deutschsprachige Weltatlas auf CD-ROM unter dem Namen "Geothek-Weltatlas" (Ditz 1995). Damit wurde nach mehrjähriger Vorbereitungszeit ein neues Geschäftsfeld eröffnet, das bis heute gepflegt wird. Seitdem sind vier Versionen des Weltatlas erschienen und darüber hinaus mehrere Lizenzausgaben.

1997 erschien eine weitere CD-ROM mit dem Titel „Runde Sache – Atlasarbeit“, auf der in elektronischer Form die Begleitmaterialien zu den österreichischen Hölzel-Schulatlanten enthalten sind. Zur Zeit wird an weiteren CD-ROM-Projekten gearbeitet, so daß das Produktangebot langsam aber stetig wächst.

Während auf dem CD-ROM-Markt schon seit einiger Zeit eine gewisse Sättigung festzustellen ist, heißt das neue Zauberwort im Bereich der elektronischen Medien Internet. Auch die Kartographie beschäftigt sich vermehrt mit dessen Möglichkeiten (Riedl 1999).

Der Verlag Hölzel ist momentan besonders im schulgeographischen Bereich im Internet tätig. Das Hauptaugenmerk dient dem Projekt "LISA" (= LehrerInnen-Informationssystem-Austria, Adresse <http://www.lisa.or.at>) des Arbeitskreises österreichischer Schulbuchverleger (einem Verbund mehrerer österreichischer Schulbuchverlage), an dem Hölzel beteiligt ist. Ziel ist ein umfassendes Angebot an Unterrichtsmaterialien, unterrichtsbezogenen Informationen und Service für Lehrerinnen und Lehrer aller Schulstufen, Schultypen und Fächer. Hölzel betreut darin schwerpunktmäßig den Bereich Geographie.

Wie die meisten Internet-Projekte ist auch dieses Projekt noch weit davon entfernt, kommerziell geführt zu werden. Es geht vielmehr um Know-How-Zuwachs, Testung neuer Vermittlungs- und Kommunikationsmöglichkeiten, verbessertes Serviceangebot durch Nutzung des neuen Mediums und in sehr beschränktem Ausmaß um Substitution gedruckter Informationsauswendungen oder Begleithefte zu Schulbüchern.

Als erstes konkretes Teilprojekt gibt der Verlag seit Anfang 1999 ein Online-Journal für Geographielehrer heraus. Dieses erscheint momentan in ungefähr sechswöchigem Abstand, wobei den Anfang eine E-Mail an alle angemeldeten Abonnenten mit der Ankündigung der Online-Stellung der neuen Nummer und einer Kurzbeschreibung der Inhalte macht. Im Netz selbst findet der Leser nach Eingabe eines Kennwortes verschiedene Rubriken, z.B. das Klimadiagramm des Monats, eine downloadbare Kopiervorlage, einen kurzen Fachaufsatz, Zeitschriftenrezensionen, ein geographisch interessantes kommentiertes Internet-Link, einen Online-Kurs und fallweise andere Themen.

Das Journal ist technisch, graphisch und inhaltlich bewußt einfach gehalten, weil vorangehende Praxistests gezeigt haben, daß in der Lehrerschaft mit sehr unterschiedlichen Nutzervoraussetzungen zu rechnen ist, sowohl von der Leitungsgeschwindigkeit der Browserausstattung und verfügbarer Bearbeitungssoftware als auch der Interneterfahrung her.

Trotzdem zeigen sich schon in dieser Anfangsphase einige Vorteile gegenüber dem gedruckten Informationsmedium:

- Der Aufwand zur Herstellung und Verbreitung ist geringer (sobald die ziemlich hohe Erstinvestition in den Aufbau der Internetseite verkraftet ist!).
- Durch die leichte Verlinkung von verschiedenen Themen, Internetadressen, Teilen des Journals usw. ist die Vernetzung des Angebots viel leichter. Während z.B. ein Literaturhinweis in einem gedruckten Werk, außer in Spezialfällen, meist tote Information bleibt, weil die Beschaffung des entsprechenden Werkes oft sehr aufwendig ist, kann ein Internet-Link mit einem Mausclick den Zugang ermöglichen.

- Die Erläuterbarkeit von beschriebenen Sachverhalten durch Animated GIF, layerartig aufgebauten Graphiken usw. führt zu einer entscheidenden Erhöhung der Anschaulichkeit.
- Elektronisch angebotene Unterrichtsmaterialien sind vom Nutzer mit entsprechender Software veränderbar und weiterverarbeitbar. Dabei können schon mit Standardprogrammen wie Microsoft Word für den Unterricht gut einsetzbare Varianten, z.B. eines Arbeitsblattes, erstellt werden.

Besonders der letzte Aspekt wird durch ein weiteres Angebot in LISA, das sich "SchulbuchPlus" nennt, betont. Dort findet man zu einzelnen Schulbüchern Arbeitsblätter, Hintergrundinformation, Kopiervorlagen u.ä. Auch in diesem Bereich gibt es schon geographische Materialien aus dem Verlag Hölzel.

Naturgemäß enthält das LISA-Angebot auch kartographische Informationen, allerdings nicht als spezielles Feature, sondern eingebaut in das gesamtgeographische Angebot. Aufgrund der technischen Beschränkungen besteht dieses allerdings nur aus TIF-Dokumenten oder relativ kleinen GIF-Kärtchen für die Bildschirmdarstellung und downloadbaren Word-Dokumenten, in die Rasterkärtchen eingebettet sind. Das Anbieten von Vektorkarten wird zwar überlegt, allerdings sind entsprechende Graphikprogramme zur Weiterverarbeitung in der Lehrerschaft überraschend wenig verbreitet.

Weitergehende kartographische Anwendungen wie Grundkartenmaterial, aus dem der Nutzer selbst gewünschte Bereiche ausschneidet, zoombare Karten, Karten mit Suchregister, zu- und wegschaltbare Layer usw. sind zwar auch im Internet schon technisch möglich, bedingen aber serverseitig einen hohen Aufwand und sind nutzerseitig nur dann befriedigend, wenn schnelle Übertragungsgeschwindigkeiten vorhanden sind. Damit sind sie nur sinnvoll, wenn die Investitionen durch kommerzielle Inanspruchnahme solcher Dienste gedeckt sind und wenn die Anwender eine gute technische Infrastruktur besitzen. Das reduziert solche Angebote momentan auf gewerbliche und professionelle Nutzerkreise, besonders im Geomarketing-Bereich. Auch hierfür stellt Hölzel schon Daten, besonders österreichische Stadtpläne, zur Verfügung.

Wie ist die Zukunft elektronischer Medien im Verlagsbereich zu beurteilen? Eine Konstante bei der Beantwortung dieser Frage ist die starke Unsicherheit. Dies was Prognosen betrifft. Blickt man hinter die Fassade der mancherorts grassierenden Euphorie, merkt man, daß sich viele Verlage aus dem Bereich eher zurückziehen und nur wenige große Medienunternehmen verstärkt investieren.

Bei aller anzurathenden Vorsicht bietet aber doch der kartographische Bereich gewisse Voraussetzungen, die einem Engagement im elektronischen Bereich, sei es offline oder online, zugute kommen:

- Hinter Karten stehen veredelte räumliche Daten, und diese sind in einer immer mobiler und globaler werdenden Welt für viele Anwender interessant, oft sogar mehr als fertig aufbereitete Darstellungen. Das gilt für Navigationssysteme ebenso wie für das Geomarketing, regionale Marktanalysen oder Raumordnungsfragen. Dabei wird entscheidend sein, welcher Datenanbieter die maßgeschneiderten Pakete anbieten kann, technisch flexibel ist und inhaltlich genau und aktuell. Hier kämpft ein kartographischer Verlag durchaus mit neuer Konkurrenz, hat aber doch einiges Know-How im Umgang und der Beurteilung von Daten.
- Karten und Atlanten sind u.a. eine Vermittlungsmöglichkeit von lexikalischem Wissen. Gerade bei diesem ist aber der Mehrwert digitaler Anwendungen offensichtlich. Die Prozesse des Suchens, Verweisens und Verknüpfens sind im elektronischen Medium viel effizienter durchführbar als im gedruckten Werk. Aufgrund der dabei anfallenden großen Datenmengen,

die im schnellen Zugriff benötigt werden, werden in diesem Bereich auch Offline-Medien wie die CD-ROM noch länger Bedeutung haben.

- Karten sind ein weltweit verständliches Informationsmittel. Das macht es sinnvoll, sie auch weltweit anzubieten, was mit konventionellen Vertriebswegen mühsam und teuer ist. Hier kann besonders das Internet neue Chancen bieten. Warum nicht, für ein bestimmtes Gebiet gleich die Karte des lokalen Anbieters kaufen, wenn sie genau so leicht zu bekommen ist wie von Anbietern des Landes des Käufers? Normalerweise kann man doch erwarten, daß lokale Anbieter über mehr und bessere Informationen über ihren Nahbereich verfügen. Die Möglichkeiten des E-Commerce werden daher sehr genau verfolgt.
- Im geographischen Bildungsbereich, in dem Hölzel mit seinen Schulatlanten eine führende Stellung einnimmt, steigen die Anforderungen an einen aktuellen Geographieunterricht, den der Lehrer mit wenig Aufwand an selbst gestalteten Materialien durchführen kann. Gerade das Anbieten von aktualisierten Karten, Statistiken, Unterlagen zu aktuellen Weltereignissen und editierbaren Arbeitsunterlagen kann aber über elektronische Medien viel besser erfolgen. Dieses Angebot wird wohl noch länger das gedruckte Buch und den gedruckten Atlas nur unterstützen können, besonders weil diese im Unterrichtsgeschehen auch unbestreitbare Vorteile besitzen (Birsak 1998, S.255f.). Das Vorhandensein eines solchen Zusatzservices wird aber immer mehr ein Entscheidungskriterium für die Wahl eines bestimmten Schulbuches werden.

Insgesamt ist also eine zwar schrittweise, aber stetige Erweiterung des Engagements im elektronischen Bereich zu erwarten, dessen konkrete Ausformung aber erst in einigen Jahren genauer erkennbar sein wird.

Literaturverzeichnis

- Asche H., Ch. Herrmann et al.:* Desktop Mapping in der thematischen Kartographie. Stand der Technik und Marktübersicht. In: KARTOGRAPHISCHES TASCHENBUCH 1994/95. Bonn: Kirschbaum (1994). S.75–94.
- Birsak, L.:* Schulkartographie in Österreich. In: MITTEILUNGEN DER ÖSTERREICHISCHEN GEOGRAPHISCHEN GESELLSCHAFT. (1998), Band 140, S.235-262.
- Brunner K.:* Digitale Kartographie an Arbeitsplatzrechnern. In: KARTOGR.NACHRICHTEN. 45(1995),2, S.63–68.
- Dickmann F.:* Graphik-Programme unter Windows – Die low cost-Alternative in der rechnergestützten Kartographie. In: KARTOGRAPHISCHE NACHRICHTEN. 46 (1996), 5, S.179–185.
- Ditz, R.:* Geothek – ein multimedialer Weltatlas von Ed. Hölzel. In: MITTEILUNGEN DER ÖSTERREICHISCHEN GEOGRAPHISCHEN GESELLSCHAFT. (1995), Band 137, S. 431-436.
- Engelbrecht, B.:* Erstellung eines Karten-/Atlas-Registers aus Sicht der EDV. In: KARTOGRAPHISCHE NACHRICHTEN. 49 (1999), 3, S.116-118.
- Knabl, E.:* Vom Gravurring zur Maus – Kartentechnik im Umbruch. In: *I. Kretschmer und K. Kriz* (Hrsg.): 25 JAHRE STUDIENZWEIG KARTOGRAPHIE. (= Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Bd. 12). Wien: Institut für Geographie der Universität Wien. (1999). S. 136–148.
- Kowanda, A. und F. Helbig:* Zum Verhältnis von moderner Kartographie und Kunst. In: KARTOGRAPHISCHE NACHRICHTEN. 49 (1999), 1, S.1-7.
- Ott, T. und P. Tiedemann:* INTERNET FÜR GEOGRAPHEN - EINE PRAXISORIENTIERTE EINFÜHRUNG. Darmstadt: Primus (1999).
- Riedl, A.:* Neue Medien und deren Einfluss auf die Kartographie. In: WIENER SCHRIFTEN ZUR GEOGRAPHIE UND KARTOGRAPHIE, 12. Institut für Geographie der Universität Wien (1999). S.57-67.
- Röhrich S. et al.:* Untersuchungen zur Ableitung einer Digitalen Topographischen Karte 1:25.000 aus ATKIS-Daten [Anm.: Mit dem Kartographieprogramm DIGISYS]. In: KARTOGR. NACHRICHTEN. 48 (1998), 4, S.133–138.
- Schweickart J. et al.:* Stand und Entwicklung des Desktop Mapping am PC. In: KARTOGRAPHISCHE NACHRICHTEN. 45 (1995), 1, S.1–9.
- Voss, F.:* Atlaskartographie oder das falsche Bild der Erde? In: KARTOGRAPHISCHE NACHRICHTEN. 46 (1996), 4, S.137-139.

Kartengestaltung und Kartentechnik

Kurt Brunner, München-Neubiberg

Zusammenfassung

Die Verfahren der konventionellen Kartentechnik der vergangenen knapp fünfzig Jahre werden rückblickend aufgezeigt; die Möglichkeiten der sie ablösenden digitalen Kartentechnik erläutert.

Die Kartengestaltung war ursprünglich durch die Möglichkeiten der alten Verfahren beschränkt. Nach Einführung der modernen konventionellen Verfahren der Kartentechnik bleibt sie unnötigerweise noch vielfach geprägt durch die Technik von Kupferstich und Lithographie. Die digitale Kartentechnik bringt keinerlei Beschränkungen für die Kartengestaltung.

Leider finden gegenwärtig kaum noch Gestaltungsdiskussionen, sondern fast nur noch Technologiediskussionen statt; dabei wären erstere gerade jetzt bei der Ableitung von Karten aus digitalen Landschaftsmodellen und bei der Kartengestaltung zur Bildschirmvisualisierung nötig.

Abstract

The procedures of the conventional mapping techniques of the passed scarcely fifty years are retrospectively pointed out and the possibilities of the digital mapping technique are described. Map design was originally limited by old mapping techniques. The digital mapping techniques do not bring any limitations for map design. Unfortunately the main concern of cartographers is still the development and adaption of technology, although the design of maps seems to be the more important question for cartography.

Vorwort

Fritz Kelnhofer könnte auf eine lange, äußerst aktive Tätigkeit von deutlich über vierzig Jahren in der Kartographie zurückblicken, wenn sein Blick nicht fast ausschließlich nach vorne gerichtet wäre. Bei Freytag & Berndt erlernte er das Handwerk Kartographie und arbeitete noch in den alten Verfahren. Neben vielen theoretischen Arbeiten - vorwiegend in seiner Zeit am Institut für Geographie, Ordinariat für Geographie und Kartographie der Universität Wien bei Erik Arnberger - wirkt er außerordentlich fruchtbar im Bereich der angewandten Kartographie.

Am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der Technischen Universität Wien wurden stets im Rahmen anwendungsbezogener kartographischer Projekte auch Karten bearbeitet, jeweils in sehr moderner Technologie. Dies war auch schon so unter seinem Vorgänger Wolfgang Pillewizer. Solche kartographischen Projekte lassen sich nicht an allen Hochschulinstituten für Kartographie verzeichnen, obwohl der Praxisbezug der Kartographie sehr wesentlich ist.

Schließlich ist zur Wende zum nächsten Jahrhundert, nach 500 Jahren der Möglichkeit, Karten durch Druck zu reproduzieren, Anlaß zu Rückschau und Standortbestimmung.

1 Einleitung

Neben den traditionellen gedruckten Karten entstehen gegenwärtig Karten zur elektronischen Visualisierung am Farbgraphikbildschirm. Solche Karten sollten sinnvollerweise Bestandteil eines Informations- oder Auskunftsystems sein, das interaktive Abfragen ermöglicht.

Kartenbearbeitung - prinzipiell gleichgültig, ob für das Printmedium oder für elektronische Medien - setzt sich bekanntlich im wesentlichen aus zwei Teilprozessen zusammen, die hier in traditioneller Terminologie angegeben sind:

- **Kartengestaltung**

Kartengestaltung resultiert aus der notwendigen kartographischen Generalisierung, der Kartenmodellierung; sie beginnt mit dem gedanklichen Konzept und hat letztlich den Entwurf als analoges oder digitales Kartenmanuskript als Ergebnis. Der Kartenentwurf ist bindende Vorlage der folgenden - zumeist komplexen - technischen Prozesse.

- **Kartentechnik**

Kartentechnik beinhaltet sämtliche technischen Prozesse zur Herstellung von Kartenoriginalen und die Vervielfältigung von Karten im Printmedium bzw. zur Visualisierung am Bildschirm.

2 Traditionelle Kartenbearbeitung

2.1 Die alten Verfahren

Ab Ende des 15. Jahrhunderts bis etwa zur Mitte unseres Jahrhunderts erfolgten Originalherstellung und Vervielfältigung von Karten im Kupferstich und ab ca. 1800 durch lithographische Verfahren. Der Holzschnitt hatte nur zur Anfangszeit gedruckter Karten Bedeutung; als Druckform für Textkarten besaß er allerdings bis zum Ende des 19. Jahrhunderts Geltung.

Handgezeichnete Kartenmanuskripte als Ergebnis redaktioneller und gestaltender Arbeiten mußten durch aufwendige Übertragungsverfahren auf Kupfer und Stein gebracht werden. Die Kartengestaltung war wesentlich geprägt von den Möglichkeiten des Kupferstichs. Die Lithographie brachte spät die Möglichkeit des Druckens von Flächenfarben und die der Halbtonsimulierung.

Diese alten Verfahren waren zeitaufwendige, kaum arbeitsteilige Techniken. Kupferplatte, Holzschnitt und Lithographie waren somit Kartenoriginal und Druckform in einem. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entwickelte man jedoch einerseits ausgeklügelte Verfahren der Galvanotechnik zum Duplizieren von Kupferplatten sowie andererseits Umdruckverfahren beim Steindruck.

2.2 Die neueren Verfahren der konventionellen Kartentechnik

Mit als Folge des Zweiten Weltkriegs wurden vor knapp fünfzig Jahren diese alten Verfahren umfassend und rasant durch die modernen Techniken der konventionellen Kartentechnik abgelöst. Aber gerade in Wien wendete man bereits um 1870 am Militärgeographischen Institut zur raschen Herstellung der Spezialkarte als Ergebnis der 3. Landesaufnahme moderne Techniken an: die Kupferdruckplatten wurden durch die Heliogravüre gewonnen; Grundlage zur Heliogravüre waren gezeichnete Originale.

Die ausschließliche Abkehr von den alten Verfahren erfolgte in den fünfziger Jahren. Neben den handwerklich-technischen Verfahren der Kartenoriginalherstellung, wie Zeichen- und

Gravurverfahren sowie später Montageverfahren und Schneidetechnik, wurden umfangreiche phototechnische und kopiertechnische Prozesse der Reproduktionstechnik im Zusammenspiel mit der Kartenoriginalherstellung eingesetzt.

Die moderne konventionelle Kartentechnik entwickelte sich dabei zunehmend zu einer Kartentechnologie als Gesamtheit der technischen Verfahren zur Herstellung und Aktualisierung von Kartenoriginalen und Kartenvervielfältigungen. Den Anfang dieses seinerzeitigen Technologiewandels dokumentiert wohl bestens das zweibändige Werk von Heinz Bosse (Bosse 1954 und 1955). Die Entwicklung dieser Kartentechnologie zeigen die Publikationen zu den Niederdollendorfer Kursen bestens auf; sie sind weiterhin in Hake (1991) zusammengestellt.

Bemerkenswert ist, daß - von den Ansätzen vor der Jahrhundertwende abgesehen - diese Verfahren keine fünfzig Jahre wirkten.

3 Traditionelle Kartengestaltung

Kartengestaltung mußte sich bei den alten Verfahren an den Möglichkeiten dieser Techniken orientieren. Bei moderner Kartentechnik braucht sich die Kartengestaltung nicht mehr zu beschränken, wenngleich manche Kartengraphik eine aufwendige Erstellung zur Folge hat. Beschränkungen sind lediglich die für die Lesbarkeit notwendigen perzeptiven Schwellen; Einschränkungen der Kartentechnik liegen unter diesen Schwellen.

Die Kartengestaltung blieb dennoch nach der Einführung der modernen Verfahren der Kartentechnik von dieser Entwicklung wenig beeinflußt. Die Produkte etwa der amtlichen Kartographie sind auch heute noch deutlich geprägt durch eine Kartengestaltung, die sich an den technischen Möglichkeiten des 19. Jahrhunderts - Kupferstich und Lithographie also - orientierte.

Bei Einführung der Schichtgravur bemühte man sich, überkommene Kartengraphik einfarbiger Kupferstichkarten in der Kartenoriginalherstellung zu bewältigen. Die breite Schriftpalette, bei der einfarbigen Kartographie differenzierend wichtig, bleibt auch in mehrfarbigen Karten erhalten. Insgesamt werden Farben wenig sinnvoll eingesetzt. Lediglich in der Atlaskartographie kommt es zu modernerer Gestaltung der Kartengraphik durch zweckmäßige Nutzung der Farbe.

Grundlage der Kartengestaltung bleibt – zumindest für kleinmaßstäbige Karten – die Generalisierung in handgezeichneten farbvereinten Kartenentwürfen. Für mittelmaßstäbige Karten erfolgt häufig Entwurf und Kartenoriginalherstellung in einem; Zeichenanweisungen und Musterblätter bieten ein kartographisches Regelwerk.

Kartengestaltung bleibt eine im hohen Maße kreative und attraktive Tätigkeit im Gegensatz zur Kartentechnik, wo manche stupide Arbeiten zu verrichten sind. Trotz insgesamt eher konservativer Kartengestaltung kommt es immer wieder zu Vorschlägen neuer Kartengestaltung. Kartengestaltung war auch mehrfach Thema in den Niederdollendorfer Kursen, ihre Möglichkeiten sind in den zugehörigen Publikationen gut dokumentiert.

4 Digitale Kartentechnik

Seit wenigen Jahren werden die modernen Verfahren der konventionellen Kartentechnik durch digitale Technologie abgelöst. Im Nachhinein lassen sich somit die Verfahren der konventionellen Kartentechnik als analoge Kartentechnik bezeichnen.

Gegenwärtig können alle kartentechnischen Aufgabenstellungen durch digitale Verfahrenswege geleistet werden; man spricht zu Recht von digitaler Kartentechnik. Digitale Kartenoriginalherstellung läßt die bisherige gewohnte, aber prinzipiell auch jede Kartengraphik problemlos realisieren, auch dies ist ein Fortschritt gegenüber älteren Verfahren der Kartentechnik.

4.1 Eckdaten der Entwicklung

4.1.1 Erste Ansätze

In den sechziger Jahren kam es zur ersten Nutzung digitaler Technologie durch Erzeugung einfacher Vektorgraphik für kartographisch wenig anspruchsvolle Karten, wie Flur - und Grundkarten sowie einfach gestalteter thematischer Karten, aber auch zur Erstellung einzelner Bestandteile von Karten wie Kartenrahmen und Gitter. Die hierzu erforderliche Software war häufig Eigenentwicklung von Vermessungs- und Kartographiedienststellen; Ausgabegeräte waren komplizierte monströse Vektorplotter. Eine in jeder Hinsicht bemerkenswerte digitale Kartenbearbeitung erfolgte bereits vor knapp dreißig Jahren, als im Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen eine Topographische Karte 1: 25 000 automationsgestützt bearbeitet wurde (Harbeck 1972); letztlich scheiterte die Realisierung aber an den Kosten.

Weitere Programmentwicklungen - häufig für die thematische Kartographie - entstanden an kartographischen und geographischen Hochschulinstituten. Gerade in Wien ist am Ende der Eigenentwicklungen jene von DIGMAP zur digitalen Kartentechnik am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien zu verzeichnen (Kelnhofer & Lechthaler 1994).

In den achtziger Jahren kam es mit dem aus der Textilbranche kommenden Scitex Response-System zur bemerkenswerten Nutzung der Rasterdatenverarbeitung in der Kartographie. Interessant waren Anwendungen in der Verlagskartographie bei Kümmerly und Frey, wo das System 1980 installiert wurde (Bartel 1988); in der amtlichen Kartographie wurde es ab Mitte der achtziger Jahre im seinerzeitigen Institut für Angewandte Geodäsie in Frankfurt am Main eingesetzt. Mit dem Aufbau von Rasterdatenarchiven wurde die Nachführung der Topographischen Übersichtskarte 1:200 000 bewerkstelligt (Weber 1989).

In diese Zeit fällt auch die Diskussion zur Erstellung von digitalen Landschaftsmodellen als Grundlage digitaler kartographischer Modelle. In Deutschland sind es ATKIS (alte BRD) und AKS (DDR) als vektorielle Systeme.

4.1.2 Digitale interaktive Arbeitsplätze

Um 1990 standen kommerzielle Systemkonfigurationen für die Kartentechnik zur Verfügung. Sie kamen zum einen aus dem CAD-Bereich und arbeiteten somit vektoruell, nutzten aber auch die Rasterverarbeitung. Zum anderen gab es bald darauf Mikrocomputer mit äußerst leistungsfähigen Graphikprogrammen; auch diese arbeiteten vektoruell, hatten aber Rastervorstufen.

Die erstgenannten Realisierungen digitaler Kartenbearbeitung erfolgten an einigen Hochschulinstituten und Kartographieverlagen sowie in der amtlichen Kartographie durch Nutzung von (seinerzeit ziemlich teurer) Hardware von Intergraph. Als Software wurde das CAD-Programm MicroStation sowie I/RAS für Rasterarbeiten genutzt; diese Software lief unter UNIX.

Bedeutsamer - weil umfangreicher - war der Anstoß digitaler Kartenbearbeitung durch die bemerkenswerte Graphiksoftware Aldus FreeHand, die zunächst lediglich an AppleMacintosh-Rechnern lief, aber auch ähnliche Software an Personalcomputern. Diese bedienerfreundlichen Programme erzielten bei Kartographen eine große Akzeptanz. Entscheidend war aber letztlich wohl, daß zeitgleich einerseits die Seitenbeschreibungssprache PostScript sowie andererseits Peripheriekomponenten mit (zunächst kleinformatigen) Scannern und Raster-Laser-Belichtern zur Verfügung standen.

Etwa zur gleichen Zeit begann man in Deutschland mit der Erfassung der digitalen Landschaftsmodelle (DLM) als erste Realisierungsstufe von ATKIS. Weiterhin tauchten Visualisierungen von Karten an Bildschirmen auf.

4.1.3 Kartographiesoftware

Bald darauf stand bereits Kartographiesoftware zur Verfügung. Diese ermöglichen im Gegensatz zu reinen CAD- oder Graphikprogrammen bestimmte kartographische Funktionalitäten wie etwa Unter- und Überführungen von Verkehrswegen, Generierung von Kartengittern und -netzen sowie automatische Indexerzeugung (Brunner 1997; Knabl 1999). Die meisten dieser Programme arbeiten vektoriell und hatten Rastervorstufen. 1993 wurde die Kartographiesoftware Nuages (Iken und Lorienne Cartographie, Frankreich) vorgestellt, etwas später kam die Rastervorstufe Dry hinzu. Ähnlich wie das Kartographieprogramm MapTech von Map Technologies, Schweiz, erhält er infolge des hohen Preises nur geringe Verbreitung. Etwas größere Verbreitung findet das preisgünstige Digisys (IOTEC, Belgien).

Als rasterorientierte Kartographiesoftware mit Vektorfunktionalitäten etablierte sich PCE Rascon, die man als eine Weiterentwicklung von Scitex ansehen kann.

Diese Programme liefen zunächst unter verschiedenen Betriebssystemen (zumeist DOS und UNIX). Sehr bald wird jedoch Windows bzw. Windows NT zum Standard; auch Intergraph-Software wird unter Windows NT angeboten. UNIX-basierte Software erhält kaum Akzeptanz. Weiterhin ist zu verzeichnen, daß die Systeme zunehmend "hybrider" werden, also die Rasterfunktionalitäten bei vektorbasierten Programmen erweitert wurden und andererseits PCE Rascon mehr Möglichkeiten bietet, vektoriell zu arbeiten.

4.2 Gegenwärtiger Stand

Zum Ende des Jahrzehnts steht umfangreich leistungsfähige, digitale Kartentechnik zur Verfügung, die insgesamt gut funktioniert. Insbesondere eingesetzt wird diese digitale Kartentechnik bei der Nachführung von Kartenoriginalen, die einher geht mit dem Export der traditionell erstellten Kartenoriginalen in die digitale Weiterbearbeitung. Neuherstellung von Karten auf der Grundlage von Entwurfszeichnungen ist eine weitere Anwendung (Brunner 1997).

Diese digitale Technik entlastet den Kartographen von stupiden und zeitaufwendigen Tätigkeiten und verkürzt die Bearbeitungszeit wesentlich. Sie leistet zugleich durch die Minimierung chemischer Prozesse in der Kartenbearbeitung einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz. So berichtet Zahn (1996), daß bei der digitalen Nachführung der Topographischen Karte 1:50 000 in Bayern ca. 95 Kopiervorgänge entfallen.

Anzumerken ist jedoch, daß diese Kartographiesoftware letztlich doch Graphikprogramme geblieben sind. Es fehlt zumeist an einer Datenbankbindung; die erzeugte Kartengraphik wird lediglich als Graphik abgelegt. Dabei könnten attributierte Vektordaten im Sinne eines

Karteninformationssystemen von großem Nutzen sein. Es ist zu hoffen, daß eine Weiterentwicklung der Software in diesem Sinne erfolgt.

Aber insgesamt hat die vorhandene Software bei der Überführung konventionell erzeugter Kartenoriginale in die digitale Weiterverarbeitung gute Dienste getan.

5 Kartengestaltung und digitale Technologie

Die immer notwendige Diskussion zur Kartengestaltung hat seit etwa zwanzig Jahren ausgesetzt. Bis in die siebziger Jahre gab es in der Fachliteratur immer wieder Beiträge zur Kartengestaltung. Mit der fast ausschließlichen Abhandlung von Themen zur automatischen Kartenbearbeitung war mit Gestaltungsdiskussionen nahezu schlagartig Schluß; es fand fast nur noch eine Technologiediskussion statt.

Andererseits sind seit etwa 1970 beachtenswerte Arbeiten zur automatischen Generalisierung zu verzeichnen, die allerdings stets nur Teilprozesse lösen und im Grunde genommen lediglich aufzeigen, wie komplex die Generalisierungsproblematik ist. Aber auch diese Arbeiten zur automatischen Generalisierung schienen Pause zu machen. Erst in der letzten Zeit sind im Hinblick auf die Visualisierung aus Landschaftsmodellen wieder Aktivitäten zu beobachten.

Beim deutschen ATKIS liegen inhaltlich unvollständige DLM vor. Die ursprünglich vorgesehenen Digitalen Kartenmodelle (DKM) wurden nicht realisiert, und somit steht man erst vor der Aufgabe einer Visualisierung aus ATKIS unter Heranziehung weiterer Daten. Zur Gestaltung der neuen deutschen Topographischen Karte 1: 25 000 aus ATKIS fanden beschränkt Diskussionen statt; das Ergebnis kann nicht unbedingt überzeugen.

Anders in der Schweiz; hier legte Spiess Vorschläge für eine Umgestaltung der Landeskarten vor, ausschließlich unter Aspekten der besseren Lesbarkeit.

Sorge bereitet auch das gebrochene Technikmonopol der Kartenherstellung. Preiswerte Graphikprogramme ermöglichen praktisch jedermann, Karten zu machen. Man erkennt nicht, daß der Kartograph früher nicht nur das Technikmonopol hatte, sondern stets über die Fähigkeit zur Kartengestaltung verfügt. Bei zumeist unbedarften, unkritischen Kartennutzern sind die Folgen abzusehen.

6 Bildschirmvisualisierung von Karten

Gegenwärtig bietet die Kartographie auch elektronische Produkte an, deren Ausgabemedium ausschließlich der Bildschirm oder die Beamerprojektion ist. Derart mögliche interaktive Karten eröffnen ein neues weites Feld, das aber im Bereich der Kartengraphik schlecht bestellt ist. So findet sich häufig eine wenig geeignete, oft beklagenswerte Kartengraphik. Oftmals wird die Kartengraphik gedruckter Karten genutzt, die hierzu eigentlich nicht erstellt wurde; angebrachte Funktionalitäten fehlen, sind minimal oder gar sinnlos.

Technische Limitierungen, sowohl bei Kathodenstrahlröhren (CRT) als auch bei den Flüssigkristallbildschirmen (LCD), wie

- relativ kleine Bildschirmfläche, auch bei 21"-Monitoren (ca. 40 x 30 cm)
- geringe Auflösung durch rechteckige Bildpunkte von gegenwärtig minimal 0,25 mm
- großer Betrachtungsabstand

führen zu nicht belanglosen Restriktionen gegenüber der gewohnten Kartengraphik im Printmedium.

Die Auflösung der Bildschirme wird zwar immer besser; die Matrixstruktur bleibt aber erhalten und führt zu nicht unerheblichen Bildstörungen. Die notwendigerweise rechteckigen Bildpunkte bringen eine ungünstige, oftmals fatale Richtungsabhängigkeit von Linien (Brown 1993). Der Aliasingeffekt zeigt sich vor allem bei Signaturen sowie feinen Linien und Schriften stark störend.

Es erscheint notwendig, für die Gestaltung von Karten zur Bildschirmvisualisierung Gestaltungsrichtlinien zu erarbeiten, die einerseits die genannten graphischen Restriktionen und andererseits die Möglichkeiten der Interaktion berücksichtigen (Brunner 1999).

Aufgabe des Kartographen sollte es nicht nur sein, Funktionskonzepte interaktiver Karten zu erstellen, sondern er sollte seine ureigene Aufgabe, die Visualisierung im Sinne einer guten Kartengestaltung, erfüllen.

6 Schluß

Nach wie vor ist die Kompetenz des Kartographen in Gestaltung und Visualisierung gefragt, nicht nur bei der Bildschirmvisualisierung und bei der Ableitung von Karten aus Landschaftsmodellen, aber gerade hier besonders.

Attraktive Kartengraphik ist nicht Selbstzweck eines ästhetikbegründeten Luxus, sondern notwendig für eine schnelle und eindeutige Lesbarkeit. Nur gute Kartengestaltung ermöglicht die Lösung graphischer Konflikte, die sich bei jeder Kartenmodellierung ergeben.

Literaturverzeichnis

- Bosse, H.*: KARTENTECHNIK I - Zeichenverfahren. Lahr: Szabó Verlag (1954). 232 S.
- Bosse, H.*: KARTENTECHNIK II - Vervielfältigungsverfahren. Lahr: Szabó Verlag (1955). 174 S.
- Brunner, K.*: Digitale Techniken in der topographischen Kartographie - Möglichkeiten und Anwendungen. MITTEILUNGSBLATT DES DVW BAYERN, Heft 1, 49. Jhg. (1997) S. 55 – 71.
- Brunner, K.*: Neue Gestaltungs- und Modellierungsaufgaben für den Kartographen. In: *Kelnhofer, F.* (Hrsg.) GEOWISSENSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN. TU Wien (2000, in Druck).
- Hake, G.*: Die Entwicklung der Kartentechnik seit 1950. KARTOGRAPHISCHE NACHRICHTEN, Bonn, Kirschbaum Verlag, 41 (1991). S. 50 – 59.
- Hake, G., D. Grünreich*: KARTOGRAPHIE. Berlin-New York: de Gruyter (1994).
- Harbeck, R.*: Über einen Versuch zur automatischen Zeichnung der Topographischen Karte 1:25 000. NACHRICHTEN AUS DEM KARTEN- UND VERMESSUNGSWESEN, Heft 55 (1972) S. 11 – 26.
- Hurni, L.*: MODELLHAFTE ARBEITSABLÄUFE ZUR DIGITALEN ERSTELLUNG VON TOPOGRAPHISCHEN UND GEOLOGISCHEN KARTEN UND DREIDIMENSIONALEN VISUALISIERUNGEN. Dissertation (1995) 190 S.
- Kelnhofer, F. und Lechthaler, M.*: DIGMAP - Digitales kartographisches Informations- und Originalisierungssystem. KARTOGRAPHISCHE NACHRICHTEN, 44, Heft 6 (1994) S. 209 - 219
- Knabl, E.*: Vom Gravurring zur Maus - Kartographie im Umbruch. In: WIENER SCHRIFTEN ZUR GEOGRAPHIE UND KARTOGRAPHIE, Band 12, Wien (1999). S. 136 – 148.
- Spiess, E.*: Attraktive Karten - ein Plädoyer für gute Kartengraphik. In: Kartographie im Umbruch - neue Herausforderungen, neue Technologien. BEITRÄGE ZUM KARTOGRAPHIEKONGRESS INTERLAKEN 96, (1996) S. 56 – 73.
- Weber, W.*: Ein digitales Rasterverfahren zur Fortführung einer topographischen Karte. In: INTERNATIONALES JAHRBUCH DER KARTOGRAPHIE (1986). S.189-210.
- Zahn, J.*: Die digitale Nachführung der Topographischen Karte 1:50 000 am Bayerischen Landesvermessungsamt. In: Kartographie im Umbruch - neue Herausforderungen, neue Technologien. BEITRÄGE ZUM KARTOGRAPHIEKONGRESS INTERLAKEN 96. (1996). S. 272 – 283.

Die Punktstreuungskarte am Bildschirm

- Eine neue Herausforderung für die Kartographie

Robert Ditz, Wien

Zusammenfassung

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der programmgestützten Herstellung einer Punktstreuungskarte am Bildschirm zur Darstellung einer Bevölkerungsverteilung sowie möglichen Funktionalitäten für die Interpretation dieser Bildschirmkarte. Ein kurze Einführung in die Theorie der Punktstreuungskarte zeigt die wichtigsten Parameter für die Herstellung einer solchen kartographischen Darstellung. Nach einer kurzen Ausführung über die erforderliche topographische Grundkarte und die statistischen Daten, die für eine automationsgestützte Platzierung von Streuungspunkten notwendig sind, wird die programmtechnische Umsetzung am Beispiel einer Bevölkerungsverteilung näher erläutert. Dabei kommt eine zufällige Platzierung von Streuungspunkten unter Berücksichtigung zusätzlicher Topographie zur Anwendung, um eine realitätsnahe Verteilung zu erreichen. Nach einer Bewertung der erzielten Punktstreuungskarte werden dann mögliche Funktionalitäten und deren Grenzen für eine Interpretation dieser Bildschirmkarte aufgezeigt.

Abstract

This article describes a procedure to create a dot map on screen and the corresponding functions for the analysis of such a presentation. The cartographic theory of dot maps and the automated placement of dots are examined. The second issue to be addressed is the structure of the database and the topographic base map required to visualize a dot map on the screen. Concluding observations about dot mapping will illustrate new functions in an interactive system that are possible.

1 Einleitung

Die raschen Entwicklungen der EDV haben für die Kartographie neue Perspektiven ermöglicht. Die gedruckte Karte als primäres Medium zur Darstellung und Vermittlung geo-räumlicher Informationen hat durch den Bildschirm einen Konkurrenten erhalten. Die in der Kartographie gewohnte graphische Qualität einer Karte war bei einer Präsentation am Bildschirm bislang wesentlich beschränkt durch die Faktoren Bildschirmgröße und Auflösung (Ditz 1997). Die neuesten Technologien vor allem bei den Graphikkarten dürften der Kartographie eine vielversprechende Zukunft beschere. Das einzige Problem derzeit sind die Bildschirmgrößen bleiben. Obwohl 17" - 19" Bildschirme zum Standard auch im Bereich der Heim-PCs geworden sind, liegen diese doch größenmäßig noch immer weit unter den möglichen Formaten von gedruckten Karten. Unbestritten ist auch der Faktor der Mobilität einer Papierkarte, die man

doch leichter in die Natur mitnehmen kann, als einen einige Kilo schweren Bildschirm. Die neusten Trends auf dem Gebiet der Bildschirmtechnologie lassen jedoch auch diese Problematik in Zukunft bedeutungslos erscheinen. Abzuwarten bleibt vor allem die Entwicklung von Handheld-PCs in Verbindung mit Mobiltelefonen, die für spezielle Anwendungen in der freien Natur mit geringerer graphischer Qualität durchaus Chancen auf eine weite Verbreitung haben werden.

Betrachtet man einige kommerzielle kartographische Produkte für den Bildschirm, insbesondere elektronische Atlanten, so zeigt sich, daß eine Vielzahl der sogenannten elektronischen Atlanten dem Benutzer hauptsächlich topographische Karten am Bildschirm präsentieren. Diese werden oft kombiniert mit Multimediaelementen, wobei die Sinnhaftigkeit dieser Kombination bei manchen dieser Produkte in Frage gestellt werden muß (Kelnhofer et. al. 1997). Weiters ist bei diesen elektronischen Atlanten zu bedauern, daß die Entwicklung von thematischen Darstellungen in keinster Weise mit der technologischen Entwicklung Schritt gehalten hat, wie Arnberger bereits 1977 bei der Unterstützung der EDV in der thematische Kartographie festgestellt hat. Meistens gelangen nur einschichtige Aussageebenen in einfacher Kartogrammdarstellung zum Ausdruck. Betrachtet man die Methodenlehre der thematischen Kartographie (vgl. dazu u.a. Arnberger 1969, Witt 1970 und Kelnhofer 1971), so gibt es weit mehr Möglichkeiten als nur das Kartogramm. Diese flächenhafte Darstellung ist ohnedies nur für eine flächenbezogene thematische Aussage zulässig, was in den meisten Fällen gar nicht beachtet wird.

Dieser Beitrag zeigt eine mögliche Form der Darstellung von Verteilungen mittels Streuungspunkten am Bildschirm. Anhand des Beispiels einer Bevölkerungsverteilung wird die technische Realisierung der Streuungspunktendarstellung erläutert und die Ergebnisse dann bewertet. Abschließend werden dann neue Möglichkeiten von Interaktionen zwischen dem Benutzer und einer Punktstreuungskarte skizziert. Damit sollen weitere Untersuchungen und Entwicklungen zu einer Methodenlehre der thematischen Kartographie für kartographische Darstellungen am Bildschirm sowie sinnvollen Funktionalitäten für Bildschirmkarten und deren Nutzung durch den Benutzer angeregt werden.

2 Die Punktstreuungskarte zur Darstellung von Verteilungen

Die Punktstreuungskarte, auch Verteilungskarte (Witt 1971) genannt, ist die einzige kartographische Ausdrucksform, die eine Darstellung einer Verteilung nach annähernd realen Verhältnissen¹ ermöglicht. Mit Hilfe von Punktstreuungskarten können tatsächliche Werte (quantitative Absolutzahlen), unabhängig von Verwaltungseinheiten, auf denen die statistischen Daten in Österreich beruhen (Wonka 1995), durch Auszählen der Streuungspunkte ermittelt werden (u.a. Hüttermann 1979). Neben diesen Vorteilen der Punktstreuungskarte gibt es aber auch Nachteile, die eine weite Verbreitung dieser kartographischen Ausdrucksform verhindert haben. Damit eine realitätsnahe Verteilung erzielt werden kann, muß eine adäquate topographische Grundlage zur Verortung verwendet und auf eine besondere Sorgfalt bei der Platzierung der Streuungspunkte geachtet werden. Somit ist ein hohes Maß an Bearbeitung durch den Kartographen unabdingbar und eine Automatisierung schwierig. Als weitere Nachteile sind das langwierige und schwierige Auszählen der Streuungspunkte² besonders in Ballungsgebieten

¹ unter Bedingungen, die später noch zu zeigen sind

² Robinson (et. al. 1978, S. 202) spricht in diesem Zusammenhang sogar von Nötigung des Kartenlesers

und das Problem der visuellen Über- bzw. Unterschätzung der Anzahl der Punkte (Provin 1977) zu nennen.

Wie bei jeder Karte, so ist auch bei einer Punktstreuungskarte eine gut lesbare Kartengraphik besonders wichtig (Leunzinger 1987), damit die Punkte auch visuell für den Kartenbenutzer erkennbar sind. Dabei sind die wesentlichen Faktoren bei der Herstellung einer Punktstreuungskarte der Punktwert, die Punktgröße und die Anzahl der zu platzierenden Streuungspunkte. Diese Faktoren, welche vor allem durch den Maßstab und den Zweck der Karte (Geer 1922) bestimmt werden, sind voneinander abhängig und haben eine Wechselwirkung auf die Kartengraphik der Punktstreuungskarte, wie in Abbildung 1 zu erkennen ist. Nach der Meinung von Dent (1996) sollte der Punktwert so gewählt werden, daß in Gebieten mit der geringsten Dichte zumindest 2-3 Punkte platziert werden (vgl. dazu auch Dickinson 1964). Das führt aber in Ballungsräumen dazu, daß die Streuungspunkte einander berühren, wie dies Raisz (1962) oder Robinson et. al. (1978) unter anderem feststellen. Eine Koagulation von Streuungspunkte hat aber zur Folge, daß die Auszählung der Punkte erschwert wird, wie Dent selbst auch zugibt.

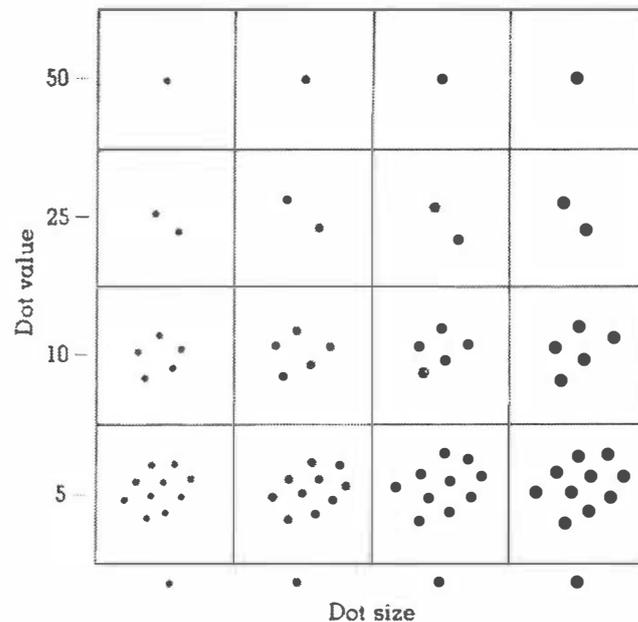


Abb. 1: Wechselwirkung zwischen Punktwert und Punktgröße (Dent 1996)

Einige Versuche wurden auch unternommen, um eine formelmäßige Bestimmung des Punktwertes zu erreichen. Töpfer (1967) setzt in seiner Berechnungsformel die zur Verfügung stehende Gesamtfläche zur Fläche der zu platzierenden Punkte, sowie die Gesamtsumme der darzustellenden Größe zum Punktwert in Relation. Mit einer tragbaren Kartenbelastung³ als weiteren Parameter erhält man dann eine Funktion des Punktwertes in Abhängigkeit von der Punktgröße, womit eine geeignete Kombination ausgewählt werden kann. Die Schwachpunkte dieser Formel sind die mittlere Kartenbelastung als Erfahrungswert und der nicht berücksichtigte Minimalabstand zwischen den Streuungspunkten. Kelnhofer (1971) geht bei seiner Formel zur Berechnung von Punktwert und Punktgröße von einer Einheitsfläche von 100 mm² in der Karte

³ zahlenmäßiges Kriterium für die Inhaltsdichte, empirischer Erfahrungswert

aus. Durch die Normierung der Anzahl der zu platzierenden Streuungspunkte für ein „kritisches“ Ballungsgebiet auf diese Einheitsfläche und der Angabe eines Minimalabstandes zwischen den Punkten kann so eine Punktgröße bestimmt werden. Als Voraussetzung wird eine rasterförmige Anordnung auf der Einheitsfläche supponiert, die zwar nicht erwünscht aber notwendig ist, damit eine mathematische Beziehung aufgestellt werden kann. Hat man diese Berechnung für einige dieser kritischen Bereiche durchgeführt, so kann man dann einen Punktwert und eine Punktgröße für das gesamte darzustellende Gebiet festlegen. Eine eindeutige Bestimmung des Punktwertes und der Punktgröße ergibt sich bei der Darstellung von flächenbezogenen Themen mit Streuungspunkten, wie zum Beispiel die Darstellung des Ackerlandes. Die Größe dieser flächentreuen Punkte (Witt 1970) ist dann nur abhängig vom Maßstab der Karte.

Der wichtigste Faktor bei der Herstellung einer Punktstreuungskarte ist die Platzierung der Punkte selbst. Erst eine sorgfältige Konstruktion durch den Kartographen kann eine wirklichkeitsgetreue Wiedergabe einer Verteilung garantieren. Die Konstruktion der Streuungspunkte sollte in einem größerem Maßstab als der Publikationsmaßstab erfolgen und dann auf diesen verkleinert werden. Dies erleichtert die Arbeit des Kartographen und steigert die Genauigkeit der Streuungspunkte. Für die Darstellung einer Bevölkerungsverteilung sollte eine Karte mit einer entsprechend generalisierten Situationszeichnung als Grundlage verwendet werden. Bei statistischen Daten, die eine Haus- oder Hausblockdarstellung zulassen, sollten die Streuungspunkte bei Einzelhäusern mit der entsprechenden Genauigkeit bzw. bei einer Gruppe von Häusern im Schwerpunkt derselben platziert werden (Geer 1922). Der Zweck einer Punktstreuungskarte ist im allgemeinen die realistische Darstellung des Siedlungscharakters.

3 Topographische Grundkarte und statistische Daten als Voraussetzungen für eine Punktstreuungskarte am Bildschirm

Entscheidend für die Qualität einer Punktstreuungskarte ist die richtige Wahl der topographischen Grundkarte und der Inhaltselemente. Der Maßstab der topographischen Grundkarte wird dabei primär vom statistischen Datenmaterial beeinflusst. Eine Darstellung mit Häusern oder Häuserblöcken kann nur dann erfolgen, wenn sich das statistische Datenmaterial bis auf diese Ebene bezieht. Der kleinste Maßstab, der für eine Punktstreuungskarte noch verwendbar ist, liegt nach Kelnhofer (1971) bei 1:1.000.000. Dieser Maßstab wurde auch für die technische Realisierung einer Bevölkerungsverteilung verwendet. Anhand dieses Beispiels soll die Problematik der Verwendung von Streuungspunkten am Bildschirm näher beleuchtet und untersucht werden. Für die Bildschirmdarstellung einer Punktstreuungskarte ist dabei besonders auf die Farbgebung und den Kontrast zu achten, damit sich die Streuungspunkte von der topographischen Grundkarte gut unterscheiden lassen.

Die topographische Grundkarte wurde für die Produktion eines gedruckten Atlas und eines interaktiven kartographischen Informationssystems manuell entworfen (Kelnhofer et. al. 1999) und weiter digital bearbeitet. Diese Grundkarte besteht aus Vektoren und Symbolen für einen Maßstab von 1:1.000.000 und wird ergänzt durch eine farbhyposometrische Geländedarstellung, wie in Abbildung 2 zu sehen ist. Der weitere Inhalt der topographischen Grundkarte beschränkt sich auf das Gewässernetz, die Gemeindegrenzen, die Höhenlinien, sowie ausgewählte Orte mit Beschriftung für den Maßstab 1:1.000.000. Die Ortssignaturen werden in Rot dargestellt, damit eine Unterscheidung zu den Streuungspunkten möglich ist. Die Farben der Höhenlinien und der Beschriftung sind so gewählt, daß die Kartographie nicht belastet wird, die Inhaltselemente sich jedoch gegenüber der Geländedarstellung abheben.

Wünschenswert wäre noch eine Darstellung der Eisenbahnen und der Straßen, womit aber die Kartengraphik am Bildschirm zu sehr belastet wird und eine widerspruchsfreie Darstellung der Streuungspunkte nicht gewährleistet wäre. Durch die Zufälligkeit der Plazierung der Punkte, auf welcher der automatische Prozeß beruht, könnten Streuungspunkte etwa auf Autobahnen zu liegen. Das gleiche Argument kann auch beim Gewässer geltend gemacht werden, wird aber in diesem Fall als geringeres Übel in Kauf genommen. Für eine detaillierte topographische Grundkarte mit Siedlungsgrenzen oder einer Darstellung von Häuserblöcken müßte ein größerer Maßstab gewählt werden, wodurch aber, durch die Größe der Bildschirme, der Überblick und der Zusammenhang der Streuungspunktdarstellung verloren geht.



Abb. 2: Topographische Grundkarte für eine Punktstreueungskarte am Bildschirm (SW Abbildung)

Ein wichtiger Faktor für die erfolgreiche Realisierung der programmgesteuerten Plazierung von Streuungspunkten sind die statistischen Daten. Für die Darstellung der Bevölkerungsverteilung am Bildschirm standen die Daten der Volkszählung und das Ortsverzeichnis des Österreichischen Statistischen Zentralamtes zur Verfügung. Diese nach Gemeinden gegliederten Daten lagen zwar bereits in digitaler Form vor, doch hatten aber diese Datenbanken die Strukturen der gedruckten Ausgaben. Aus diesem Grund mußte eine Aufbereitung und in weiterer Folge eine Aggregation und Generalisierung der Daten für die Punktstreueungskarte durchgeführt werden. Da gute Kenntnisse der geographischen Realität dafür notwendig sind, war eine Automatisierung dieses Prozesses nicht möglich.

4 Technische Realisierung einer Punktstreueungskarte am Bildschirm

Am Beginn des Einsatzes der EDV in der Kartographie wurden Programme entwickelt, um die Herstellung gedruckter Punktstreueungskarten zu unterstützen (Aschenbrenner 1989, Wonka 1989). Diese Programme beruhten auf einer regelmäßigen und rasterförmigen Anordnung der Streuungspunkte durch Aufstellung einer formelmäßige Beziehung. Heute bieten einige

Geographische Informationssysteme (z.B. ArcInfo, MapInfo, etc.) die thematische Darstellung mittels Streuungspunkten als Modul an, wobei aber die Punkte nach dem Zufallsprinzip plaziert und keine topographischen Gegebenheiten berücksichtigt werden. Wie in Abbildung 3 unschwer zu erkennen ist, ergeben weder eine regelmäßige noch eine zufällige Plazierung realistische Ergebnisse. Diese können erst durch Berücksichtigung der Topographie (Abbildung 3c) erreicht werden.

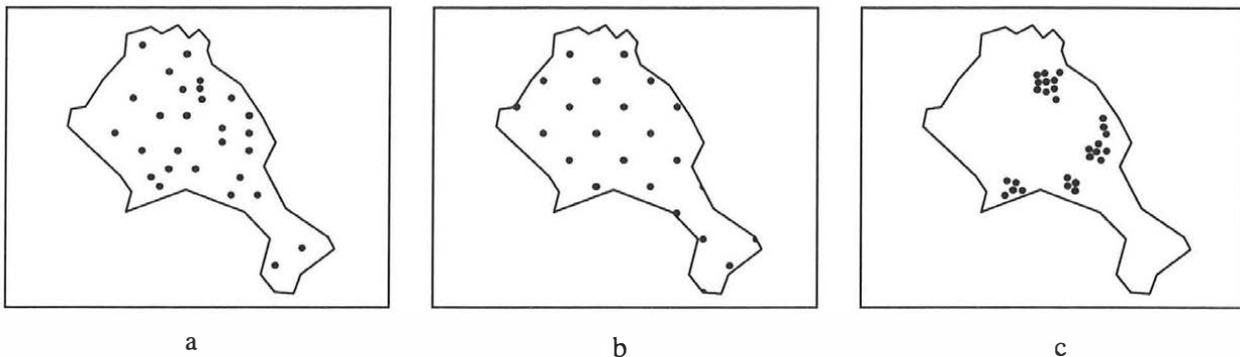


Abb. 3 a-c:

Unterschiede zwischen den verschiedenen Möglichkeiten einer Plazierung von Streuungspunkten

- a* zufällige Plazierung
- b* regelmäßige Plazierung
- c* zufällige Plazierung mit Berücksichtigung der Topographie

Dabei ist es naheliegend, gerade bei der Darstellung einer Bevölkerungsverteilung die Topographie der Ortschaften als Parameter zu verwenden. Hettner verlangte bereits 1900, daß die geometrischen Formen von Ortschaften bei einer Streuungspunktdarstellung berücksichtigt werden sollte. Langgezogene schmale Orte sollten in der Karte auch so wiedergegeben werden. Dies verlangt allerdings einen größeren Maßstab, was aufgrund der für die Realisierung der automationsunterstützten Plazierung von Streuungspunkten zur Verfügung stehenden topographischen Grundkarte nicht möglich ist. Weitere topographische Elemente sind für eine automationsgestützte Plazierung von Streuungspunkten durchaus denkbar, wie Ditz (1999) näher ausführt.

Bei der Punktstreuungskarte am Bildschirm werden in einem ersten Schritt die Ortssignaturen für die Plazierung der Punkte verwendet, damit eine realistische Darstellung der Bevölkerungsverteilung erreicht werden kann. Da dieses in weiterer Folge beschriebene Verfahren trotz Berücksichtigung der Topographie einer Zufälligkeit unterliegt, ist es notwendig, daß gewisse Vorkehrungen getroffen werden, um eine plausible Darstellung zu erreichen. Um zu gewährleisten, daß ein Streuungspunkt nicht in einer unbesiedelten Fläche wie einem See oder Ödland plaziert wird, wurde nicht die Gemeindefläche selbst, sondern der Dauersiedlungsraum, gegliedert nach Gemeinden verwendet. Diese Fläche wird für die eigentliche Plazierung um den halben Minimalabstand⁴ zwischen den Streuungspunkten verringert, wie in Abbildung 4 durch

⁴ in weiterer Folge reduzierter Dauersiedlungsraum genannt

die graue Fläche gekennzeichnet, damit der Minimalabstand auch zwischen Punkten unterschiedlicher Gemeinden gewahrt bleibt.

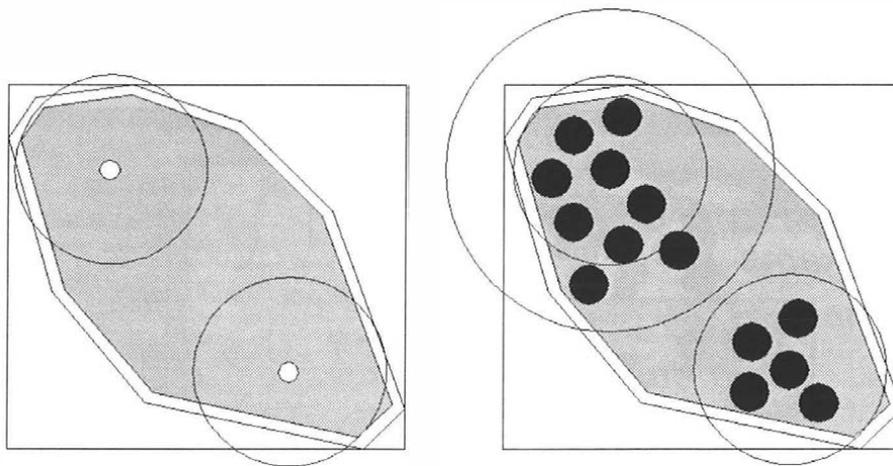


Abb. 4: Zufällige Platzierung der Streuungspunkte mit Berücksichtigung der Ortssignaturen

Die Ortssignaturen, im linken Teil der Abbildung 4 durch weiße Kreise gekennzeichnet, wurden ergänzt durch weitere generalisierte Zentroide⁵ von Orten im Ortsregister, die in der Karte zwar nicht mit einer Signatur dargestellt, aber für die Platzierung der Streuungspunkte verwendet werden. Beginnend mit dem Ort mit den meisten Einwohnern einer Gemeinde wird im Zentroid der erste Punkt platziert. Eine vordefinierte Anzahl weiterer Punkte wird nach dem Zufallsprinzip in einem Umkreis um diesen Zentroid gesetzt. Dabei muß immer überprüft werden, ob ein platzierter Punkt innerhalb des reduzierten Dauersiedlungsraumes liegt und ob der Minimalabstand zwischen den Punkten eingehalten wird. Wird eine dieser Bedingungen nicht erfüllt, ist der Punkt zu löschen und mit der Platzierung dieses Punktes von Neuem zu beginnen. Nachdem diese vordefinierte Anzahl von Streuungspunkten in diesem Kreis platziert wurden, wird dieser Kreis, falls entsprechend der Einwohnerzahl dieses Ortes weitere Streuungspunkte platziert werden müssen, konzentrisch vergrößert und der Prozeß solange wiederholt, bis alle Punkte gesetzt wurden. Dieser Vorgang wird auf alle Ortschaften des Ortsverzeichnis angewandt, deren Zentroide geo-räumlich festgelegt sind. Im Anschluß daran werden weitere Streuungspunkte, entsprechend den noch verbleibenden restlichen Einwohnern der Gemeinde nach dem Zufallsprinzip im reduzierten Dauersiedlungsraum verteilt.

Ähnlich wie bei der aufwendigen Konstruktion von Streuungspunkten für eine gedruckte Karte durch den Kartographen, liegt die große Schwäche dieser automationsgestützten Methode in der Geschwindigkeit der Darstellung. Gerade in Ballungsgebieten müssen Streuungspunkte oft gelöscht und neu platziert werden, damit alle Bedingungen der Darstellung eingehalten werden können. Bei größeren Städten können mitunter Endlosschleifen bei der Platzierung auftreten, so daß entweder die Punktgröße dermaßen reduziert werden muß, daß eine Wahrnehmung durch den Benutzer nicht möglich ist, oder der Punktwert so hoch gewählt werden muß, daß eine sinnvolle Bevölkerungsdarstellung der ländlichen Gegenden nicht mehr gegeben ist. Eine mögliche Lösung, die auch in der gezeigten Punktstreueungskarte realisiert wurde, ist die Verwendung von mengendifferenzierten Streuungspunkten, wie dies in Abbildung 5 in der Legende zu sehen ist. Wenn diese Variante bei Großstädten versagt, muß dann auf

⁵ Platzierungspunkt einer Signatur

flächenproportionale Kreisdiagramme oder Kugeln (vgl. dazu u.a. Geer 1922, William-Olsson 1963) übergegangen werden, die in einer Aussageebene hinter der Punktstreuungskarte dargestellt werden. Damit geht zwar der Eindruck der Verteilung verloren und die Einwohnerzahl kann nicht durch Auszählen von Streuungspunkten ermittelt werden. Dies kann aber durch die Möglichkeit der interaktiven Erschließung kompensiert werden kann.

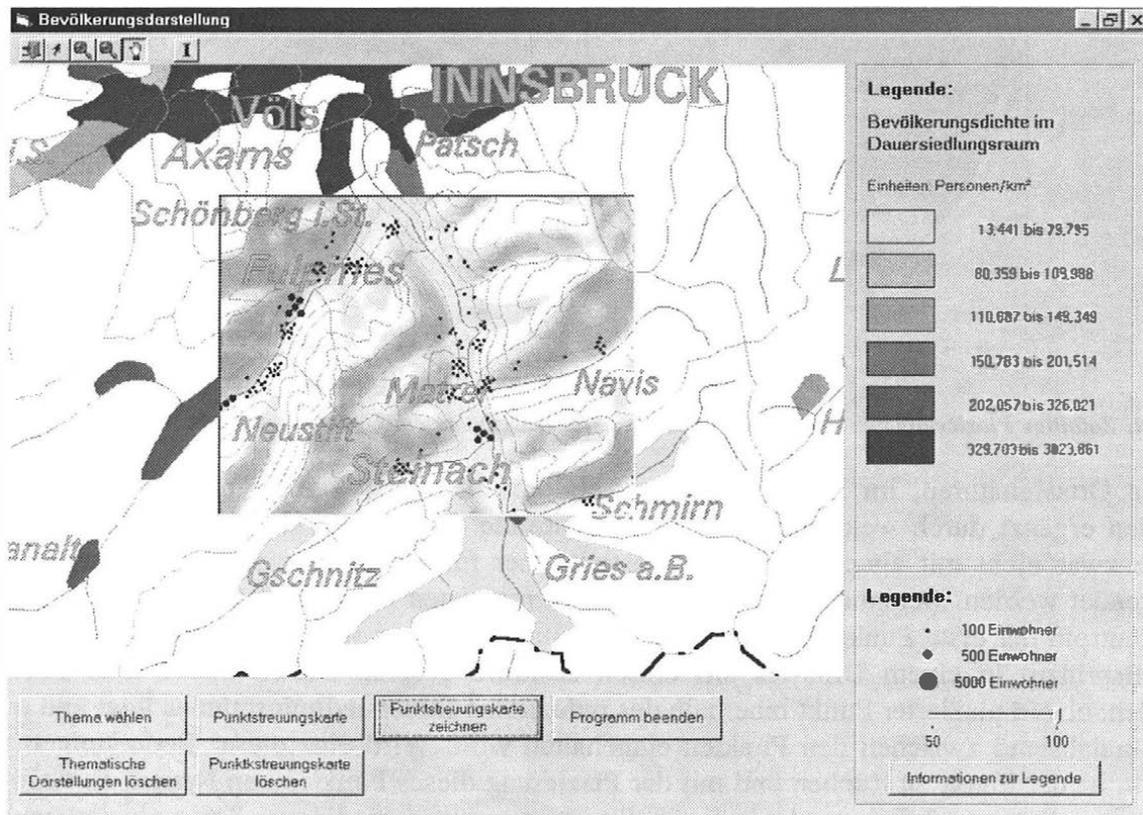


Abb. 5: Benutzeroberfläche einer Punktstreuungskarte am Bildschirm (SW-Abbildung)

Eine Verbesserung der Geschwindigkeit der Darstellung am Bildschirm kann erreicht werden, wenn nicht der ganze Bildschirm für die Punktstreuungskarte verwendet wird, sondern eine Magic Lense (Stone et al. 1994), wie das Fenster in Abbildung 5 zeigt. Damit muß die Punktstreuungskarte nur für diesen Ausschnitt berechnet werden. Nach einem Verschieben der Magic Lense werden dann die noch nicht behandelten Gemeinden des neuen Ausschnittes bearbeitet. Die Wartezeit für den Benutzer wird dadurch wesentlich reduziert. Die Magic Lense hat auch den Vorteil, daß für zwei verschiedene thematische Aussageebenen eine lokale Vergleichsmöglichkeit geschaffen wird, die zu- und abgeschaltet werden kann. Damit können zwar verschiedene thematische Darstellungsformen nicht kombiniert werden, die Lesbarkeit der einzelnen thematischen Karte wird aber garantiert. Im dargestellten Beispiel der Abbildung 5 wird die Punktstreuungskarte über ein Flächenkartogramm geblendet, deren topographische Grundkarte sich inhaltlich von jener der Punktstreuungskarte unterscheidet.

5 Möglichkeiten zum Einsatz von Interaktivität für Punktstreungskarten

Durch die Unzulänglichkeiten einer kartographischen Darstellung am Bildschirm müssen neue Möglichkeiten einer Erschließung von statistischen Daten oder topographischen Informationen dem Benutzer angeboten werden. Dabei kommt der Interaktivität eine wesentliche Rolle zu. Nicht zuletzt deshalb, da sich der Kommunikationsprozeß durch den Einsatz der EDV geändert hat (Peterson 1995). Wie in Abbildung 6 zu sehen ist, findet eine Rückkoppelung zwischen dem Benutzer und einer interaktiven Bildschirmkarte statt. Der Benutzer ist nicht mehr nur der „passive Konsument“ einer kartographischen Darstellung, er wird nun aktiv in den Gestaltungsprozeß einer Karte mit eingebunden. Die Gestaltung der Bildschirmkarte muß aber letztendlich nach wie vor dem Kartographen - in diesem Fall dem Programmierer einer Bildschirmkarte - obliegen, damit die Lesbarkeit der Karte garantiert werden kann. Eine Bildschirmkarte benötigt somit eine intelligente Benutzerführung, damit der Benutzer keine nicht zufriedenstellende kartographische Darstellungen am Bildschirm präsentiert bekommt.

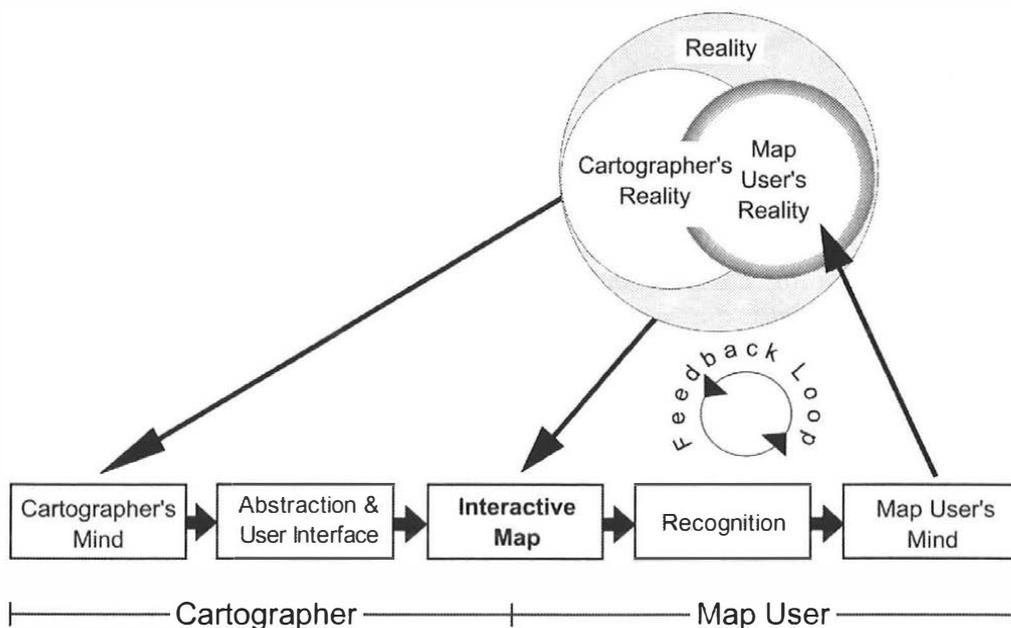


Abb. 6: Kommunikationsprozeß bei einer interaktiven Bildschirmkarte nach Peterson (1995, S. 6)

Silwester (1998) unterscheidet zwischen mehreren Formen von Interaktivität, wobei die kartographische Interaktivität jene Form der Interaktivität ist, welche den Prozeß zum Erwerb von Wissen unterstützt. Die Bildschirmkarte ist dabei die graphische Benutzeroberfläche. Für die Nutzung einer Bildschirmkarte ist eine Navigation (Zoom, Pan, Scroll, usw.) notwendig, diese ist im engeren Sinn aber nicht zur kartographischen Interaktivität zu zählen. Daneben gibt es noch die graphische Interaktivität zur Veränderung von graphischen Variablen, die jedoch, wie bereits beschrieben, mit besonderer Sorgfalt zu verwenden ist.

Für die Punktstreungskarte am Bildschirm werden nun einige Funktionalitäten skizziert, die den Nachteil einer Bildschirmkarte kompensieren sollen. Der Einsatz dieser Funktionalitäten muß jedoch auf den jeweiligen verwendeten Maßstab abgestimmt und hinsichtlich Sinnhaftigkeit

kritisch betrachtet werden. Die Benutzerführung muß dabei dem Benutzer behilflich sein und mitunter erklären, warum manche Funktionen in gewissen Fällen nicht zur Verfügung stehen.

5.1 Auszählen von Streuungspunkten

Ein Vorteil der Punktstreuungskarte ist, wie bereits beschrieben, die Möglichkeit der Ermittlung des tatsächlichen Wertes unabhängig von Verwaltungseinheiten durch Auszählung der Streuungspunkte. Dies kann durch eine Funktion mittels interaktiver Festlegung einer räumlichen Abgrenzung am Bildschirm und der Ermittlung der Anzahl der Streuungspunkte innerhalb dieser Fläche realisiert werden. Eine weitere Möglichkeit zur Festlegung einer Fläche zur Bestimmung der Streuungspunkte ist das Markieren eines Karteninhaltelementes. Auf diese Weise könnte man zum Beispiel die Anzahl der Einwohner innerhalb einer Höhenstufe ermitteln. Der so ermittelte Wert ist dann allerdings mit dem Fehler der zufälligen Platzierung der Punkte behaftet. Selbst eine durch den Kartographen sorgfältig konstruierte Punktstreuungskarte in einem größeren Maßstab ist durch Generalisierung beeinflusst. Und außerdem muß über die Sinnhaftigkeit der oben skizzierten Funktion nachgedacht werden, vor allem welche Aussagekraft der ermittelte Zahlenwert in so einem Maßstab überhaupt haben kann.

5.2 Suche nach Orten

Eine weitere Funktion kann dem Benutzer die Suche nach einer Ortschaft und die anschließende Anzeige aller zum Ort gehörigen Streuungspunkte ermöglichen. Dazu müssen die Ortsnamen als Attribute zu den Streuungspunkten mit gespeichert werden. Damit ist die Verknüpfung der Streuungspunkte mit einer Datenbank und somit mit weiteren Informationen möglich. Denkbar wäre auch die Umkehrung dieses Vorganges, daß der Benutzer einen Streuungspunkt am Bildschirm identifiziert und die dem Ort entsprechenden Streuungspunkte sowie weitere Informationen angezeigt werden. Diese Funktionen sind allerdings nur dann sinnvoll nutzbar, wenn ein adäquater Maßstab zur Verfügung steht.

5.3 Änderung des Punktwertes

Damit eine sinnvolle Verteilung mit einer Punktstreuungskarte in einer akzeptablen Zeit am Bildschirm gezeigt werden kann ist es notwendig, Punktwerte für die mengendifferenzierten Streuungspunkte vorzugeben. Da diese Werte durch den Zweck der Karte, die statistischen Daten, die topographische Grundkarte und die Erfahrung des Bearbeiters beeinflusst werden, ist eine programmunterstützte Bestimmung nicht möglich und würde vor allem unbefriedigende Ergebnisse für den Benutzer liefern. Wie in Abbildung 5 aber gezeigt wird, besteht die Möglichkeit zur Änderung dieser Punktwerte. Dabei stehen dem Benutzer zwei verschiedene Basispunktwerte (100 bzw. 50 Einwohner pro Streuungspunkt) und deren zugehörige Werte (500 und 5000 bzw. 200 und 2000) zur Verfügung. Mit der Änderung des Punktwertes muß aber auch eine Änderung des Maßstabes einhergehen. Mit der Verkleinerung des Punktwertes wird der Maßstab vergrößert. Mit der Platzierung der Streuungspunkte muß von Neuem begonnen werden, was allerdings keine Auswirkung auf die Qualität der Darstellung hat. Die statistischen Daten und die topographische Grundkarte haben sich nicht geändert. Die Karteninterpretation der Punktstreuungskarte ist somit den gleichen Ungenauigkeit behaftet.

6 Abschließende Betrachtungen

Wie mit der technischen Realisierung der Punktstreuungskarte am Bildschirm gezeigt werden konnte, müssen sich thematische Darstellungen nicht nur auf Flächenkartogramme beschränken. Obwohl die Konstruktion von Streuungspunkten für eine gedruckte Karte sehr aufwendig ist und viel Erfahrung durch einen Kartographen erfordert, konnte mit der automationsgestützten Platzierung von Streuungspunkten ein ansprechendes, realitätsnahes Ergebnis erzielt werden. Für eine Verbesserung der Darstellung müssen aber noch weitere topographische Inhaltselemente herangezogen werden. Ein derzeit nicht zu unterschätzender Faktor für die Darstellung einer thematischen Karte am Bildschirm ist die Zeit. Der Benutzer möchte sofort ein Ergebnis auf dem Bildschirm sehen und ist nicht bereit, längere Zeit auf die Berechnung und Darstellung einer Bildschirmkarte zu warten. Mit der Entwicklung leistungsstarker Prozessoren dürfte dieser Faktor aber zunehmend an Bedeutung verlieren.

Ein Bereich, der von der Kartographie in der Theorie noch kaum erschlossen ist, bildet die Gestaltung des 'User Interface' von Bildschirmkarten und in weiterer Folge deren Funktionalitäten. Hier muß erst untersucht werden, wie die Interaktivität einer Karte den Benutzer unterstützen kann und vor allem ob die multimediale Unterstützung kartographischer Darstellungen vom Benutzer überhaupt angenommen wird. Dabei sollte jedenfalls auf Funktionalitäten verzichtet werden, die nur des Effektes wegen in einer kartographischen Darstellung am Bildschirm implementiert sind. Für die Kartographie bieten sich durch die Interaktivität und die Verwendung von Multimedia neue Möglichkeiten der Unterstützung für den Benutzer an. Hier kann beispielhaft die Herstellung von Karten erläutert und vor allem die Grenzen bei der Verwendung und Interpretation aufgezeigt werden. Lernprogramme können ihm gerade bei der Interpretation von thematischen Karten helfen, Wissen zu schaffen und neue Fragestellungen aufzuwerfen. Mit einem solchen Lernprogramm kann dem Benutzer anhand kleiner Beispiele gezeigt werden, wie statistische Daten in einer thematischen Karte dargestellt werden und welche Zusammenhänge bzw. Folgerungen daraus gezogen werden können. Abschließend wäre noch zu bemerken, daß der Erfolg einer Bildschirmkarte wie einer gedruckten Karte stark mit deren Qualität zusammenhängt. Dabei kommt es nicht nur auf die kartographische Darstellung, sondern vielmehr auf die redaktionelle Sorgfalt beim Inhalt der Karten an (Kelnhofer et. al. 1997).

7 Literaturverzeichnis

- Aschenbrenner, J.*: DIE EDV-UNTERSTÜTZTE HERSTELLUNG VON PUNKTSTREUUNGSKARTEN AUF DER BASIS KLEINSTER BEZUGSEINHEITEN. In: *F. Kelnhofer* (Hrsg.): BEITRÄGE ZUR THEMAKARTOGRAPHISCHEN METHODENLEHRE UND IHREN ANWENDUNGSBEREICHEN. Berichte und Informationen (Sammelband der Hefte Nr. 10-20). Wien: Österreichische Akademie der Wissenschaften. (1989).
- Arnberger, E.*: DIE PROBLEME EINER DURCH COMPUTER UND ELEKTRONISCHEN DATENVERARBEITUNG UNTERSTÜTZTEN THEMatischen KARTOGRAPHIE (PROGRAMM EINER ARBEITSTÄTIGKEIT). In: *W. Witt* (Hrsg.): THEMatische KARTOGRAPHIE UND ELEKTRONISCHE DATENVERARBEITUNG. Hannover: Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung. (1977). S.1-5.
- Dent, B. D.*: CARTOGRAPHY – THEMATIC MAP DESIGN. Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Publisher. (1996).
- Dickinson, G. C.*: STATISTICAL MAPPING AND PRESENTATION OF STATISTICS. London: Edward Arnold Ltd.. (1964).

- Ditz, R.:* AN INTERACTIVE CARTOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM OF AUSTRIA – CONCEPTUAL DESIGN AND REQUIREMENTS FOR VISUALIZATION ON SCREEN. In: Proceedings of the 18th International Cartographic Conference 1997, Stockholm, Schweden. Swedish Cartographic Society, Gävle (1997). Band 1. S.571-578.
- Ditz, R.:* THE VISUALIZATION OF POPULATION DISTRIBUTION IN A CARTOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM – ASPECTS OF TECHNICAL REALIZATION OF DOT MAPS ON SCREEN. In: Proceedings of the 19th International Cartographic Conference 1999, Ottawa, Canada. Band 1. S.965-972.
- Geer, St. de:* A Map of the Distribution of Population in Sweden: Method of Preparation and General Results. GEOGRAPHICAL REVIEW (1922), S.72-83.
- Hettner, A.:* Über bevölkerungsstatistische Grundkarten. GEOGRAPHISCHE ZEITSCHRIFT (1900), S.185-192.
- Hüttermann, A.:* KARTENINTERPRETATION IN STICHWORTEN. THEMATISCHE KARTEN. Verlag Ferdinand Hirt. (1979).
- Kelnhöfer, F.:* BEITRÄGE ZUR SYSTEMATIK UND ALLGEMEINEN STRUKTURLEHRE DER THEMATISCHEN KARTOGRAPHIE. Wien: Österreichische Akademie der Wissenschaften. (1971)
- Kelnhöfer, F., R. Ditz:* Interaktive Atlanten - Eine neue Dimension der kartographischen Informationsvermittlung. MITTEILUNGEN DER ÖSTERREICHISCHEN GEOGRAPHISCHEN GESELLSCHAFT (1997), Band 139, S.277-312.
- Kelnhöfer, F., A. Pammer, G. Schimon:* PROTOTYPE OF AN INTERACTIVE MULTIMEDIA ATLAS OF AUSTRIA. In: W. Cartwright, M.P. Peterson, G. Gartner (Hrsg.): MULTIMEDIA CARTOGRAPHY. Heidelberg: Springer Verlag. (1999). S.87-97.
- Leunzinger, H.:* GRAPHISCHE GESTALTUNG THEMATISCHER KARTEN MIT PUNKTFÖRMIGEN ELEMENTEN. In: Leibrand W. (Hrsg.): KARTENGESTALTUNG UND KARTENENTWURF. Ergebnisse des 16. Arbeitskurses Niederdollendorf 1986 des Arbeitskreises Praktische Kartographie der Deutschen Gesellschaft für Kartographie. Bonn: Kirschbaum Verlag. (1987). S.55-64.
- Peterson, M.P.:* INTERACTIVE AND ANIMATED CARTOGRAPHY. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Inc. (1995).
- Provin, R.W.:* The Perception of Numerosity on Dot Maps. AMERICAN CARTOGRAPHER (1977), Heft 4, S.111-125.
- Raisz, E.:* PRINCIPLES OF CARTOGRAPHY. New York: McGraw-Hill. (1962).
- Robinson, A., R. Sale, J. Morrison:* ELEMENTS OF CARTOGRAPHY. 4th Edition. John Wiley & Sons Inc. (1978).
- Silwester, F.:* KARTOGRAPHISCHE INTERAKTION IM INTERNET. Unveröffentlichte Diplomarbeit, TU Wien. (1998).
- Stone, M.C., K. Fishkin, E.A. Bier:* THE MOVEABLE FILTER AS A USER INTERFACE TOOL. In: Proceedings of CHI'94. ACM. (1994). S.306-312.
- Töpfer, F.:* Gesetzmäßige Generalisierung und Kartengestaltung. VERMESSUNGSTECHNIK (1967), Heft 2, S.65-71.
- William-Olsson, W.:* The Commission on a World Population Map: History, Activities and Recommendations. GEOGRAFISKA ANNALER (1963), Vol. 45, S.243-249.
- Witt, W.:* THEMATISCHE KARTOGRAPHIE – METHODEN UND PROBLEME, TENDENZEN UND AUFGABEN. Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Hannover: Gebrüder Jänecke Verlag. (1970).
- Witt, W.:* BEVÖLKERUNGSKARTOGRAPHIE. Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Hannover: Gebrüder Jänecke Verlag. (1971).
- Wonka, E.:* Statistische Daten aus der Großzählung des ÖSTAT als Grundlage für räumliche Untersuchungen. Skriptum 2. Hochschullehrgang Geoinformationswesen WS 1995/96, TU Wien. (1995).
- Wonka, E.:* DAS GEBÄUDEREGISTER ALS GRUNDLAGE FÜR DIE AUFBEREITUNG STATISTISCHER DATEN AUF DER BASIS VON KLEINRÄUMIGEN TERRITORIALEN EINHEITEN. In: F. Kelnhöfer (Hrsg.): BEITRÄGE ZUR THEMAKARTOGRAPHISCHEN METHODENLEHRE UND IHREN ANWENDUNGSBEREICHEN. Berichte und Informationen (Sammelband der Hefte Nr. 10-20). Wien: Österreichische Akademie der Wissenschaften. (1989).

Die Österreichischen Militärkartenwerke

Planungen, Entwicklungen und Realisierungen seit 1955

Gerhard L. Fasching, Wien

Zusammenfassung

Militärkarten sind nur für den Gebrauch innerhalb von Streitkräften und im Rahmen der Umfassenden Sicherheitsvorsorge bestimmt, sind daher in der Öffentlichkeit wenig bekannt. Umgekehrt ist das Militär zumindest quantitativ einer der Hauptbedarfsträger an kartographischen Produkten der amtlichen Kartographie. Da die Planungen des Österreichischen Bundesheeres auch große Auswirkungen auf das zivile Kartenwesen in Österreich hatten und haben, sollen wichtige Entwicklungen auf dem Gebiet des Militärkartenwesens und der Ortsangaben an Hand von Karten beschrieben werden. Bei der Planung und Entwicklung der Österreichischen Militärkartenwerke mit Bundesmeldenetz 1985 bis 1989 gab es auch eine enge Zusammenarbeit mit dem Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der Technischen Universität Wien, insbesondere mit Herrn o. Univ. Prof. Dr. Fritz KELNHOFER. Durch den Beitritt Österreichs zur Europäischen Union und zur NATO-Partnerschaft für den Frieden wurde eine Angleichung der militärischen und zivilen Kartenwerke sowie Geo-Informationen an den internationalen Standard erforderlich. Die eigenständigen österreichischen Entwicklungen, auch Irrwege, sind daher nur mehr kartenhistorisch interessant. Es kann daher erstmalig umfassend über die Planungen, Entwicklungen und Realisierungen der Österreichischen Militärkartenwerke und der Ortsangaben an Hand von Karten seit 1955 ohne Verletzung der militärischen Geheimhaltungsbestimmungen berichtet werden.

Abstract

Military maps are for use only by armed forces and for Comprehensive National Defence, therefore little known in public. Nevertheless a high percentage of official cartography is needed for military purposes. Because of that, cartographic plannings by the Military Geo Administration have always been of great importance for civil mapping and charting in Austria. According to those plannings, developments and realizations of Austrian military map series and of military grid reference systems since 1955 should be described. About 1985 an intensive co-operation in that behalf took place e.g. with the Institute of Cartography and Reproduction Techniques - Vienna University of Technology and Univ. Prof. Dr. Fritz KELNHOFER. Because of Austria's membership within the European Union and the NATO Partnership for Peace an adaption of official Austrian maps, charts and grid reference system to international standards has become necessary. For the first time it is possible to publish matters of that concern without trespassing military security.

1 Ausgangslage 1955 und Grenzsicherungseinsatz 1956/57

Bei der Aufstellung im Jahr 1955 hatte das Österreichische Bundesheer (ÖBH) noch keine systemisierte Landkartenausstattung. In den ÖBH-Garnisonen der ehemaligen US- und französischen Besatzungszone wurden topographische Karten 1:25.000 (AMS Series M871) und 1:50.000 (AMS Series M771) des US Army Map Service (Schichtenlinienkarten mit UTM-Gitternetz auf der Grundlage von Aerophotogrammetrie, aber ohne Überprüfung im Gelände) verwendet. Diese Karten waren im ÖBH als „D-Karten“ bekannt, weil das zentrale Kartenlager der B-Gendarmerie 1955 von der Gendarmerieabteilung D in einem Flugzeughangar in Hörsching betrieben wurde. In den übrigen Bundesländern gab es nur vereinzelt „*Provisorische Ausgaben der Österreichischen Karte 1:50.000*“ (ÖK50) des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen Landesaufnahme (BEV), überwiegend Schraffenkarten.

Beim *Grenzsicherungseinsatz* des ÖBH an der ungarischen Staatsgrenze während des Ungarnaufstandes 1956 wurden als erste Einsatzmaßnahme zur Sicherstellung der Versorgung der Einsatzkräfte mit Landkarten sämtliche Bestände an ÖK50 von Ostösterreich beim BEV und bei Verlagen aufgekauft. Es konnte dadurch eine bescheidene, aber einheitliche, Kartenausstattung der Kommanden und eingesetzten Truppen gebildet werden.

Eine der Lehren aus dem Grenzsicherungseinsatz 1956/57 war die ungenügende und im ÖBH uneinheitliche *Kartenausstattung* sowie das Fehlen eines bundesweit verwendbaren *Meldesystems* an Hand von Karten. Das Stoßlinienverfahren der Deutschen Wehrmacht (Abbildung 3) und andere Meldeverfahren (siehe weiter unten) hatten sich alle nicht bewährt. Es wurden daher einerseits zunächst beschleunigte unveränderte Nachdrucke der vom ÖBH verbrauchten Blattbereiche der ÖK50 durchgeführt, andererseits bei dem Nachdruck der Generalkarten von Mitteleuropa 1:200.000 (GK200) für das Militär in der Randausstattung bereits die ÖM-Blattnummer der späteren Österreichischen Militärkarten 1:200.000 (ÖMK200) und eine Blattbereichsübersicht der ÖM200, bei einigen Blättern in rot auch neu errichtete Autobahnen im Ausland, ergänzend aufgedruckt. Diese zweistelligen Militärblattnummern der ÖM/ÖMK200 und später der vierstelligen Militärblattnummern der Österreichischen Militärkarten 1:50.000 (ÖMK50) sind eine eigenständige Entwicklung des Leiters Militärgeographischer Dienst 1955 bis 1979 Oberst (Dienstklasse VIII) Ing. A. Zewedin (Zewedin 1961), speziell auf die Bedürfnisse und den Raum der Republik Österreich abgestimmt (Abbildung 1). Die ÖMK200-Nummer wird dabei von der Blattnummer der GK200 abgeleitet, wobei in der Zehnerstelle die geographische Länge nach Ferro (vermehrt mit der Zusatzzahl 3) und in der Einerstelle die geographische Breite kodiert ist, z.B. 34°48° Wien = ÖMK78.

2 Das ÖMK-Konzept 1958

Erst im Juli 1958 wurde mit dem Druck von eigenen Österreichischen Militärkartenwerken (ÖMK) gegen den anfänglichen Widerstand des Generaltruppeninspektors (Oberst dhmD Fussenegger) und des Bundesministers für Landesverteidigung, Dr. F. Graf (Originalzitat: „Wozu brauchen wir eigene Militärkarten, kennt’ eh’ jeder Österreich“) begonnen. Eine der wichtigsten Entscheidungen damals war, daß das Kartenwerk 1:25.000 gegen große Widerstände bei der Artillerietruppe und beim BEV ersatzlos *eingestellt* wurde, um dafür das Kartenwerk 1:50.000 beschleunigt realisieren zu können. Beim ursprünglichen Konzept hätte es nämlich bis zum Jahr 2020 (!) gedauert, bis beide Kartenwerke flächendeckend vorgelegen wären, was aus militärischen Gründen (Höhepunkt des Kalten Krieges) völlig inakzeptabel war.

Bis Jänner 1961 konnte die Erstausrüstung mit ÖMK50 Ausgabe Nr. 1 und ÖM200 abgeschlossen werden.

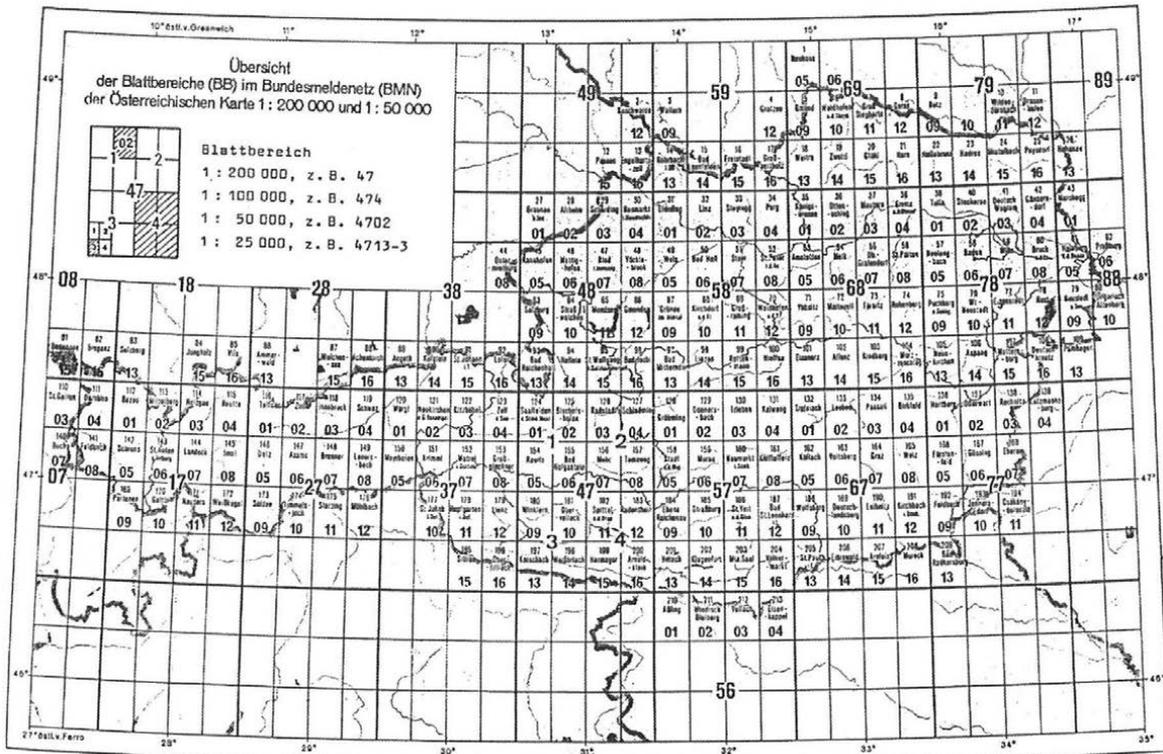


Abb. 1: Die Gradblattbereiche der Österreichischen Militärkarten 1:200.000 (BB200), ÖMK100 (BB100), ÖMK50 (BB50) und ÖK25 (BB25) im geographischen Blattschnitt (Fasching 1988, S. 369)

2.1 Das Österreichische Militärkoordinatensystem

Ziel war es, ein einfach zu handhabendes Meldesystem zu schaffen, das auf den staatlichen Vermessungsunterlagen aufbaut, um die Nachführung sicherzustellen (BMLV 1959). Aus Neutralitätsgründen kam die Übernahme eines ausländischen Gitternetzsystems, z.B. des UTM-Gitters der NATO, nicht in Frage. Es wurden daher nach dem Muster der „Karte der Donau- und Alpenreichsgaue 1:50.000“ der Hauptvermessungsabteilung XIV (HVA XIV) Wien (heute BEV) positivierte Gauß-Krüger-Landeskoordinaten als *Österreichisches Militärkoordinatensystem* mit Erlaß des BMLV Zl. 210.336-Ausb/III/58 eingeführt, wobei der Bezugs- und Mittelmeridian des Meridianstreifensystems M25 den Wert 150.000 m, M28 450.000 m, M31 750.000 m, M34 1,050.000 m und M37 1,350.000 m hatte und der Geltungsbereich jeweils 150 km beiderseits des Mittelmeridians betrug (Abbildung 2).

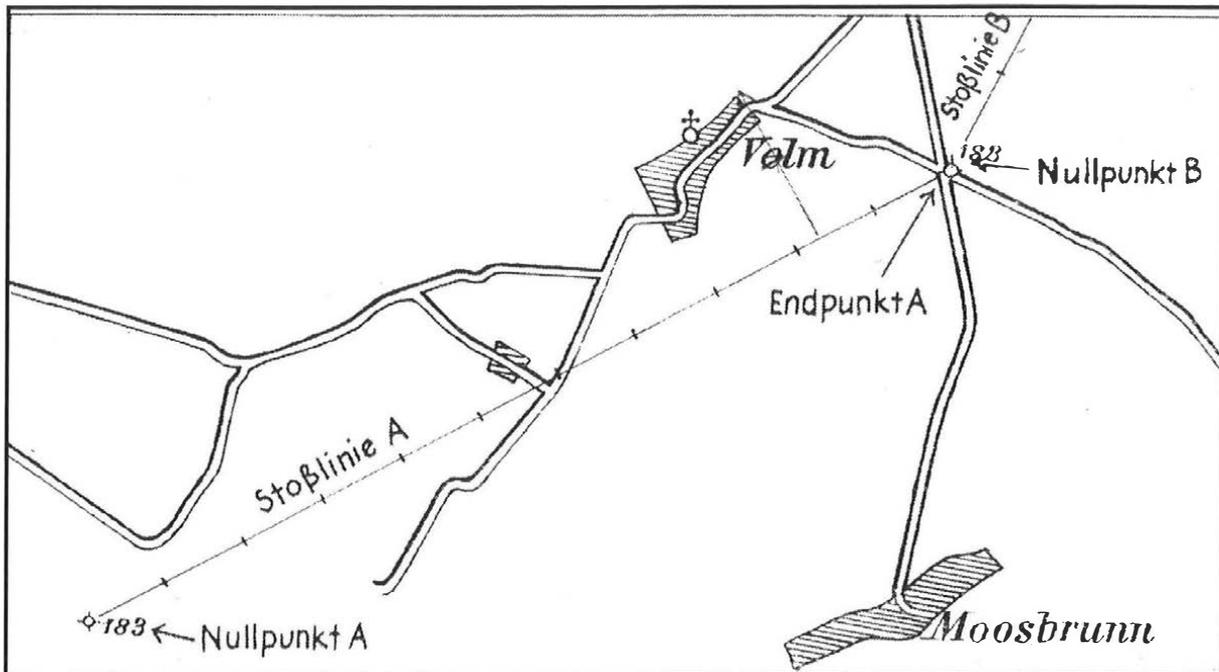


Abb. 3: Stoßlinienverfahren (BMLV 1962, S. 236). Im Gefechtsstreifen werden für jede Stoßlinie zwei eindeutige Kartenpunkte bestimmt (Nullpunkt, Endpunkt). Lageangaben erfolgen durch Angabe der Stoßlinie, des Abstandes (in cm) vom Nullpunkt bis zum Schnittpunkt mit der Senkrechten auf die Stoßlinie sowie des senkrechten Abstandes des Gelände- oder Zielpunktes von der Stoßlinie (z.B. A 9,2 links 1,5)

Erst ab 1961 wurde ein 4 cm-Gitternetz (in Violett) auch auf die ÖMK200 aufgedruckt und so ein einheitliches, sehr einfaches Meldesystem in Form einer *Flächenmeldung* oder *Punktmeldung* im ÖBH eingeführt (Abbildung 4).

2.3 Österreichische Militärkarten 1:50.000

Grundlage für die Österreichischen Militärkarten 1:50.000 (ÖMK50) waren die provisorischen Ausgaben der Österreichischen Karten 1:50.000 (überwiegend reprototechnische Vergrößerungen der Spezialkarte von Österreich-Ungarn 1:75.000 in Schraffenmanier mit grünem Waldaufdruck, vereinzelt im Raum Wien auch Schichtenlinienkarten 1:75.000 der 4. Landesaufnahme), nur an der Südgrenze in Kärnten und Osttirol sowie im Raum Salzburg waren Karten 1:25.000 und 1:50.000 in moderner mehrfarbiger Schichtenlinienmanier vorhanden. Neben dem Gitternetz in Schwarz (!) enthielten die ÖMK50 gegenüber der zivilen Ausgabe (ÖK50) die vierstellige ÖMK-Nummer, eine Ausgabennummer und eine erweiterte Randausstattung. Das ÖMK50-Kartenwerk umfaßte zunächst nur die 211, später 213 Blattbereiche der ÖK50, zusätzlich wurden im Lohnauftrag vom BEV 1962 und 1977 noch zwei weitere Blattbereiche zur Schließung von Lücken hergestellt, so daß derzeit dieses Kartenwerk 215 Kartenblätter umfaßt.

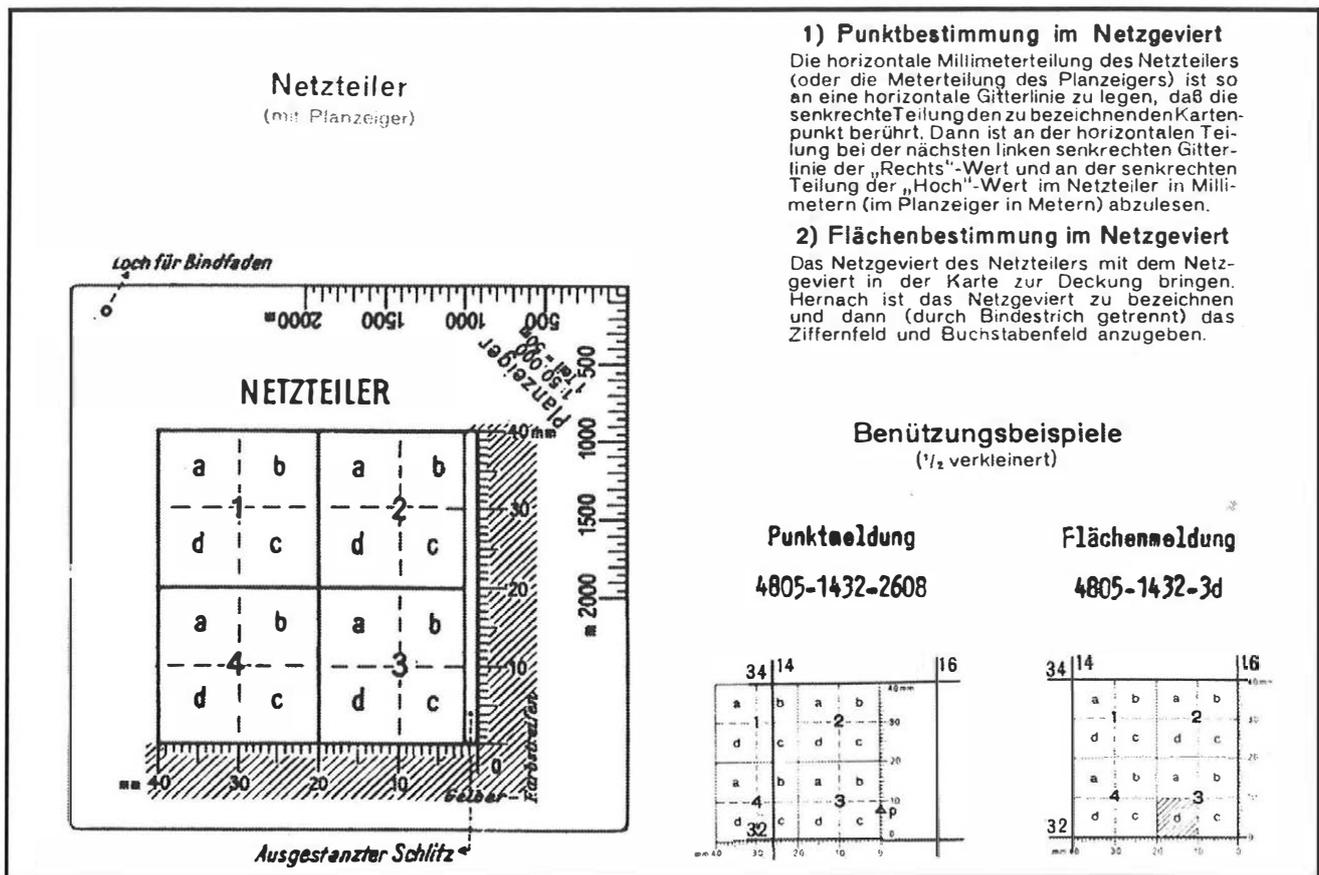


Abb. 4: Flächenmeldung und Punktmeldung im ÖMK-System (Fasching 1973, S. 63)

Eine Weiterentwicklung der ÖMK50 erfolgte ab 1965 zur Verbesserung des Informationsgehaltes in militärisch wichtigen Räumen wie Alpenvorland und Alpeneingängen, auf Grund der zahlreichen neuen Güter- und Forstwege im ländlichen Raum und der regen Bautätigkeit in den Randbereichen von Siedlungen. Durch einfache Luftbildauswertung militärischer Bildflüge der Fliegerbildkompanie und Milgeo-Erkundungen (siehe hierzu auch Kapitel 7.5) durch den Militärgeographischen Dienst bei den Militär- und Gruppen/Korpskommanden erfolgte u. a. auch eine Kartennachführung im Zeichenschlüssel der ÖK50. Diese Nachführungen, das 4 cm-Gitternetz mit Verstärkung der 8 km-Gitterlinien (die dem Gitternetz der ÖMK200 entsprechen) sowie die Randausstattung sind in violett dargestellt. Dieser sehr gut lesbare Violett-Aufdruck in Militärkarten geht auf Vorbilder der Forschungsstaffel z. B. der Deutschen Wehrmacht im 2. Weltkrieg zurück.

Bei dem eher statisch geplanten Sperr- und Verzögerungskampf im Rahmen des Raumverteidigungskonzeptes machte sich das Problem der Überlappung benachbarter Gitternetze im Anstoßbereich von zwei Meridianstreifen besonders im Alpenvorland (siehe Abbildung 2) sehr störend bemerkbar. Eine sehr einfache und truppenbrauchbare Lösung bot der *Rückseitenaufdruck* mit dem Gitternetz des jeweils benachbarten Meridianstreifens. Um Verwechslungen zu vermeiden, wurde der Militäraufdruck der ÖMK50 und ÖMK200 mit dem Gitternetz M31 einschließlich der Randausstattung ab 1981 in Grün dargestellt. Die ÖMK mit einem Gitternetz M28 oder M34 verblieben in der gewohnten violetten Farbe.

3 Österreichische Militärkarten 1:200.000

Für operative Planungen wurden die Generalkarten 1:200.000 in der Ausführung ÖM (Österreichische Militärkarte Muster 1957, aber noch ohne Gitternetz!) ab 1961 zur Österreichischen Militärkarte 1:200.000 (ÖMK200) mit violetter 4 cm-Gitternetz und eigener Kartenrandausstattung weiterentwickelt. Gegenüber den GK200 und ÖM200 enthalten die damaligen zivilen und militärischen Ausgaben dieses Maßstabes bereits einen Straßenaufdruck in Rot (Autobahnen, Hauptverbindungen) und Gelb (Nebenverbindungen).

Um eine Durchgängigkeit des militärischen Meldewesens in allen Maßstäben sicherzustellen, wurden ab 1962 alle 32 km-Gitterlinien (die dem Gitternetz der ÖMK500FÜNE (Führungsnetz) entsprechen, siehe Kapitel 4) verstärkt und entsprechend beschriftet.

4 Die Österreichischen Militärkarten 1:500.000

Als Übersichtskarte und als Kartentableau bot sich die ursprünglich 1950 vom BEV für die US-Besatzungsmacht („*Austria 1:500.000*“ mit Eintragung der Blattbereiche ÖK50 und des UTM-Gitternetzes) hergestellte „*Karte der Republik Österreich 1:500.000*“ an. Bis 1962 wurden daher diese zivilen Ausgaben mit einem grünen Suchgitter bei den Landstreitkräften des ÖBH verwendet.

Für die Zwecke der Fliegerführung und der Luftraumüberwachung wurde bereits 1958 auf Grund der Luftraumverletzungen durch NATO-Flugzeuge während der Libanonkrise und der darauffolgenden Einführung von Radargeräten bei der neu aufgestellten Flugmeldetruppe eine Österreichische Militärkarte 1:500.000 - Ausgabe Flieger/Flugsicherung (ÖMK500 FI/S) eingeführt. Diese Karte enthielt ein vom Kommando Luftstreitkräfte speziell für Österreich entwickeltes Luftmeldegitter, bestehend aus Ziffernfeldern und Unterteilungen (Abbildung 5).

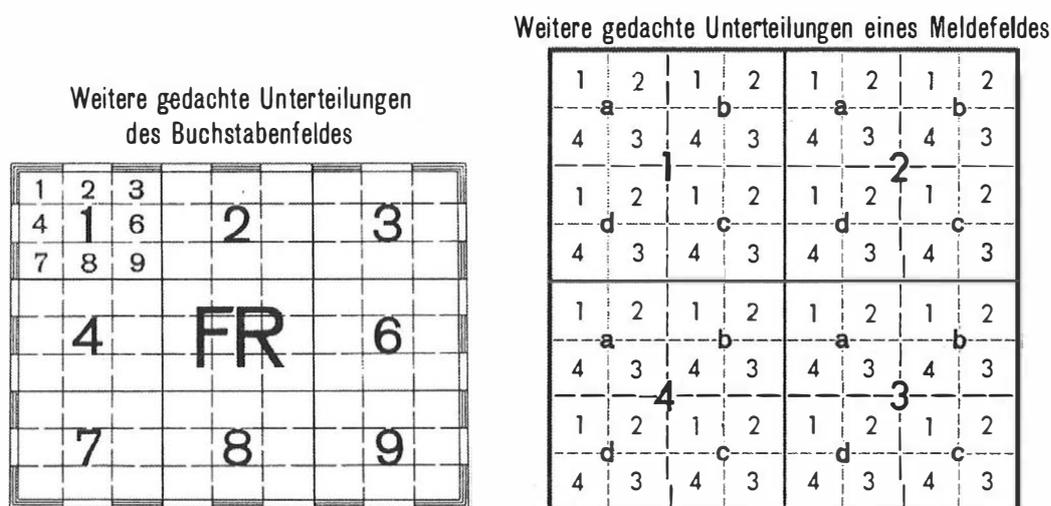


Abb. 5: Gedachte Unterteilungen eines Buchstabenfeldes 30' x 15' des Luftmeldegitters der ÖMK500FUS in 9 Mittelfelder und 81 Kleinfelder (BMLV 1958) sowie eines Meldefeldes 32 km x 32 km der ÖMK500FÜNE in 4 Ziffernfelder, 16 Buchstabenfelder (ÖMK200-Netzvierte), 64 Klein-Ziffernfelder und 256 Klein-Buchstabenfelder (ÖMK50-Netzvierte, in der Grafik nicht dargestellt) (BMLV 1962)

Erst im Zuge der Einführung einheitlicher Befehls- und Meldeunterlagen wurde das Österreichische Militärkoordinatensystem der ÖMK50 und ÖMK200 auch auf die neue Österreichische Militärkarte 1:500.000 Nr. 1 mit FÜNE-Meldegitter Ausgabe Nr. 1 (ÖMK500FÜNE) übertragen. Mit der Abkürzung FÜNE wurde das in Violett aufgedruckte Führungsnetz bezeichnet, das aus 6,4 cm großen FÜNE-Meldefeldern (32 km x 32 km) bestand (Abbildung 5). Das Kartenblatt deckte das gesamte Staatsgebiet ab und wurde mit Nr. 1 bezeichnet. Weitere Kartenblätter für operative Planungen im Anschluß waren geplant, wurden aber nie realisiert. Auf der Rückseite waren vier gleiche Nebenkarten aufgedruckt, die neben der österreichischen Staatsgrenze die FÜNE-Meldefelder der drei Gitternetze M28/31/34 in Violett, die Blattbereiche der ÖMK200 in Schwarz und das Luftmeldegitter der ÖMK500FI/S in Negativdarstellung (Weiß/Grauraster) enthielten.

Die Führungsnetzmeldung konnte sich nicht durchsetzen, da die Umrechnungen im Oktalsystem truppenunbrauchbar waren. Ab 1970 wurden daher die Blattbereiche (BB) der ÖMK200 und Unterteilungen im geographischen Blattschnitt (BB50 und BB25) zugleich Meldefelder einer Gittermeldung als Teil des *Bundesmeldegitters* (BMG). Die Ausgaben der ÖMK500BMG mit Aufdruck der Blattbereiche der ÖMK200 (verstärkte Gitterlinien) und ÖMK50 waren daher als große Blattbereichsübersichten sowie als Kartentableaus in Kommandantenkanzleien sehr beliebt.

5 Die Österreichischen Militärkarten 1: 1,500.000

Als Handkarte, als Blattbereichsübersicht und als Übersicht über die Verwaltungsgliederung auf der Ebene der Politischen Bezirke/Statutarstädte und Gerichtsbezirke dient die „Österreichische Militärkarte 1:1,5 Mio.“ im trapezförmigen Blattschnitt der ÖK/ÖMK500. Diese Karte im Format DIN A3 wurde 1971 von F. KELNHOFER während seines Grundwehrdienstes im Militärgeographischen Dienst der Zentralstelle nicht nur konzipiert, sondern auch technisch hergestellt. Es gab Ausgaben ohne und mit Führungsnetz (kurz ÖMK1500 bzw. ÖMK1500/FÜNE). Seit 1979 ist eine Ausgabe mit Bundesmeldegitter (ÖMK1500BMG) noch bis 2000 in Verwendung.

6 Die Österreichischen Militärkartenwerke - Ausführung Bundesmeldenetz

6.1 Allgemeines und Ortsangaben

Ein großer Nachteil des Bundesmeldegitters war, daß es im zivilen Bereich als geographisches Bezugssystem für regionale Daten wegen der maßstabsabhängigen Millimeterkoordinaten der Punktmeldung nicht akzeptiert wurde (Fasching 1973). Nur im Bereich der Umfassenden Landesverteidigung wurde es offiziell ab 1983 eingeführt. So bestanden zwei geographisch und geodätisch zwar idente, aber unterschiedlich kodierte geographische Informationsraster im zivilen und militärischen Bereich nebeneinander. Durch die Zunahme ADV-gestützter Regionalstatistik und Kartographie entstand aber auch im zivilen Bereich ein Bedarf an einem einfach zu handhabenden geometrischen geographischen Bezugssystem. Durch eine Arbeitsgruppe „Plangrundlagen“ der Österreichischen Raumordnungskonferenz (ÖROK) wurde 1981 bis 1984 ein neues bundeseinheitliches Meldesystem (Bundesmeldenetz, abgekürzt BMN) an Hand von Karten entwickelt. Bei der breiten Meinungsbildung innerhalb des Bundesheeres, aber auch mit externen Fachleuten beim BEV und den Universitäten wurden u. a. auch mit F.

Kelnhofer zahlreiche Gespräche vor allem hinsichtlich der Netzentwürfe und Layout der neu zu schaffenden Übersichtskarte von Zentraleuropa 1:2 Mio. und dem ÖMK500-Kartenwerk Zentraleuropa geführt.

Beim BMN wurden die Rechtswerte der Mittelmeridiane der Gitternetze wie folgt geändert: 150 km für M28, 450 km für M31 und 750 km für M34. Das war deshalb leicht möglich, weil im ÖMK-System und im Bundesmeldegitter nur die Zehner- und Einer-Stellen der Gitterlinienbezifferungen von Relevanz waren. Die Gitternetze (in schwarz, zusätzliche Rasterbänder und Ziffernwiederholungen in der Militärausführung in Violett bzw. Grün) waren nun in allen amtlichen Karten des BEV und in den Militärkarten erstmals nach 60 Jahren getrennter Entwicklung wieder ident.

Neu im BMN war vor allem das 5 cm-Gitternetz in den ÖK/ÖMK200BMN und dadurch bedingt die Gitterlinienverstärkungen der 10 km-Gitterquadrate in der ÖK/ÖMK50BMN. Die maßstabsabhängige Punktmeldung (Abbildung 4) wurde durch die maßstabsunabhängige Koordinatenmeldung ersetzt (Mang u. Aschenbrenner 1991). Die Möglichkeiten, sehr einfach Flächen verschiedener Größe anzusprechen, wurden erweitert (Abbildung 6).

Meldungen, z. B.	ÖMK	Größe	ÖMK2000	ÖMK1000	ÖMK500	ÖMK200	ÖMK100	ÖMK50	ÖMK20	ÖMK10	ÖMK05
Blattbereich 500 (Meldebereich) L ("Ludwig")		3° x 3°	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Blattbereich 200	47	1° x 1°		X	X	X	X	X	X	X	X
Blattbereich 100	471 *)	30' x 30'			X	X	X	X	X	X	X
Blattbereich 50	4702	15' x 15'			X	X	X	X	X	X	X
Blattbereich 25	4702-1	7'30" x 7'30"			X	X	X	X	X	X	X
Blattbereich 20	(4702-)43260	10 x 10 km				X	X	X	X	X	X
Blattbereich 10	(4702-)43264	5 x 5 km				X	X	X	X	X	X
Blattbereich 05	(4702-)432616	2,5 x 2,5 km					X	X	X	X	X
Gitterquadrat (Netzgeviert)	(4702-)3860	2 x 2 km					X	X	X	X	X
Ziffernfeld/ÖMK50	(4702-)3860-3	1 x 1 km						X	X	X	X
Buchstabenfeld/ÖMK50	(4702-)3860-3d	500 x 500 m						X	X	X	X
alt: Millimeterfeld/ÖMK50 ("Punktmeldung")	(4702-)3860-2208	50 x 50 m						X	X	X	X

*) derzeit Halblätter BB200, z. B. 47N

Abb. 6: Flächenmeldungen (Gradblattbereiche und Gitterblattbereiche) im Bundesmeldenetz (BMN) in verschiedenen Militärkarten (* = geodätischer Blattschnitt, sonst geographischer Blattschnitt), z. B. Festung Hohenwerfen, Land Salzburg (Fasching 1985)

6.1 Maßstabssystem

Im Zuge der Umstellung auf das BMN wurde auch eine Neukonzeption der Militärkartenwerke durchgeführt. Die damalige Wehrdoktrin der Raumverteidigung erforderte vor allem zusätzliche großmaßstäbliche Kartenunterlagen und thematische Karten (siehe Kapitel 7) im Bereich von wichtigen Geländeteilen wie Schlüsselzonen und Sperrzonen. Wesentlich war eine klare Strukturierung der Maßstabreihen, was konsequenterweise im Rahmen der 2er-Reihe auch zu

einer ÖMK20 führte. Nach eingehenden Diskussionen, so auch mit F. Kelnhofer vor allem hinsichtlich Zieldefinitionen für die einzelnen Militärkartenwerke, wurde das umseitige Maßstabskonzept (Abbildung 7) Planungsgrundlage für die Umsetzung.

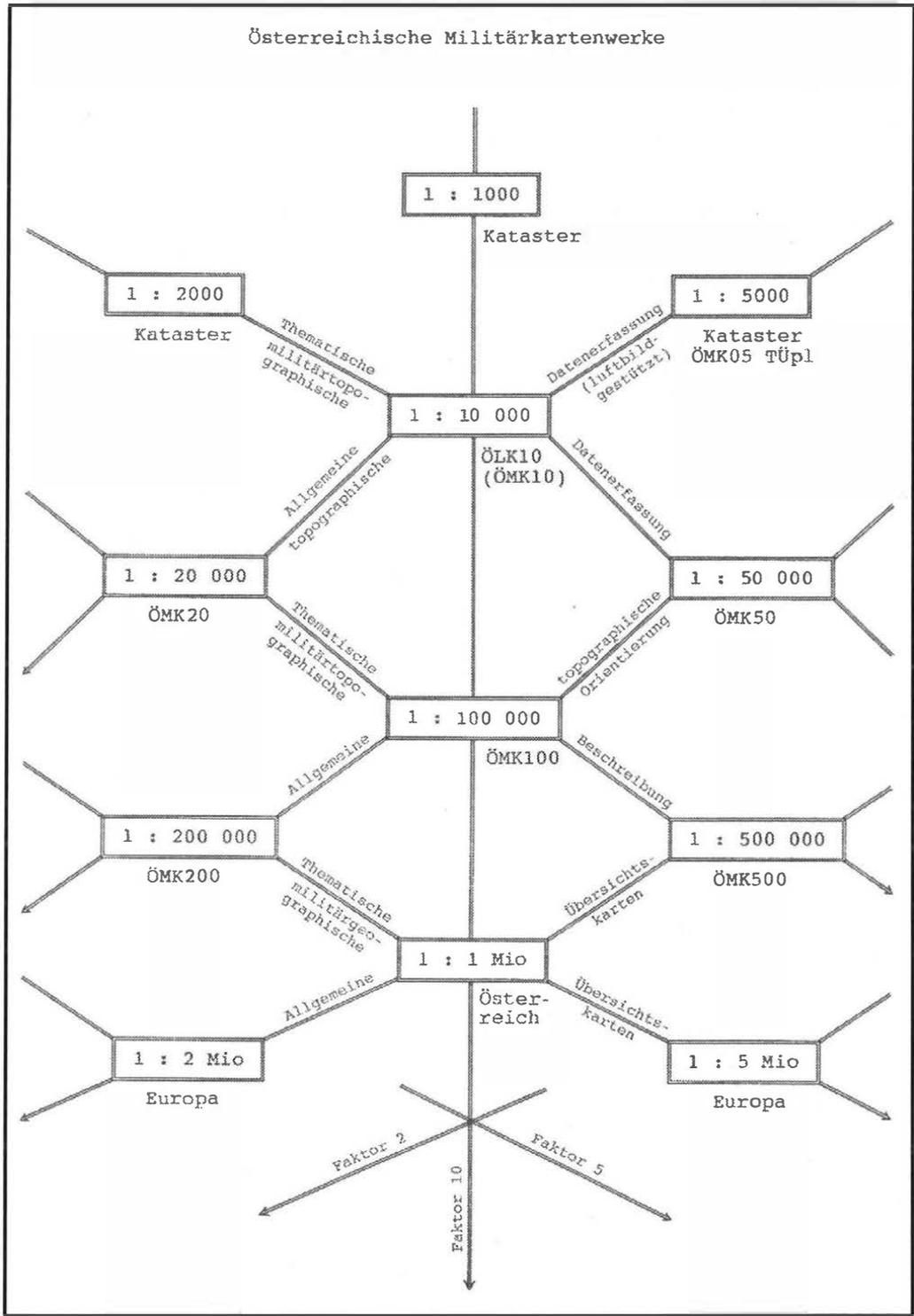


Abb. 7: Maßstabskonzept für die Österreichischen Militärkarten (Fasching 1987)

6.3 Österreichische Militärkarten 1:500.000 - Ausführung BMN

Geplant war ein Kartenwerk ÖMK500MEU (Mitteleuropa), das zunächst drei, später weitere 21 Karten $3^{\circ} \times 3^{\circ}$ (bezogen auf das geographische Netz von Ferro in Analogie zu den bestehenden Kartenwerken der ÖMK200/50) umfassen sollte. Ein Blattbereich (BB) der ÖMK500MEU deckte damit 9 BB200 ab. Benötigt wurde ein derartiges Kartenwerk für operative Planungen und für die *Luftlagereportage*. Die Bezeichnungen erfolgten mit Buchstaben von A bis X. Aufgrund der militärstrategischen Änderungen ab 1989 wurde das Projekt nur teilweise in Form von Lichtpauskarten realisiert.

Zusätzlich wurde die bisherige ÖMK500BMG zur *Sonderkarte „Österreich“* (ÖMK-A500BMN), in der neben den BB200 und BB50 (in raun) auch die Gitternetze M28 und M34 in Violett und das Gitternetz M31 in Grün mit einer Maschenweite von 100 km abgebildet wurden.

6.4 Österreichische Militärkarten 1:200.000 - Ausführung BMN

Im Vorlauf wurden *Graudruckkarten* ÖMK200ARBK (Arbeitskarte) mit dem 5 cm-Gitternetz hergestellt, um die Umstellung des Meldewesens sicherzustellen. Erst im Verlauf der Kartennachführung erfolgte dann die Neuausgabe der mehrfarbigen ÖMK200BMN mit 5 cm-Gitternetz, wobei der Militäraufdruck im Bereich der Meridianstreifensysteme M28 und M34 in Violett und M31 in Grün erfolgte.

Für die Ortsangaben in der ÖK/ÖMK200BMN war auch ein eigener „Netzteiler 200“ als Kartenhilfsmittel erforderlich

6.5 Österreichische Militärkarten 1:100.000 - Ausführung BMN

Ein derartiges Militärkartenwerk im Blattschnitt $30' \times 30'$ und mit einer ausführlichen politischen Gliederung und geographischen Raumgliederung in der Randausstattung für die mittlere Führung (Brigadeebene) und für die mechanisierten Truppen war geplant und bis zur Druckreife auch bereits 1983 fertiggestellt. Es wurde aber nur ein Blattbereich ausgedruckt. Als Arbeitskarten, z.B. für Lagekarten, konnten ja die bis zur Auflassung des Kartenwerkes beim BEV vorhandenen reprotechnischen Vergrößerungen der ÖK50BMN in Form der ÖK100V verwendet werden.

6.6 Österreichische Militärkarten 1:50.000 - Ausführung BMN

Gleichzeitig mit der Umstellung der ÖMK50 auf das BMN war eine thematische Erweiterung in Form der Aufnahme der *Sanitätseinrichtungen* (Krankenhäuser, Rot-Kreuz-Stellen, Apotheken, etc.) vorgesehen. Das Musterblatt (ÖMK4701-3 SAALFELDEN), vorgestellt bei der Militärkarten-Ausstellung beim BEV 1987, überzeugte nicht. Weiters gab es Verzögerungen bei der Erhebung der Sanitätseinrichtungen durch die Militärkommanden, so daß erst 1989 mit der Einführung des derzeit noch bis 2000 in Verwendung stehenden Kartenwerkes der ÖMK50BMN, bestehend aus 215 Kartenblättern, davon 33 mit Rückseitenaufdruck, begonnen werden konnte (Mang u. Aschenbrenner 1991).

6.7 Österreichische Militärkarten 1:20.000 - Ausführung BMN

Völlig neu im Maßstabskonzept (Abbildung 7) war die Auflage einer Österreichischen Militärkarte 1:20.000 (ÖMK20) - Ausführung Arbeitskarte nach dem Vorbild des Raumordnungskatasters in OÖ, Tirol und Salzburg. Nach einem eingehenden Prüfungsverfahren wurde einer luftbildgestützten ÖMK20 gegenüber einer international üblichen ÖMK25 der Vorzug gegeben. Das 1988/89 in Zusammenarbeit mit dem ZT-Büro Höllhuber (Wels) realisierte Kartenwerk bestand aus 956 einfarbigen Kartenblättern, hergestellt im Kopierverfahren, wobei ein breiter Überlappungsbereich im Bereich von zwei Meridianstreifensystemen in militärisch wichtigen Räumen berücksichtigt wurde.

7 Sonderkarten des Österreichischen Bundesheeres

7.1 Truppenübungsplatzkarten

Um den großen Kartenbedarf im Bereich von Truppenübungsplätzen (TÜPI) abzudecken, wurden schon 1959 (BMLV 1959) die ersten Zusammendrucke von ÖMK50 für derartige Karten (TÜPI BRUCK a. d. L. und TÜPI SEETALERALPE) durchgeführt. Es folgten Karten der TÜPI BRUCKNEUDORF (1978), HOCHFILZEN (1979) und ALLENTSTEIG (1980) ohne und mit TÜPI-Einrichtungen. Eine zusätzliche Sonderkarte 1:25.000 vom TÜPI ALLENTSTEIG durch Verkleinerung von Forstkarten der dortigen Heeresland- und Forstwirtschaft war zusätzlich in den ersten Jahren nach der Übernahme des TÜPI durch das ÖBH ebenfalls in Verwendung.

Durch J. Aschenbrenner (1990), ehemaliger Universitätsassistent am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der Technischen Universität Wien, wurde 1990 ein neues Konzept für Truppenübungsplatzkarten entwickelt und für die TÜPI HOCHFILZEN (SAALFELDEN-UMGEBUNG 1989) und ALLENTSTEIG (ALLENTSTEIG-UMGEBUNG 1991) sowie das Alpine Übungsgelände DACHSTEIN-OBERFELD (DACHSTEIN 1991) und den Schießplatz FELIXDORF (WIENER NEUSTADT-UMGEBUNG 1992) umgesetzt. Die Planung sowie Durchführung der Gelände- und Zeichenarbeiten für eine ausführliche TÜPI-Karte ALLENTSTEIG 1:20.000 mit und ohne TÜPI-Einrichtungen wurde 1994 durch den MilGeo-Referenten des damaligen Armeekommandos Oberst A. Hausberger durchgeführt. Die ersten Musterblätter für die neue ÖMK50UTM Ausgabe 0 (NM33-11-10 ZWETTL und NM33-11-11 HORN) entstanden 1996 im Bereich des TÜPI ALLENTSTEIG, um internationale Übungen durchführen zu können.

7.2 Österreichische Militärkarten 1:50.000 - Ausführung Satellitenbild

Durch die strengen Geheimhaltungsbestimmungen betreffend Karten und Luftbilder in den Staaten des Warschauer Vertrages hatten die Auslandsteile der ÖK/ÖMK einen sehr alten Stand des Karteninhaltes (Zwischenkriegszeit). Dies war für die militärischen Aufgaben im Rahmen eines Grenzsicherungseinsatzes nicht ausreichend. Es wurde daher 1989 - 1991 ein Kartenwerk „*Österreichische Militärkarte 1:50.000 - Ausführung Satellitenbild*“ (ÖMK50Sat), bestehend aus 52 einfarbigen Kartenblättern (Lichtpausen), 1 Blattbereich im Schwarz/Weiß-Offsetdruck sowie 1 Blattbereich im mehrfarbigen Offsetdruck in Zusammenarbeit mit der Firma GEOSPACE (Salzburg) aufgelegt.

Satellitenbilder wurden auch für eine topographische *Kartennachführung* der Auslandsteile der ÖMK50 verwendet. Durch die Wende 1989 und die seither erfolgte bilaterale Zusammenarbeit mit den Armeen der Nachbarstaaten ist dieses Projekt obsolet geworden. Es ist aber nach wie vor für humanitäre oder militärische Einsätze in Katastrophen- und Krisengebieten außerhalb des eigenen Staatsgebietes von Interesse.

7.3 Österreichische Militärkarten - Ausführung Alpin

Im Rahmen der Raumverteidigung waren großmaßstäbliche topographische und thematische Karten von Interesse. Derartige Militärkarten im Maßstab 1:20.000, 1:10.000 und 1:5.000 konnten arbeitsökonomisch nur luftbildgestützt hergestellt werden. Es wurden daher im Bereich der Rudolfshütte (Land Salzburg) in Zusammenarbeit mit dem Institut für Geographie der Universität Salzburg (Aschenbrenner 1992) Prototypen entwickelt. Durch Änderungen in der Wehrdoktrin wurden diese Kartenserien (geplant von allen Schlüsselräumen und Sperrstellungen) nicht realisiert, stellen aber nachahmenswerte Vorbilder z.B. für Nationalparkkarten dar.

7.4 Fliegerkarten

Die Luftstreitkräfte benötigen spezielle Fliegerkarten. Schon 1958 wurde die erste ÖMK500 - Ausführung Flieger aufgelegt und seither regelmäßig dem Stand der Technik angepaßt.

Ein spezielles Projekt war die Entwicklung einer eigenen ÖMK200 - Ausführung Flieger auf der Grundlage der bestehenden amtlichen Unterlagen. Neben allen infrastrukturellen Einrichtungen für den Sicht- und Instrumentenflug wurden besonders die Luftfahrt- und Flughindernisse (über 100 m bzw. zwischen 30 m und 100 m über Grund) erfaßt. 1991 erschien das erste Blatt (Zeltweg Ausgabe 1 unter der Bezeichnung OEMK200loxz-1).

7.5 Österreichische Militärgeographische Karten

Thematische militärgeographische Karten (Milgeo-Karten) haben in Österreich eine alte Tradition. Aufgrund der beschränkten Ressourcen und technischen Möglichkeiten wurden vom ÖBH relativ wenige Milgeo-Karten mehrfarbig aufgelegt. Die Vervielfältigung der meisten Bearbeitungen erfolgte früher in Form von Lichtpauskarten, seit einigen Jahren mittels Großkopierer. Von allgemeinem Interesse sind fünf Projekte:

- Für Zwecke der Ausbildung von Truppen- und Generalstabsoffizieren an der Theresianischen Militärakademie (in der Zwischenzeit Fachhochschule) in Wiener Neustadt bzw. Landesverteidigungsakademie in Wien wurden schon ab 1955 zahlreiche *militärlandeskundliche Karten* von Europa und Österreich von A. Zewedin (Zewedin 1961) erstellt.
- Ab 1965 wurde eine „*Österreichische Militärgeographische Karte 1:50.000 - Ausführung Straßen*“ (ÖMGK50Str) in Form von Themenblättern 1 (Topographie) und 2 (Straßenklassifikation und Brücken) durch den Referenten MilGeo des Militärkommandos Steiermark, Oberst Ing. W. Wiggiser, entwickelt und bundesweit im Rahmen von Milgeo-Erkundungen realisiert.
- Zur Beurteilung der Geländebefahrbarkeit abseits der Straßen und Wege sind Befahrbarkeitskarten erforderlich (Schramm 1978). Prototypen für eine „*Österreichische Militärgeographische Karte 1:50.000 - Ausführung Geländebefahrbarkeit*“ (ÖMGK50Bef)

wurden in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Bodenkultur Wien von H. Häusler 1980-1984 entwickelt (Häusler 1985) und eine Reihe von Blättern in Zusammenarbeit mit zivilen Stellen realisiert.

- Von allen wichtigen Gewässern in Österreich, insbesondere der Donau, sind militärlandeskundliche und hydrographische Informationen in Hinblick auf Schiffbarkeit und Überschreitbarkeit für militärische Abwehrplanungen erforderlich. Es wurden daher spezielle ÖMK-Ausführung Gewässer in Zusammenarbeit mit der Pioniertruppe aufgelegt.
- Eindeutige Bezeichnungen von geographischen Raumeinheiten sind erforderlich, um Mehrdeutigkeiten und Unschärfen zu vermeiden. Hierzu wurden von 1983/84 von R. Mang (heute Brigadier und Leiter Institut für Militärisches Geowesen) zwei thematische Karten „Österreich Geographische Raumgliederung 1:1,5 Mio“ (ÖMK-A1500GEORG) und eine Zweitonlichtpase „Österreich Geographische Raumgliederung 1:500.000“ (ÖMK-A500GEORG) erstellt (Mang 1984).

7.6 Sportkarten

Der Orientierungslauf (OL) wurde in der Pionierphase besonders vom Militär gepflegt. Da Österreich schon früh über internationale Läufer verfügte, wurde zunächst nur für Internationale OL-Meisterschaften eine Reihe von *Orientierungslaufkarten* im internationalen OL-Zeichenschlüssel erstellt und gedruckt. In der Zwischenzeit wurden mehrere Dutzend OL-Karten vom ÖBH aufgelegt.

Eine weitere besonders im Bereich des Militärs und der Exekutive gepflegte Sportart ist der Biathlon, bestehend aus Langlauf- und Schießbewerben. Für internationale Bewerbe, so für die Biathlon-Weltmeisterschaften in Hochfilzen 1978, wurden Übersichtskarten und spezielle *Biathlon-Wettkampfkarten* für Einzel- und Staffeln mit Vorbildcharakter erstellt.

8 Die Österreichischen Militärkartenwerke - Ausführung UTM

Durch die grundlegenden sicherheitspolitischen Änderungen seit dem Fall des Eisernen Vorhanges 1989 und dem Beitritt Österreichs zur Organisation für Sicherheit und Zusammenarbeit in Europa (KSZE/OSZE 1975/94), zur Europäischen Union (EU 1994), zum Programm des Nordatlantischen Verteidigungsbündnisses (NATO), „Partnerschaft für den Frieden“ (PfP 1995) sowie zu Vorfeldorganisationen der Westeuropäischen Union (WEU 1999) ist eine Anpassung des Militärischen Karten- und Meldewesens an internationale Vorbilder erforderlich. Das bedeutet konkret die Umstellung der Österreichischen Militärkartenwerke vom Gauß-Krüger-System auf das Universale Transversale Mercatorsystem (UTM). Diese Umstellung ist voll im Gange, im Jahr 1996 erschienen bereits die zwei ersten Musterblätter einer ÖMK50UTM aus dem Bereich des Truppenübungsplatzes Allentsteig (Serie 772). Völlig neuartig ist dabei eine 2 cm große Überlappung im Westen und Süden jedes Kartenblattes sowie das abfallende Kartenbild im Norden und Osten, wodurch die Kartenarbeit im Gelände wesentlich vereinfacht wird.

Neu ist auch das Kartenwerk ÖMK250UTM, das im Zeichenschlüssel die NATO-Standardisierungen berücksichtigt.

Beide Kartenwerke sind derzeit in Bearbeitung, die Umstellung ist schlagartig mit Wirkung vom 1. Jänner 2001 vorgesehen. Aufgrund der bisherigen Druckleistung beim BEV kann mit einer termingerechten Umstellung gerechnet werden. In weiterer Folge ist vom BEV beabsichtigt, bei den Neuauflagen der ÖMKUTM ab 2001 auch eine zivile Version

mitzudrucken. Es ist damit, nach einer gewissen Übergangszeit, die Einheitlichkeit der Kartengrundlagen in Österreich im zivilen und militärischen Bereich auch in Zukunft sichergestellt.

Literaturverzeichnis

- Aschenbrenner, J.:* Konzept für Truppenübungsplatzkarten. Militärwissenschaftliche Arbeit für den höheren militärtechnischen Dienst des Milizstandes. *BMLV - Bundesministerium für Landesverteidigung* (Hrsg.): INFORMATIONEN DES MILITÄRISCHEN GEO-DIENSTES. (1990), 91.
- Aschenbrenner, J.:* Orthophoto und Monoplotting in der Gletscherkartographie. *Institut für geographie der Universität Salzburg* (Hrsg.). SALZBURGER GEOGRAPHISCHE ARBEITEN. (1992), 21.
- BMLV - Bundesministerium für Landesverteidigung* (Hrsg.): Militärgeographie im Österreichischen Bundesheer. Kurzorientierung. KARTENWESEN. (1959), 1 und 2.
- BMLV - Bundesministerium für Landesverteidigung* (Hrsg.): Meldeverfahren nach der Karte. AUSBILDUNGSVORSCHRIFT FÜR DIE INFANTERIE (AVI). DIE FÜHRUNG DES BATAILLONS UND DER KOMPANIE. (1962), S.224-236.
- BMLV - Bundesministerium für Landesverteidigung* (Hrsg.): Netz- und Koordinatenmeldung. DIENSTVORSCHRIFT FÜR DAS BUNDESHEER. ALLGEMEINER GEFECHTSDIENST. (1987), S. 62-69.
- BMLV - Bundesministerium für Landesverteidigung* (Hrsg.): DIENSTBEHELF FÜR DAS BUNDESHEER. DAS ÖSTERREICHISCHE BUNDESMELDENETZ. (1991).
- Fasching, G. L.:* Das Österreichische Bundesmeldegitter. Ein digitales geographisches Bezugssystem für regionale Daten. MITTEILUNGEN UND BERICHTEN. Salzburger Institut für Raumforschung. (1973), 2, S. 48-77.
- Fasching, G. L.:* Oberst (Dkl VIII) i. R. Ing. August Zewedin. MITTEILUNGEN DER ÖSTERREICHISCHEN GEOGRAPHISCHEN GESELLSCHAFT. (1985), 137, S.459 – 462.
- Fasching, G. L.:* MILITÄRKARTEN. ÖSTERREICHISCHE MILITÄRKARTOGRAPHIE 1694 BIS 1987. In: BEV (Hrsg.). AUSSTELLUNGSKATALOG ZUR GLEICHNAMIGEN AUSSTELLUNG IM BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN VON 30. NOVEMBER BIS 17. DEZEMBER 1987. Wien: BEV (1987), S.3-7.
- Fasching, G. L.:* Wehr- und Militärgeographie in Österreich unter besonderer Berücksichtigung des Kartenwesens. ÖSTERREICH IN GESCHICHTE UND LITERATUR MIT GEOGRAPHIE. Wien: Institut für Österreichkunde 32, (1988), 6, S.355-380.
- Häusler, H.:* Grundlagen für eine taktische Boden- und Untergrundkarte: Bodenbefahrbarkeit. INFORMATIONEN DES MILITÄRISCHEN GEO-DIENSTES. (1985), 41, S.1-70.
- Mang, R.:* Zur Terminologie geographischer Raumbezeichnungen in Österreich. ÖSTERREICH IN GESCHICHTE UND LITERATUR MIT GEOGRAPHIE. Wien: Institut für Österreichkunde. 28, (1984), 4, S.264 – 278.
- Mang, R. und J. Aschenbrenner:* Die neue „Österreichische Militärkarte 1:50.000 (ÖMK50)“. TRUPPENDIENST 30, (1991), 9, S.538-542.
- Schramm, J.-M.:* Wehr- und Militärgeologie - ein Instrument der Landesverteidigung. ÖSTERREICHISCHE MILITÄRISCHE ZEITSCHRIFT 16, (1978), S.224-230.
- Zewedin, A.:* Der militärgeographische Dienst in der Landesverteidigung. TRUPPENDIENST 1. (1961), 1, S.24-25.
- Zewedin, A.:* KARTENKUNDE I. Wien: Herold. (1992).

Internationale Homogenisierung Kartographischer Daten

Bernhard Jüptner, Wien

Zusammenfassung

Die heutige Gesellschaft unterliegt seit einigen Jahren grundlegenden Änderungen. Grenzen verlieren oder verändern ihre Bedeutung, Globalisierung kennzeichnet die Entwicklung. Diesem Wandel können sich Geobasisdaten und kartographische Daten nicht entziehen. Aktuelle Auslöser für die Homogenisierung von raumbezogenen Daten in Europa sind vor allem die Europäische Union, die an gleichartigen Daten in allen Ländern der Union interessiert sind, sowie die NATO, die weltweit auf ein einheitliches Bezugssystem aufbaut. Darüber hinaus beeinflusst die Entwicklung des GPS (Global Positioning System) die Kartographie, da Karten oftmals Visualisierungsbasis für thematische Sachverhalte sind, die mit GPS erfaßt wurden.

Die Homogenisierung kartographischer Daten betrifft jedoch nicht nur die geometrische Frage (Referenzellipsoid, Geodätisches Datum, Höhenbezug, Kartennetzentwurf), sondern in besonderem Maße auch die Modellierung (Erfassungsgeneralisierung) und Symbolisierung (Zeichenschlüssel) der räumlichen Sachverhalte. In vermehrtem Maße treten aber auch Fragen der Nomenklatur, des Datenzugriffs, der Nutzungsrechte und wirtschaftliche Aspekte in den Mittelpunkt der Vereinheitlichung. Der folgende Beitrag soll generell auf die Problemstellung aufmerksam machen. Zur Erläuterung werden einige Aspekte speziell aus europäischer Sicht dargestellt. Beispiele von der Situation Österreichs zu seinen Nachbarländern im mittleren Maßstabbereich (1:50.000) ergänzen den Beitrag. Es werden keine allgemeinen Lösungen der Problematik erörtert.

Abstract

Today's society has been undergoing basic changes for several years now. Borders are losing their importance or changing their meaning and development is characterized by globalization. Geobasic data and cartographic data are not beyond this changes. Foremost, it is the European Union and NATO, which currently touch off the process of homogenizing spatial related data in Europe. Beyond that, cartography is influenced by the development of the GPS (Global Positioning System). The process of homogenizing cartographic data not only affects the geometric problem (reference ellipsoid, geodetic datum, height reference, map projection) but to an increasing extent also modelling (generalization of surveys) and symbolizing (map legend) of spatial situations. Increasingly, the problems of nomenclatura, access to data, use and economic aspects are getting to the focus of unification.

1 Einleitung

Am Ende des 20. Jahrhunderts erleben wir einen revolutionären Umbruch mit weitreichenden Folgen für Gesellschaft, Politik und Wirtschaft. Bisher unabhängige Regionen wachsen politisch, wirtschaftlich und kulturell zusammen, Grenzen verändern ihre Bedeutung. Betrachtungen und Aufgabenstellungen über die nationalen Grenzen hinweg werden zur Regel. Internationale Vereinbarungen und Verträge binden die einzelnen Nationen zunehmend an eine gemeinsame Vorgangsweise. Neue Aufgaben (z.B. Navigation, Planung) verlangen globale, homogene Grundlagen. Schließlich will man - motiviert durch überall vorgegebene Einsparungsziele - den Aufwand bei der Kartenherstellung minimieren und Doppelarbeiten vor allem im Staatsgrenzgebiet vermeiden. Dies erfordert aber einheitliche Datengrundlagen zur Verarbeitung und Visualisierung raumbezogener Daten. Dieses Streben nach internationaler Homogenisierung prägt daher auch das Umfeld der Geobasisdatenproduktion und der Kartographie.

In Europa gibt es zwei politische Auslöser für diese Entwicklung. Einerseits ist es die Europäische Union die bestrebt ist, in ihrer gesamten Einflußsphäre einheitliche Datengrundlagen zur Verfügung zu haben. Dies betrifft sowohl Topographische- und Thematische Daten als auch räumliche Bezugseinheiten (z.B. Definition verwaltungstechnischer Gliederungen) und zugehörige Statistiken. Andererseits ist es die NATO, die ihre Kartographischen Produkte auf das geozentrische gelagerte Referenzellipsoid GRS80 sowie die weltweit standardisierte UTM-Projektion („Universale Transversale Mercator Projektion“) aufbaut. Alle Mitgliedstaaten der NATO sowie die Mitglieder des NATO – Programms „Partnerschaft für den Frieden“ sind verpflichtet, zwecks Kompatibilität und Interoperabilität ihre militärischen Kartenwerke im gemeinsamen System herzustellen (Jüptner u. Zill 1999).

Das weltweit verfügbare Global Positioning System (GPS) ist ein weiterer Grund für die Vereinheitlichung. Datenerfassung für die unterschiedlichsten Zwecke wird vermehrt mittels dieser Technologie durchgeführt. GPS arbeitet mit dem geozentrischen Referenz Frame WGS84 (World Geodetic System 1984) (Imrek 1999). Trotz der für kartographische Genauigkeitsanforderungen relativ einfach zu realisierenden Transformationsmöglichkeiten in nationale Bezugssysteme ist es naheliegend, die Verwaltung und Visualisierung im gleichen System wie dem der Messung durchzuführen.

Die Homogenisierung der Daten betrifft jedoch neben geometrischen Aspekten (Referenzellipsoid, Geodätisches Datum, Kartennetzentwurf, Höhenbezugssystem) auch zahlreiche andere Fragestellungen:

- Modellierung (Regeln der Erfassungsgeneralisierung: z.B. Auswählen, Klassifizieren, Zusammenfassen)
- Kartographische Symbolisierung (Zeichenschlüssel) und Gestaltungsmerkmale (z.B. im Siedlungsbereich Einzelhaus-/Teilblock-/Gesamtumrißdarstellung)
- Kartenkonzeption (Blattschnitt, Maßstab)
- Rechtliche (z.B. Nutzungsrechte), wirtschaftliche (z.B. Preisgestaltung) und technische Aspekte (z.B. bei digitalen kartographischen Daten der Datenzugriff und Datenformate)

2 Geometrische Vereinheitlichung

Eine wesentliche Barriere für internationale kartographische Aktivitäten in Europa stellen derzeit die von Land zu Land unterschiedlichen und zum Teil ungenügend definierten geodätischen Bezugssysteme dar. In Deutschland sind aufgrund der jahrzehntelangen Trennung für kartographische Anwendungen sogar zwei Systeme gleichzeitig in Verwendung. Eine

Vereinheitlichung der amtlichen, topographischen Kartenwerke innerhalb des zusammenwachsenden Europas wird daher immer dringender notwendig. Der geometrische Aspekt stellt dabei eine zentrale Frage dar, wobei die unterschiedlichen Rotationsellipsoide, Geodätische Daten, Projektionen und Höhen Bezugssysteme zu beachten sind.

Um dreidimensionale Koordinaten von Punkten der Erdoberfläche bestimmen und mit ihnen rechnen zu können ist zuerst einmal die Definition eines Referenzkörpers erforderlich. Dies erfolgt in Form eines Rotationsellipsoids (Angabe einer Halbachse und der Abplattung). Die Dimensionen dieses Körpers sind jedoch alleine nicht ausreichend für eine Koordinatenfestlegung. Darüber hinaus ist auch die Lage des Ellipsoides zum Erdkörper maßgeblich (Fröhlich 1998). Sie wird durch einen sogenannten Fundamentalpunkt (Bestimmung von ellipsoidischer Breite und Länge; Geoid und Referenzellipsoid berühren sich) und von geodätischen Meßgrößen (astronomischen Azimuts, Maßstab) festgelegt. Durch geschichtliche Entwicklungen bedingt (teilweise bis in das 19. Jahrhundert zurückreichend) und um das eigene Staatsgebiet möglichst gut darstellen zu können sind zahlreiche Ellipsoide definiert und unterschiedlich gelagert worden. So wird etwa sowohl in Österreich als auch im ehemaligen Westdeutschland das Bessel-ellipsoid verwendet. Dennoch sind darauf bezogene Koordinaten nicht vergleichbar, da beide Systeme unterschiedliche Lagerung aufweisen (siehe Tabelle 1).

Staat	Bezugsellipsoid	Fundamentalpunkt
Deutschland-W	Bessel 1841	Potsdam (Rauenberg)
Deutschland-O	Krassowski 1942	Pulkowo bei Leningrad
Italien	Hayford	Rom, Monte Mario
Österreich	Bessel 1841	Hermannskogel
Schweiz	Bessel 1841	Bern (Sternwarte)
Slowakei		
Slowenien	Bessel 1841	Hermannskogel
Tschechische Republik	Bessel 1841	
Ungarn	IUGG GRS1967	Szölöhegy

Tabelle 1: Geodätische Daten der Nachbarländer Österreichs

Rechtwinkelige ebene Koordinaten wiederum hängen von der Wahl des Kartennetzentwurfes und den damit verbundener Parameter ab. Die Gauß-Krüger Abbildung etwa ist zwar in einigen europäischen Staaten zu finden, es werden jedoch unterschiedliche Mittelmeridiane gewählt (Österreich bezieht sich z.B. auf Ferro) und verschiedene Streifenbreiten verwendet (siehe Tabelle 2). Dadurch ergibt sich ein weiterer Aspekt für Differenzen in der Bezugsgrundlage.

Staat	Kartennetzentwurf
Deutschland-W	Gauß-Krüger, 3° Streifen (6°, 9°, 12°, 15°)
Deutschland-O	Gauß-Krüger, 6° Streifen
Italien	UTM
Österreich	Gauß-Krüger, 3° Streifen (10°20', 13°20', 16°20') (UTM, 6° Streifen - 28°, 31°, 34° bez. Ferro)
Schweiz	Winkeltreue, schiefachsige Zylinderprojektion
Slowakei	
Slowenien	Gauß-Krüger, 3°15' Streifen
Tschechische Republik	Konforme Kegelabbildung von Krovak
Ungarn	

Tabelle 2: Kartennetzentwürfe der amtlichen topographischen Karten mittleren Maßstabs in den Nachbarländern Österreichs.

Ein weiterer Aspekt der geometrischen Vereinheitlichung ist das Höhenbezugssystem. Genau genommen handelt es sich, je nach verwendeter Höhendefinition um ein geometrisch/physikalisches Problem. Die Ausgangspunkte von Höhenbezugssysteme sind auf das Mittelwasser bestimmter Küsten bezogen. Aus historischen Gründen werden dafür in den einzelnen Ländern unterschiedliche Bezugspegel herangezogen (Tabelle 3). Da viele Länder aber keinen direkten Zugang zum Meer besitzen, wird oft eine Höhenmarke als tatsächlicher Ausgangspunkt für Höhenmessungen verwendet. Durch die unterschiedlichen Höhenfestlegungen ergeben sich für Punkte an den Grenzen von Österreich zu seinen Nachbarländern Höhendifferenzen von bis zu 60 cm, innerhalb Europas betragen die Differenzen bis zu einigen Metern. Bei Genauigkeitsanforderungen für Höhenkoten in Karten mittleren Maßstabs von ca. 1 m ist das bereits eine nicht mehr zu vernachlässigende Größenordnung.

Staat	Bezugspegel
Deutschland-W	Amsterdamer Pegel (Nordsee) - (Normal Null)
Deutschland-O	Kronstädter Pegel (St. Petersburg – Baltisches Meer)
Italien	Adria bei Genua
Österreich	Adria bei Triest (Molo Sartorio)
Schweiz	Pegel Marseille
Slowakei	Kronstädter Pegel (St. Petersburg – Baltisches Meer)
Slowenien	Adria bei Triest (Molo Sartorio)
Tschechische Republik	Kronstädter Pegel (St. Petersburg – Baltisches Meer)
Ungarn	Kronstädter Pegel (St. Petersburg – Baltisches Meer)

Tabelle 3: Höhenbezugssysteme der Nachbarländer Österreichs

Der Koordinatenwert eines Punktes der Erdoberfläche hängt also nicht nur von der Größe des Ellipsoids ab, sondern auch von seiner Lagerung sowie der Definition des Kartennetzentwurfes. Die Transformation von Koordinaten zwischen unterschiedlichen Bezugssystemen ist in einem mehrstufigen Verfahren möglich. Beim Übergang zwischen zwei Referenzsystemen ist dabei eine 5- bzw. 7 – Parametertransformation anzuwenden.

3 Modellierung

Eine wesentliche Anforderung bei der Herstellung und Fortführung eines Kartenwerkes ist die einheitliche Bearbeitungsweise. Das bedeutet, daß Gleiches in der Natur im Kartenbild immer gleich dargestellt werden soll. Dazu werden die betroffenen Objekte der Landschaft vom Topographen identifiziert, nach speziellen Vorgaben klassifiziert und generalisiert. In der amtlichen Topographie und Kartographie gibt es umfangreiche Festlegungen und Vorschriften, wie die einzelnen Objekte bei der Erfassung zu modellieren (Erfassungsgeneralisierung) und anschließend zu symbolisieren sind. Im deutschen Sprachraum sind das:

- Österreich: „Technische Weisungen zum Zeichenschlüssel der ÖK50.“ (BEV 1995)
- Schweiz: „Kommentar zur Zeichenerklärung für die topographischen Landeskarten 1:25.000, 1:50.000 und 1:100.000.“ (Bundesamt für Landestopographie 1999)
- Deutschland: „Gestaltungsgrundsätze für die amtlichen topographischen Karten.“ (Landesvermessungsamt Baden-Württemberg 1995)

Aus den natürlichen und anthropogenen Objekten der realen Welt entstehen durch verschiedene Prozesse Modelle in Form von digitalen Daten oder analogen Karten. Es ist aber dabei wesentlich, zwischen der rein geometrischen (z.B. geometrische Vereinfachung) und der thematischen Generalisierung (z.B. Bildung von Objektklassen) zu unterscheiden. In einem vereinfachter modelltheoretischen Ansatz läßt sich dies folgendermaßen darstellen: Der Fachexperte erhebt in unterschiedlicher Form (Vermessen, Messen, Kartieren, etc.) die für ihn relevanten Sachverhalte und bildet so ein Primärmodell seiner Thematik (Erfassungsgeneralisierung). Daraus erzeugt der Kartograph durch Generalisieren (Kartographische Generalisierung) und Symbolisierung ein sekundäres Modell, die analoge oder digitale Karte. Der Nutzer wiederum bildet sich daraus seine Vorstellung der realen Welt – das tertiäre Modell.

Im folgenden sind einige Beispiele für unterschiedliche Modellierungen amtlicher topographischer Daten aus Österreich, der Schweiz und Deutschland angeführt:

1) Unterschiedliche Klassifizierungsgrundsätze

Die Klassifizierung der Verkehrswege erfolgt in den einzelnen Staaten nach unterschiedlichen Kriterien. Für das Objekt „Straße“ sind sie folgendermaßen definiert:

In Österreich sind die Verbindungsbedeutung, der Zustand und Qualität des Ober- und Unterbaues sowie der Kunstbauten (Durchfahrtsbreite und Belastbarkeit von Brücken, innere Lichte von Tunnels, etc.) und die Fahrbahnbreite von Bedeutung. Die verwaltungstechnische Gliederung der Verkehrswege (Bundes-, Landes-, Gemeindestraßen), die Besitzverhältnisse und Verkehrsbeschränkungen kommen dagegen nicht zur Geltung. Es wird unterschieden zwischen „Autobahnen“, „Autobahnen im Teilausbau“, „Straßen 1.Ordnung“, „Straßen 2. Ordnung“, „Straßen 3. Ordnung“, „Fahrwegen“ und „Traktorwegen“ („Karrenwegen“), „Ortsdurchfahrt“, „Breite Ortsgasse“, „Mittlere Ortsgasse“, „Schmale Ortsgasse“.

In Deutschland hingegen werden für die Klassifizierung der Ausbauzustand, die Verkehrsbedeutung, ihre Leistungsfähigkeit und die gesetzliche Einteilung herangezogen. Es werden „Autobahnen“, „Europastraßen“, „Autobahnen in Bau“, „Bundesstraßen“ bzw. „Hauptstraßen (1A)“, „Nebenstraßen (1B)“, „Befestigte Fahrwege (II)“, „Wirtschaftsweg, Feld- und Waldweg (III); Ziehweg“, „Ortsstraßen – Durchgangsstraßen, -Hauptstraßen, -Nebenstraßen“ und „Hochstraßen“ unterschieden.

In der Schweiz wiederum sind vor allem der Ausbauzustand (Breite der tragfähigen Schicht, Steigung, Kurvenradius), die Verkehrsbedeutung und in geringem Maße auch das graphische Bild (Belastung des Karteninhalts durch gleichartige Elemente) von Bedeutung. Außerdem beeinflussen Beschränkungen und Sperren die Klassifizierung. Eine definierte Mindestlänge bestimmt, ob ein Objekt erfaßt wird oder nicht. Es wird zwischen „Autobahnen“, „Autostraßen“, „1. Klasse Straßen“, „2. Klasse Straßen“, „Quartierstraßen“, „3. Klasse Straßen“, „Fahrweg“, und „Velo-, Karr-, Saumweg“ unterschieden.

Die unterschiedliche Anzahl der Klassen sowie die verschiedenen Klassenarten zeigen die Differenzen in der Modellbildung in den dargestellten Staaten.

2) Unterschiedliche Definitionen vergleichbarer Klassen

Zwischen vergleichbaren Objektklassen gibt es markante Definitionsunterschiede. Am Beispiel der „Straße 1. Ordnung“ und ihren Äquivalenten ist dies deutlich erkennbar.

Österreich: Straße 1. Ordnung sind „Hauptstraßen, die auf Grund ihrer Verkehrs- und Verbindungsbedeutung wichtige Regionen erschließen. Dazu zählen auch Autostraßen. Die Mindestbreite beträgt 5,5 m.“ (BEV 1995).

Schweiz: 1. Klasse Straßen: „Sie muß mindestens 6 m breit sein (innerhalb der weißen Randlinien), was heißt, dass zwei Lastwagen praktisch auf der ganzen Strecke ungehindert kreuzen können, einzelne Engpässe – z.B. in Ortschaften können vorkommen. Sie weist einen gut unterhaltenen Belag und ausgeglichene Steigung auf. Autobahnzubringer gehören immer in diese Kategorie. Minimallänge 1 km.“ (Bundesamt für Landestopographie 1999).

Deutschland: Bundesstraßen bzw. Hauptstraßen (IA) sind Straßen des durchgehenden Verkehrs, Fahrbahnbreite mindestens 6 m. Die Bundesstraßen werden mit ihren Nummern versehen. (Landesvermessungsamt Baden-Württemberg 1995).

3) Unterschiedliche Bedeutung von Begriffen

Unterschiede gibt es auch in der Bedeutung von Begriffen. So ist z.B. die „Landesgrenze“ in Österreich und Deutschland die Grenze des jeweiligen Bundeslandes, während in der Schweiz damit die Staatsgrenze gemeint ist.

4) Einzelheiten der Darstellung

Tabelle 4 zeigt am Beispiel von Einzelheiten der Gewässerdarstellung zwei Modellierungsprobleme im Zusammenhang mit der Homogenisierung auf: Einerseits sind es die Unterschiede bei der Anzahl und Auswahl der darzustellenden Objekte, andererseits sind es die unterschiedlichen Bezeichnungen von Objekten (z.B. Kläranlage/Abwasserreinigungsanlage).

Österreich	Schweiz	Deutschland
Laufkraftwerk mit Schiffsschleuse	Elektrizitätswerk mit Schaltstation	Flußkraftwerk, Überlaufwerk
Staumauer, Staudamm, Talsperre (ohne Weg; Weg; mit Straße)	Staumauer	Talsperre (Erddamm; Mauerwerk)
Brunnen	Brunnen	Brunnen
Quelle	Quelle	Quelle
Zisterne	Zisterne; Zisterne gedeckt	-
Wasserturm	Wasserturm	Wasserbehälter
Reservoir (Brunnenstube, Wasserschloß)	Reservoir	-
Aquädukt	-	-
Stollenfenster	-	-
Oberirdische Wasserleitung, Druckleitung	Druckleitung (einfach, mehrfach)	-
Unterirdische Wasserleitung, Druckleitung	Druckleitung unterirdisch	-
Freibad	Schwimmbad	Bad
Hallenbad	-	-
Wasserfall	Wasserfall	Wasserfälle
Furt	-	Furt
Sandbank	-	Sandbank, Kies- und Geröllflächen
Rollfähre	Autofähre	Fähren (Eisenbahnfähre; Wagenfähre; Personenfähre)

Pegel	-	-
Wildbachverbauung, Sandkasten	Bachverbauung, Flussverbauung	-
Richtung des Wasserlaufes	-	-
Schleuse, Wehr, Holzrechen, Sohlstufe	Wehr	Wehr
-	-	Siel- oder Stauschleuse
Bruchufer	-	-
Überfuhr	-	-
(siehe Laufkraftwerk)	-	Schiffsschleuse
Sperrwerk	-	Sperrwerk: bei breiten-, bei schmalen Wasserläufen, Flutschleuse
Uferböschung	-	-
Leitwerk	-	-
Buhne	-	Buhnen
Schutzdamm	-	-
Stützmauer	Ufermauer	Uferbekleidung (Mauer)
Kaimauer	-	-
-	-	Mole
-	Hafen	-
Schiffsstation, Landungsbrücke	Schiffsstation	Anlegestelle
-	-	verk
-	-	Schiffahrtszeichen (Bake; Feuerschiff; Leuchtturm, Leuchtfeuer; Riff, Stein, Fels; Schiffbarkeitszeichen)
Kläranlage	Abwasserreinigungsanlage	Kläranlage

Tabelle 4: Vergleich der Einzelheiten der Gewässerdarstellung zwischen Österreich, Deutschland und der Schweiz

5) Unterschiedliche Klassenbildung

Die Kennzeichnung der Bedeutung von Objekten kann durch Variation der Schrift durchgeführt werden. Bei der Siedlungsdarstellung wird die Abstufung der Schrift für die Klassifizierung nach der Siedlungsbedeutung und der Einwohnerzahl verwendet. In Österreich und der Schweiz entstehen dadurch z.B. unterschiedliche Mengen von Objektklassen.

Österreich:

- Stadt: mehr als 100.000 Einwohner
- Stadt: 50.000 bis 100.000 Einwohner
- Stadt: 10.000 bis 50.000 Einwohner
- Stadt: 2.000 bis 10.000 Einwohner
- Stadt: weniger als 2.000 Einwohner
- Markt bzw. Hauptorte der Marktgemeinde: mehr als 10.000 Einwohner
- Markt bzw. Hauptorte der Marktgemeinde: 2.000 bis 10.000 Einwohner
- Markt bzw. Hauptorte der Marktgemeinde: weniger als 2.000 Einwohner
- Dorf: mehr als 2.000 Einwohner
- Dorf: 300 bis 2.000 Einwohner
- Dorf, Siedlung, Rotten, Weiler und zerstreute Häuser: weniger als 300 Einwohner und mind. 4 Häuser
- Einzelgebäude, Gehöfte, Weiler: max. 9 Häuser

Schweiz:

- Stadt: über 50.000 Einwohner
- Stadt: 10.000 bis 50.000 Einwohner
- Politische Gemeinde: 2.000 bis 10.000 Einwohner
- Politische Gemeinde: unter 2.000 Einwohner
- Ort, Ortsteil, Quartier: über 2.000 Einwohner
- Ort, Ortsteil, Quartier: 100 – 2.000 Einwohner
- Weiler, Häusergruppe: 50 – 100 Einwohner
- Einzelhaus, Hof, Hütte

6) Schreibweise Geographischer Namen

Nicht zu vergessen ist schließlich die Kartenschrift als wesentlicher erläuternder Karteninhalt. Im Zusammenhang mit der Homogenisierung geht es dabei einerseits um die Klassifizierung von Objekten denen bei der Symbolisierung eine bestimmte Schriftausprägung zugewiesen wird, andererseits um die einheitliche Schreibweise geographischer Namen. Erschwerend ist bei der zweiten Fragestellung die Umsetzung in mehrsprachigen Regionen (Kretschmer et. al. 1997).

4 Symbolisierung

Aufgabe des Kartographen ist es, die entsprechend den Modellierungsvorschriften erfaßten Sachverhalte für den Kartennutzer lesbar und interpretierbar aufzubereiten. Dazu bedient er sich der Hilfsmittel der Symbolisierung und Generalisierung, um maßstäblich verkleinerte Objekte darstellen zu können. Die Ausprägung der Signaturen (vor allem Form und Größe) hat dabei einen wesentlichen Einfluß auf den Grad der kartographischen Generalisierung. Bei der amtlichen Topographie ist die Symbolisierung streng vorgegeben. Der Zeichenschlüssel ordnet den ausgewählten topographischen Objekten ganz bestimmte Signaturen zu. Entsprechende Beschreibungen findet man in den im Kapitel 3 erwähnten Vorschriften sowie in den jeweiligen Zeichenerklärungen der einzelnen Topographischen Kartenwerke (BEV 1998; Bundesamt für Landestopographie 1998; Landesvermessungsamt Baden-Württemberg 1995). Abbildung 1 zeigt einige Beispiele für unterschiedliche Symbolisierungen in Österreich, Schweiz und Deutschland.

Bezeichnung in der ÖK50	Österreich	Deutschland	Schweiz
Normalspurbahn mehrgleisig			
Seilbahn			
Karenweg			
Bildstock			

Abb. 1: Symbolisierung ausgewählter Objekte in den amtlichen Topographischen Karten mittleren Maßstabes in Österreich, Deutschland und der Schweiz – vergrößert auf ca. 1 : 25.000.

Mit den heutigen digitalen Methoden ist es relativ einfach, die Symbolisierung den individuellen Ansprüchen bzw. Homogenisierungsanforderungen anzupassen. Vor allem bei Verwendung von Vektordaten lassen sich besonders die graphischen Variablen „Farbe“, „Tonwert“, „Füllung“ und „Richtung“ der einzelnen Signaturen variieren. Bei Veränderungen der Variablen „Größe“ und „Form“ sind die Grenzen dort gegeben, wo die Generalisierung beeinflusst wird.

Unter der Voraussetzung einer gleichen geodätischen Bezugsgrundlage und gleichartiger Modellierung lassen sich also unterschiedliche Symbolisierungen (soweit sie in den graphischen Variablen „Größe“ und „Form“ ähnlich sind) bei Verwendung von Vektordaten relativ einfach angleichen.

5 Rechtliche, wirtschaftliche und technische Aspekte

5.1 Rechtliche Aspekte

Kartographische Daten genießen in den verschiedenen Staaten in unterschiedlicher Form und Intensität Rechtsschutz gegen unerlaubte Nutzung. Die Europäische Union hat erkannt, daß diese unterschiedlichen Schutzniveaus in den Mitgliedstaaten den Wettbewerb behindern bzw. verzerren. Aus diesem Grund wurde eine EU-Richtlinie über den rechtlichen Schutz von Datenbanken festgesetzt (96/9/EG vom 11. März 1996). In Österreich wurde diese durch eine Novelle des Urheberrechtsgesetzes (BGBl. I Nr. 25/1998) mit 1. Jänner 1998 umgesetzt. Da alle EU-Mitgliedsländer verpflichtet sind, Richtlinien in nationales Recht umzusetzen, ist damit vor allem im Zusammenhang mit kartographischen Datenbanken eine Vereinheitlichung des Urheberrechtes im größten Teil Europas erreicht. Im Zusammenhang mit dem Internet ergeben sich jedoch neue Aspekte, die mehr im Bereich der Kontrolle der Nutzungsrechte als in der unsicheren Rechtslage liegen.

5.2 Wirtschaftliche Aspekte

Im Zusammenhang mit Preispolitik sind zwei Aspekte zu nennen. Einerseits ist es die unterschiedliche Preispolitik und Preisgestaltung in den europäischen Ländern. Diese erschwert die Realisierung von Projekten, die über nationale Grenzen hinausgehen. In Deutschland liegt die Kompetenz über die Vermessung im Bereich der Bundesländer. Es gibt daher dort – auch in Bezug auf Preisgestaltung - keine Einheitlichkeit. Andererseits sind es die prinzipiell unterschiedlichen Ansätze in der Preispolitik in Europa und Amerika. Während bei uns die hohen Kosten für Datenerfassung und –aktualisierung in den Mittelpunkt gestellt werden, gelten Daten in Amerika als Teil einer Infrastruktur, die vom Staat allen Bürgern zu möglichst günstigen Konditionen zur Verfügung gestellt werden.

5.3 Technische Aspekte

Proprietäre Datenformate waren bis vor kurzer Zeit ein wesentliches Hindernis für den Austausch digitaler Daten. Einerseits durch nationale und internationale Bemühungen zur Schaffung von Normen und Standards (z.B. ÖNORM A2261 – Objektschlüsselkatalog für den digitalen Austausch von Geo-Daten; ISO/TC211 – Geographic Information/Geomatics), andererseits durch die zunehmende Offenheit von EDV – Systemen für Fremddaten sind in diesen Belangen aber in den vergangenen Jahren große Fortschritte erreicht worden. Die „Open GIS“ – Bewegung vereinigt Forschung, Hersteller und Anwender, um möglichst große Austauschbarkeit zwischen den unterschiedlichen Informationssystemen zu erreichen.

Der Zugriff zu kartographischen Daten ist heute noch relativ mühevoll und uneinheitlich. Die Anforderungen an die Online – Verfügbarkeit nimmt dagegen rasch zu (z.B. Map Server für Navigationssysteme). Es ist also erforderlich, in Zukunft Kartengrundlagen diesem Bedarf

entsprechend zumindest europaweit einheitlich zur Verfügung zu stellen. Das Internet als Distributionsmedium könnte dabei einen Teil der Bedürfnisse abdecken.

6 Ausblick

In Europa wird die Vereinheitlichung raumbezogener Daten durch das auch international verwendete UTM (Universal Transversal Mercator) – System, aufbauend auf dem internationalen, geozentrisch gelagerten, Ellipsoid GRS80, angestrebt. In Österreich sind durch verschiedene Maßnahmen bereits einige Schritte in Richtung Homogenisierung Kartographischer Daten unternommen worden. Aufgrund des Beitritts Österreichs zum Pfp – Programm wurde einerseits die geometrische Grundlage der Österreichischen Militärmkarte 1 : 50.000 (OMK50) dem UTM – System angepaßt (Zierhut 1998). In weiterer Folge wird auch die zivile Ausgabe innerhalb eines Fortführungszyklus von 7 Jahren in das neue System umgestellt (Jüptner u. Zill 1999). Andererseits wurde in einem gemeinsamen Projekt mit der Bundesrepublik Deutschland ein neuer, für den Mitteleuropäischen Raum einheitlicher Zeichenschlüssel für die Militärmkarte 1 : 250.000 (OMK250) im UTM – Blattschnitt entworfen. Derzeit liegt in Österreich ein Kartenblatt mit dieser neuen Symbolisierung vor. Falls die Vorschläge von anderen Staaten übernommen werden, wäre es in Zukunft möglich, bei grenzüberschreitenden Blättern nur mehr das eigene Staatsgebiet zu bearbeiten und die Daten für den Auslandsanteil durch Datenaustausch zu erhalten.

Ein von der EU initiiertes Projekt betrifft die Vereinheitlichung administrativer Grenzen in Europa. Österreich ist gemeinsam mit 25 anderen Staaten am Aufbau von SABE (Seamless Administrative Boundaries of Europe) beteiligt. Ebenso arbeitet das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen bei der Herstellung des Map Level 1 (Vector Smart Map) – Datenbestandes von Österreich mit. VMap Level 1 ist ein internationaler standardisierter Datenbestand, der für militärische Anwendungen weltweit flächendeckend aufgebaut wird.

Hinsichtlich zukünftiger Entwicklungen des Urheberschutzes in der EU auch im Zusammenhang mit dem Internet hat sich die Kommission in einem sogenannten Grünbuch mit dem Titel „Urheberrecht und verwandte Schutzrechte vom 19.7.1995 (KOM(59) 382 endg, CB-CO-95-421-DE-C) befaßt.

Neben Politischen Initiativen von EU und NATO sind es die nationalen staatlichen Institutionen selbst, die an gemeinsamen Vorgangsweisen interessiert sind. CERCO (Comité Européen des Responsables de la Cartographie Officielle) ist ein Zusammenschluß der staatlichen kartographischen Institutionen Europas. CERCO startet, fördert und unterstützt Aktionen, die zur Schaffung von europäischen geographischen Basisdaten sowie europäischen Standards führen (GI2000 Initiative, MEGRIN GIE Programme, einheitliche geodätische Referenzsysteme, etc.). MEGRIN GIE (Multi-Purpose European Ground-Related Information Network) ist eine Organisation, die durch zahlreiche staatliche kartographische Institutionen repräsentiert wird. Sie festigt die Erfüllung der Anforderungen des pan-europäischen digitalen kartographischen Datenmarktes durch den einfachen Zugang und die Bereitstellung von Informationen und digitalen kartographischen Basisdaten aus den staatlichen Kartographischen Institutionen. Die Gewährleistung eines besseren Zugriffs zu den Daten für europäische Anwendungen durch erfolgreiche Bereitstellung entsprechender benutzerorientierter Produkte und Dienstleistungen ist eine Kernaufgabe dieser Organisation. Ein langfristiges Ziel ist die Schaffung von qualitativ hochwertigen pan-europäischen Datenbeständen, die auf den Daten der staatlichen Institutionen aufbauen. Auf Initiative von MEGRIN wurde die Metadatenbank

GDDD (Geographical Data Description Directory) eingerichtet (www.megrin.org/GDDD) und eine Machbarkeitsstudie für die Schaffung eines europäischen topographischen Datensatzes für den Maßstab 1 : 250.000 in technischer als auch kommerzieller Hinsicht in Hinblick auf die Anforderungen des Marktes durchgeführt (PETIT - Pathfinder towards the European Topographic Information Template).

Literatur

BEV: TECHNISCHE WEISUNGEN ZUM ZEICHENSCHLÜSSEL DER ÖK50. (1995)

BEV: ZEICHENSCHLÜSSEL FÜR DIE ÖSTERREICHISCHE KARTE 1 : 50.000. Wien (1998)

BEV: FESTSCHRIFT 75 Jahre BEV. Wien (1999)

Bundesamt für Landestopographie: ZEICHENERKLÄRUNG UND WEITERE INFOR. ZU DEN LANDESKARTEN DER SCHWEIZ. (1998)

Bundesamt für Landestopographie: KOMMENTAR ZUR ZEICHENERKLÄRUNG FÜR DIE TOPOGRAPHISCHEN LANDESKARTEN 1:25.000, 1:50.000 und 1:100.000. (1999)

Fröhlich, H.: Koordinaten und Höhen – Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft. MITTEILUNGSBLATT DVW-BAYERN, Heft 4 (1998). S. 451 – 462.

Imrek, E.: GPS UND ÖK 50. www.bev.gv.at (in Vorbereitung)

Jüptner, B. und V. Zill: Die Österreichische Karte 1 : 50.000 im neuen kartographischen Umfeld. In: ÖSTERR. ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNG UND GEOINFORMATION (1999), Heft 1, S. 2 – 12.

Kretschmer, I., H. Desoye und K. Kriz: Kartographie und Namenstandardisierung. WIENER SCHRIFTEN ZUR GEOGRAPHIE UND KARTOGRAPHIE (1997), Band 10.

Landesvermessungsamt Baden-Württemberg: MUSTERBLATT FÜR DIE TOPOGR. KARTE 1 : 50.000. 1995.

Zierhut, H.: Die neuen Österr. Militärkartenwerke. EICH- UND VERMESSUNGSMAGAZIN (1998), 88. S. 5 – 10.

DIGMAP – Zehn Jahre danach

Johannes Kribbel, München

Zusammenfassung

Das vor knapp 10 Jahren am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik entwickelte Programmpaket „DIGMAP“ wurde im Rahmen des „Atlas Ost- und Südosteuropa“ erfolgreich für die digitale Kartenoriginalherstellung eingesetzt. Softwareentwicklung hat in der Praxis (obwohl hier viele widersprechen würden) viele evolutionäre Züge an sich, und in diesem Sinne ist DIGMAP (so wie ein hoher Prozentsatz aller Vertreter der Gattung „Programme“) bald nach der Geburt wieder „ausgestorben“. Dieser Artikel versucht in groben Zügen aufzuzeigen, was sich in den letzten zehn Jahren auf dem Gebiet der Informatik alles getan hat und wie ein modernes DIGMAP heute aussehen könnte.

Abstract

DIGMAP is a software package designed for creating thematic maps and fair draughts which was developed at the Institute of Cartography at the Technical University of Vienna about 10 years ago. It was successfully used for publishing parts of the “Atlas of Eastern and Southeastern Europe”. Software development is an evolutionary process (although many people may disagree here) and using this vocabulary DIGMAP (like many other members of the species “programs”) became “extinct“ after some years. This article tries to briefly identify what happened in the field of computer sciences in the last ten years and how a modern DIGMAP would look like nowadays.

1 Einleitung

DIGMAP war ein experimentelles Programmpaket zur Erzeugung digitaler thematischer Karten, das in den Jahren 1988-1992 am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der Technischen Universität Wien im Rahmen eines mehrjährigen wissenschaftlich-technischen Kooperationsvertrages unter der Leitung von Prof. Dr. Fritz Kelnhofer mit dem Österreichischen Ost- und Südosteuropa-Institut entwickelt wurde. Obwohl in vielen Details kommerziellen GIS-Systemen ähnlich, sollte DIGMAP vor allem kartographische Anforderungen erfüllen, d.h. der Fokus lag nicht etwa in eventuellen räumlichen Analysen, sondern auf dem Erstellen und Bearbeiten von thematischen Karten mit dem Ziel des Erzeugens von Kartenoriginalen mit Hilfe eines hochwertigen Laser-Rasterplotters. Diese Vorgaben wurden vor allem für die Herstellung eines Teils des „Atlas Ost- und Südosteuropa“ (AOS) verwirklicht.

Der vorliegende Artikel reflektiert, was aus heutiger Sicht und mittlerweile langjähriger Erfahrung des Autors anders konzipiert werden würde bzw. was bereits damals schon modern war. Unterschiede zum heutigen Standard sind in den Gebieten Hardware, Software und Methodik festzustellen.

2 DIGMAP

Die ersten „Vorfahren“ von DIGMAP entstanden aus dem Mangel an geeigneter Software zum Digitalisieren von kartographischen Daten. Nach erfolgter Entwicklung eines geeigneten Programmkernes folgten nach und nach weitere Module für im Zusammenhang mit der Erfassung, Manipulation und Verwaltung von kartographischen Daten stehende Aufgaben. Schließlich gab die sich neu eröffnende Möglichkeit, hochwertige Ausgaben von Kartenoriginalen auf Film mittels eines SCITEX Laser-Rasterplotters durchzuführen, den Ausschlag, ein umfassendes System zur Kartenoriginalherstellung zu implementieren.

Architektur

Im Endausbau bestand DIGMAP aus folgenden Modulen:

- Kernel: die eigentliche Verarbeitungsebene
- Database: permanente Speicherung der Geometrie und Daten in einer relationalen Datenbank (ORACLE)
- Graphics: Graphikmodule auf Basis der UNIRAS-Software
- Digitizer: graphische Eingabe mit Digitalisiertischen und -tablets
- User Interface: kommandozeilenorientierte Benutzerschnittstelle mit SQL-Elementen und Programmierbarkeit auf LISP Basis
- Export- und Import-Schnittstellen (z.B. für ERDAS, ARC/INFO)

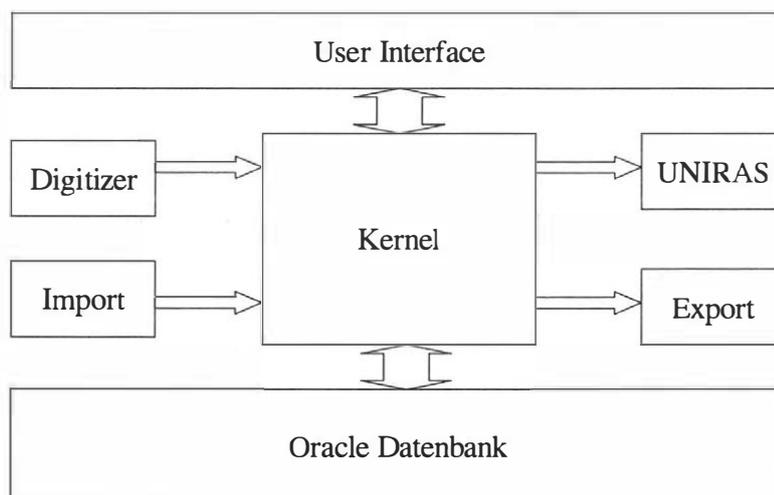


Abb. 1: Architektur von DIGMAP

Datenseitig hatte DIGMAP ein relativ modernes Objektkonzept. Jedes Objekt hatte Geometrie und Attribute und entsprach im weitesten Sinn einem Datensatz in einer relationalen Datenbank. Die grundlegenden Objekttypen waren dabei Symbole (Punkte) und Segmente (Linien). Mit diesen einfachen Elementen konnten Gruppierungen aufgebaut werden, und eine geometrische Fläche war nichts anderes als die Gruppe der sie begrenzenden Linien. Attribute zu solchen

Objekten waren nichts anderes als Spalten in relationalen Tabellen und waren damit einfach erweiterbar und zu bearbeiten. Vordefinierte Attribute enthielten Informationen zur visuellen Darstellung der Objekte wie z.B. Linienstärke und -farbe, diese wurden aber meist in Form eines Objektschlüsselkataloges ausgelagert.

Das eher spartanische User-Interface umfaßte einfache Kommandos, wobei diese in vielen Fällen um Elemente der relationalen Abfragesprache SQL erweitert wurden. Um ein Gewässernetz darzustellen, war z.B. folgende Eingabe notwendig: „draw /color=blue where typ='GEWAESSER'“. Kommandos konnten zu Batches zusammengestellt werden, und komplexe Karten wurden damit quasi programmiert.

Später wurde DIGMAP um einige Teilsysteme erweitert. Kommandos konnten anfangs nur streng sequentiell abgearbeitet werden, danach verhalf ein LISP-Interpreter DIGMAP zu einer eigenen Makrosprache. Um auch komplizierte Signaturen für thematische Karten erstellen zu können, wurde es um eine interpretierte Pascal-ähnliche Sprache namens SIGI erweitert. SIGI konnte mittels Turtle-Graphics alle möglichen Dinge wie Balken- und Kreisdiagramme oder auch Windrosen darstellen. Letztendlich wurde sogar noch im Rahmen einer Diplomarbeit (Hammerle 1992) ein Modul für Liniensignaturen (LISI) eingebunden.

Technisch war DIGMAP damit zum Zeitpunkt des „Erwachsenwerdens“ (bzw. dem Abschluß der Entwicklungsphase) eine heterogene Ansammlung von Softwaremodulen, teils in FORTRAN, PASCAL und C geschrieben, mit annähernd 50.000 Lines of Code (der Source paßte übrigens noch bequem auf eine der damals üblichen 720kB Disketten). DIGMAP war zudem tief in das Betriebssystem VAX/VMS eingebunden und lief auf keiner anderen der damals schon verfügbaren Plattformen.

Alles in allem war es mittels DIGMAP möglich, auch komplexen auftretenden Symbolisierungs- und Signaturierungswünschen bei der Erstellung thematischer Karten vollständig zu entsprechen, sodaß eine ausschließlich digitale Erstellung von Kartenoriginalen diversester Karten möglich war. Zusammengefaßt konnten mit DIGMAP folgende Funktionalitäten abgedeckt werden:

- Interaktive Erfassung von Geometrie (Punkte, Linien und Flächen) über Digitizer
- Zuordnung von Sachattributen zu Graphikobjekten
- Zuordnung von Graphikattributen (Farbe, Symbole und Muster) nach Sachattributen klassifiziert
- Dynamische Punktsignaturen mit Parametrierung
- Dynamische Liniensignaturen
- Import/Export von Geometriedaten (ARC/INFO und ERDAS)
- Hintergrundrasterbilder im ERDAS Format
- Hochwertige Rasterausgabe im Scitex-Format

3 Hardware

Kaum ein technisches Gebiet hat im letzten Jahrzehnt eine so rasante Entwicklung hinter sich wie die Computer-Hardware. Die übliche Lebensdauer einer Prozessor-Generation hat sich mittlerweile auf vielleicht nicht einmal zwei Jahre verkürzt.

3.1 Plattform

DIGMAP wurde damals auf Basis einer MicroVAX unter dem Betriebssystem VMS entwickelt, einer Plattform, die fast vollständig vom Markt verschwunden ist. Heute ist jeder PC aus dem

Consumer-Bereich in technischer Hinsicht und Geschwindigkeit der MicroVAX haushoch überlegen (was aber übrigens nicht zwingend für die Stabilität und Qualität der darauf laufenden Software gilt).

Die Zeit von 1989-1992 war an sich geprägt vom langsamen Übergang von Mainframes zu Client/Server Systemen mit verteilten, eigenständigen Personal Computern und Datenbanken, meist auf Basis von Unix-Betriebssystemen. Durch den hohen Administrationsaufwand von PCs geht heute der Trend aber wieder zurück zu mehr zentralistischen Architekturen mit sogenannten „dummen“ Clients und Einsatz von Applikationsservern auf Basis eines Intranets.

Heute würde man also sicher vermeiden, Software von irgendwelchen Plattformen abhängig zu implementieren, sei es durch Wahl von plattformunabhängigen Komponenten oder vielleicht auch durch Verwendung von z.B. Java als Entwicklungssprache, um den gegebenen heterogenen EDV-Landschaften gerecht zu werden. Um bei unserer Analogie zur Evolution zu bleiben, bewahrheitet sich hier wieder die Tatsache, daß hoch spezialisierte Arten nur schwer mit geänderten Umweltfaktoren zurechtkommen.

3.2 Graphik

Auch hinsichtlich der Graphik wurden damals die vektororientierten Geräte aus dem CAD-Bereich, wie z.B. Tektronix-Terminals, mehr und mehr durch die heute üblichen Geräte auf Rasterbasis ersetzt. DIGMAP basierte aufgrund der damaligen Gegebenheiten noch eher auf dem vektororientierten Ansatz, war aber zumindest durch die Verwendungen der Graphik-Middleware UNIRAS flexibel und für einen notwendigen Wechsel vorbereitet.

Die schon damals nicht mehr aktuellste Hardware forderte dem DIGMAP-Benutzer einige Geduld ab. Digitalisieren und Datenerfassung lag zwar noch im erträglichen Rahmen, aber die endgültige Ausgabe im Rasterformat (damals noch direkt auf ein Magnetband im Scitex-Format) dauerte einige Stunden und war ein typischer Nachtjob. Ging etwas schief, mußte man am nächsten Tag alles wiederholen.

3.3 Peripherie

Genauso fatal war das Fehlen eines schnellen Prüfungsverfahrens, was man heute mit einem A0-Tintenstrahldrucker einfach bewerkstelligen könnte. Damals konnten die Karten nur am Bildschirm geprüft werden. Es gab zwar Elektrostatplotter für solche Aufgaben, die aber entsprechend teuer in der Anschaffung waren.

Die letzte zu nennende Hardwarekomponente ist der Digitalisiertisch. Hier gibt es zwar auch heute technisch kaum etwas Neues, aber die Methodik als solche ist schon fast in Vergessenheit geraten. In den meisten Fällen ist es viel effizienter, Vorlagen einfach einzuscannen und dann mehr oder weniger halbautomatisch am Bildschirm mit der Maus zu digitalisieren.

4 Software und Methodik

Auch in der Softwaretechnik hat sich in den letzten 10 Jahren einiges getan, wenn auch nicht mit derselben Geschwindigkeit wie in der Hardware. Zum einen wäre da die oben schon erwähnte Abkehr von den zentralen Mainframe-Lösungen hin zu Client-Server-Systemen oder der in letzter Zeit aktuellen Multi-Tier Architektur, wo zudem Applikationslogik und User-Interface getrennt werden. DIGMAP hätte hier aufgrund der frühen Entscheidung für das relationale Datenbanksystem Oracle gute Karten gehabt und war in diesem Bereich vielen der damaligen

Systeme voraus. Für ESRI war die transaktionslose Datenbank INFO immer ein gewisser Klumpen am Bein, von dem sie sich erst vor kurzem mit der „Spatial Database Engine“ (SDE) lösen konnte.

Zum anderen haben objektorientierte Ansätze die Softwareentwicklung ebenso revolutioniert, und programmtechnisch wäre DIGMAP heutzutage sicher von Anfang an objektorientiert konzipiert worden. Trotz solcher völlig anderen Interna bei gleicher Funktionalität wäre in einem modernen DIGMAP eine neue graphische Benutzeroberfläche die auffälligste Neuerung.

4.1 User Interface

Zur Zeit der Entwicklung von DIGMAP kamen die ersten Windows Systeme auf den Markt. Unter UNIX war X-Windows schon einige Zeit verfügbar, der Atari glänzte mit GEM, und für PC's begannen die ersten Microsoft Windows-Versionen an Aktualität zu gewinnen. Heute ist es fast unvorstellbar, daß neue Software ohne graphische Benutzerführung erstellt wird und ein neues DIGMAP würde sich also mit der gleichen Funktionalität dem Benutzer völlig anders darbieten.

Nichtsdestotrotz war damals die Aufteilung auf einen Graphik- und einen Befehls-Bildschirm sicher keine schlechte Entscheidung, um die Übersicht zu wahren. Viele sich überlappende Fenster sind auch keine optimale Arbeitsumgebung, und Alternativen wie im Oberon-System mit geteilten Bereichen sind nicht unattraktiv. Unbestreitbar aber sind die Vorteile einer Maus und einer kontextabhängigen Menüführung. Auch eine bessere Online Hilfe hätte DIGMAP nicht geschadet.

Eine Oberfläche vergleichbar der von ESRI ArcView wäre in einem modernen DIGMAP wohl unabdingbar. Ansatzweise waren ja auch schon das Layerkonzept und viele andere Funktionalitäten enthalten, mußten aber immer quasi ausprogrammiert werden.

4.2 Objekte

Die Methodik der Softwareentwicklung hat sich im letzten Jahrzehnt durch objektorientierte Konzepte radikal geändert. Waren damals noch Prozeduren und Daten vollständig getrennt, so wäre ein neues DIGMAP in dieser Hinsicht sicher wesentlich moderner. Heute versucht man, Daten und Methoden zu verbinden und - übertrieben formuliert - Daten quasi mit lokaler Intelligenz auszustatten. Solche Eigenschaften und Methoden sollen vererbbar und überlagert werden können.

Objekte können dadurch flexiblere Attribute als Eigenschaften und Methoden wie Sich-Selbst-Zeichnen aufweisen. In einer fiktiven Makrosprache wäre vielleicht ein „for each obj in karte(„map1“) { obj.draw } order by obj.layer“ vorstellbar.

Der einzige diesbezügliche und zugegebenermaßen recht kleine Ansatz in DIGMAP war die an sich prozedurale Sprache SIGI zur Signaturerstellung, die man mit etwas gutem Willen auch als objektorientiertes Modul zum Darstellen von Signaturen sehen kann. Jedes Symbol beinhaltete damit nämlich neben den individuellen Daten als Parameter für die Darstellung auch die eigene Darstellungsvorschrift.

4.3 Datenpersistenz

Ebenfalls für die damaligen Verhältnisse relativ modern war die zumindest zeitweise Verwendung der Oracle-Datenbank zur persistenten Speicherung aller Objekte in sogenannten BLOBS (Binary Large Objects). Dadurch war DIGMAP komplett transaktionsorientiert, und viele Probleme ließen sich dadurch von vornherein vermeiden. Erst später wurde die eigentliche

Geometriehaltung in BLOBS aus Performance Gründen wieder abgeschafft, aber das Konzept der Transaktionen wurde beibehalten und war für den Benutzer transparent.

Heute haben sich die relationalen Datenbanken in jeder Hinsicht durchgesetzt, und BLOBS sind für viele Anwendungen ein modernes Konzept. Ich wage sogar die Prophezeiung, daß letztendlich sogar die eigentlichen Betriebssysteme von den RDBMS abgelöst oder zumindest mit ihnen verschmelzen werden. Die Dateien eines Filesystems könnten schließlich genauso gut in einer Datenbank-BLOB liegen wie graphische Objekte, Bilder und warum nicht auch Karten.

4.4 Topologie

Ein anderes Thema, das auch heute noch in Diskussion ist, ist der Begriff der Topologie. Die ersten Pre-Versionen von DIGMAP waren insofern primitiv, daß die graphischen Objekte untereinander nicht in Beziehung standen. Beispielsweise existierten zwei geschlossene Polygone trotz gemeinsamer Grenzen unabhängig voneinander und wollte man die gemeinsame Grenze ändern, mußten eigentlich zwei Linien editiert werden, was aber glücklicherweise für den Benutzer transparent war. Erst später wurde auch in DIGMAP die übliche Knoten-Kanten Struktur implementiert, wo Linien und Punkte miteinander in Beziehung stehen und jede Linie eine Fläche zur Linken und eine zur Rechten hat.

Interessanterweise geht der Trend heute wieder zurück, und moderne Konzepte zur Abspeicherung von geographischen Daten verzichten bei der Speicherung auf komplexe topologische Konstrukte. Vielmehr wird jede Fläche als eigenständiges Objekt in der Datenbank abgelegt. Der Vorteil besteht in der Trennung der persistenten Daten und ihrer Beziehungen. Die Datenbank konzentriert sich auf die eigentliche Speicherung und auf effiziente Zugriffsmethoden durch die Implementierung spezieller zweidimensionaler Indizierungen (z.B. die Oracle Spatial Option).

Die Topologie selbst ist Sache des Clients geworden, und auch der Topologiebegriff wird heute offener und anwendungsspezifischer gesehen. Eine Topologie kann im Falle eines Gewässernetzes z.B. bedeuten, daß ein Fluß eben nicht im Kreis fließen kann. In einem Stromnetz dürfen keine Hochspannungsleitungen mit Niederspannungsteilen direkt verbunden sein oder, um ein bißchen kartographischer zu werden, Höhenlinien dürfen sich nicht berühren (ausgenommen vielleicht bei Felsüberhängen). Es gäbe aber auch weitaus komplexere Zusammenhänge zwischen verschiedenen Objekttypen. Straßen und Flüsse dürften z.B. nicht übereinander liegen, bei der Visualisierung soll das Gewässernetz den Vorrang haben, die Straße muß um die Linienstärke verschoben werden, und bei auftretenden Schnittpunkten muß ein Brückensymbol erscheinen. All diese Erfordernisse gehen weit über die Möglichkeiten einer traditionellen Knoten-Kanten-Struktur hinaus.

Lösen kann man solche Probleme durch neue objektorientierte Ansätze und dynamische Regeln, die Objekte eigenständig ausführen. Das Erfassen einer Stromleitung könnte nur erfolgreich abgeschlossen werden, wenn eben alle solchen spezifischen Regeln erfüllt sind. Objekte müßten demnach ihre eigenen Methoden beinhalten. In einem gewissen Sinn kann man solche Vorgehensweisen auch mit „Triggern“ in herkömmlichen relationalen Datenbanken vergleichen.

Die Firma ESRI hat solche Ideen vor noch nicht allzu langer Zeit mit ARC/INFO Version 8 und mit dem Produkt SDE implementiert.

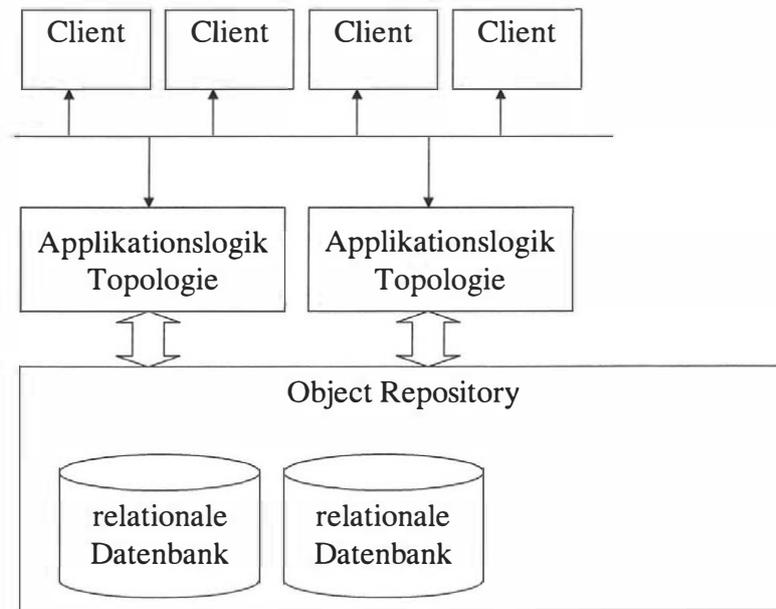


Abb. 2: Skalierbare Architektur mit Applikationslogik-Ebene

4.5 Softwareentwicklungsmethodik

Um zum Bild der (Software-) Evolution zurückzukehren, kann man ein Programm aber auch nicht ganz von seiner Entstehungsgeschichte und damit der Entwicklungsmethodik loslösen. Aus heutiger Sicht scheinen die meisten vermeidbaren Fehler in diesem Bereich gemacht worden zu sein, indem ohne richtiges Softwareentwicklungskonzept, wohl aber mit konkreten Zielvorstellungen programmiert wurde. Diese Art einer evolutiven Softwareentwicklung mag zwar (und hat in dem vorliegenden Fall auch) zu Ergebnissen führen, war aber - im Nachhinein betrachtet - sicher nicht besonders effizient. Anders gesagt, hatten wir als Kartographen auf dem Gebiet des Software-Engineering natürlich nicht viele Erfahrungen sammeln können. Das aber war damals nur natürlich, da ja in der Informatik gerade erst die technologischen Voraussetzungen für digitale Graphik geschaffen wurden und mit den damaligen Ressourcen auch nicht mehr machbar war.

Neben Software-Engineering war auch der Begriff Projektmanagement eher ein Fremdwort in der Kartographie. Aus heutiger Sicht waren also klassische Anfängerfehler bei der Entwicklung von DIGMAP involviert, insbesondere die nicht ausführlich genug durchgeführte gebotene Anforderungsanalyse. Resultat war, daß in den Anfangsphasen mehrfach neu mit der Programmierung begonnen wurde (eben evolutiv!). Auf eine Testphase wurde größtenteils verzichtet, und DIGMAP gehörte sicher nicht zu den stabilsten Vertretern der Spezies Software, obwohl der Autor der Meinung ist, daß es sich durchaus mit einigen der auch heute erhältlichen Produkte in dieser Hinsicht messen könnte.

DIGMAP war auch von Anfang an nie als professionelles Werkzeug geplant und immer nur als Experiment gedacht. Damals gab es zur Eigenentwicklung eigentlich auch keine Alternativen, obwohl z.B. ARC/INFO am Institut zur Verfügung stand, aber in der Version 5 nicht die

kartographischen Anforderungen einer hohen Graphikauflösung zur Kartenoriginalherstellung erfüllen konnte.

Ein weiterer Punkt war sicher auch, daß die programmiertechnische Ausführung von DIGMAP zum überwiegenden Teil vom Autor alleine umgesetzt wurde und zudem der Sourcecode zu wenig dokumentiert wurde. Ein Schicksal, das übrigens in der EDV-Welt auch viele andere Projekte ereilte und auch heute noch oft genug passiert. Nach meinem Verlassen des Instituts ist es wahrscheinlich auch deshalb zu keiner Weiterentwicklung gekommen, abgesehen davon, daß mit der Intergraph-Software einige Jahre später auch eine geeignete Alternative zur Verfügung stand.

Auch wenn man jemals an eine Vermarktung gedacht hätte, wäre das mit den Ressourcen eines Hochschulinstitutes nicht möglich gewesen. Der Autor hatte Gelegenheit eine Reihe von Projekten kennenzulernen, wo ausgezeichnete und qualitativ hochwertige Software erstellt wurde, die aber an fehlendem Marketing und Vertrieb gescheitert sind. Ohne professionelle Methoden läßt sich Software nicht vermarkten, gleich ob sie gut oder schlecht ist, und das erklärt meiner Meinung nach z.B. auch den Erfolg von Microsoft.

5 Fazit

Obwohl DIGMAP im Zuge unserer „Evolution“ von Software wieder verschwunden ist, hat es dennoch zu einigen erfolgreichen Projekten beigetragen und darüberhinaus als experimentelles System zu neuen Erkenntnissen und Know-How in der digitalen Kartographie für das Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik geführt.

An dieser Stelle würde ich noch gerne Prof. F. Kelnhofer, der das kartographische Know-how zu dem Projekt lieferte und – um das Bild der Evolution ein letztes Mal zu strapazieren – quasi in „Symbiose“ mit mir DIGMAP entwickelte, und den Mitarbeitern des Instituts für Kartographie und Reproduktionstechnik für die damalige Unterstützung und Hilfe danken. Die Möglichkeit der Umsetzung von DIGMAP war einer der Grundsteine meiner späteren beruflichen Laufbahn, und ich habe vieles aus dieser Zeit in angenehmer Erinnerung behalten.

Literaturverzeichnis

- Egenhofer, M.*: SPATIAL QUERY LANGUAGES, PhD thesis, Orono, University of Maine. (1989).
ESRI Environmental Systems Research Institute: ARC/INFO GIS Descriptions, Redlands, California. (1999).
ESRI Environmental Systems Research Institute: ArcView User Manual, Redlands, California. (1999).
Hammerle, H.: GENERIERUNG KARTOGRAPHISCHER LINIENMUSTER, Diplomarbeit, TU Wien, Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik. (1992).
Kelnhofer, F. & J. Kribbel: ATLAS OST- UND SÜDOSTEUROPA (AOS)- PHOTOMECHANISCHE UND DIGITALE KARTENORIGINALHERSTELLUNG, Geowissenschaftliche Mitteilungen Heft 39, TU Wien. (1991).
Kribbel, J. & F. Kelnhofer: DIGMAP – A TOOL FOR MAKING MAPS, EuroCarto IX, Proceedings, Warschau, S.88-95. (1991).

Beitrag der Kartographie und Geoinformation zur GIS-basierten Verkehrsplanung in Israel und Palästina

Dieter Morgenstern, Bonn

Zusammenfassung

Ein trilaterales Projekt unter der Beteiligung von Forschern aus Palästina, Israel und Deutschland beschäftigt sich mit der Entwicklung und Anpassung von GIS-basierten Modellen und GIS-Werkzeugen für eine ressourcenschonende Verkehrsplanung in einem regionalen Kontext, der wegen seiner hohen Dynamik und der politischen Rahmenbedingungen besondere Anforderungen an die Flexibilität der einzusetzenden Methoden stellt. Mit modernen, auf Objektmodellen basierenden GIS-Werkzeugen soll die für die ganzheitliche Verkehrsplanung erforderliche Verknüpfung vielfältiger, strukturell heterogener Daten ermöglicht werden. Durch die Homogenisierung der räumlichen Daten wurden vorhandene Klaffungen in den aus unterschiedlichen Systemen stammenden Geometriedatenbeständen beseitigt beziehungsweise auf ein akzeptables Mindestmaß reduziert, um eine konsistente Datenbasis für nachfolgende Verkehrsplanungen aufbauen zu können. Die Bereitstellung eines orthorektifizierten Satellitenbildmosaiks ermöglichte darüber hinaus eine zusätzliche Verifikation der vorausgegangenen Homogenisierungsprozesse, so daß auf der Grundlage dieses Datenbestandes weitere Informationsebenen erfaßt und implementiert werden konnten.

Abstract

The DFG Project "GIS-Based Models and GIS-Tools for Sustainable Transport Planning in Israel and Palestine" is bringing together Israeli, Palestinian and German researchers for joint scientific efforts. Especially in this region transport planning is a highly political issue and directly linked to other sensitive issues such as security, settlements and bypass roads. The most important task of cartography and geoinformation was the development of an integrated and homogeneous database providing all data required for computer-based transport planning in Israel and the West Bank. It was considered to use MOMS-data as a source for spatial information. Due to the technical problems of the MIR-Station the project partners decided to use SPOT-scenes as an alternative. This task was fulfilled in the phase 1 of the project and today the integrated database consists of a digital terrain model at a very high level of detail and accuracy and an integrated and homogeneous road network database containing all major Israeli and Palestinian roads in the study area derived from several partial network databases of different origins, coordinate systems and precision.

1 Vorgeschichte

Noch ganz im Eindruck der „Osloer Verträge“ kam Ende 1994 die politische Idee auf, Sonderforschungsmittel bereitzustellen, um Forscher aus Palästina, Israel und Deutschland zur wissenschaftlichen Zusammenarbeit anzuregen und somit einen deutschen Beitrag zum Friedensprozeß im Nahen Osten zu leisten. Mit der Exekutive wurde die DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) beauftragt, wodurch zum einen der hohe Begutachtungsstandard wie für alle DFG-Projekte und zum anderen die Abwicklungsrichtlinien der DFG für Forschungsbeihilfen zur Anwendung kamen.

Die inhaltliche Vorschlagsinitiative ergriffen israelische Institutionen, die zunächst 21 Forschungsdisziplinen nominierten, von denen drei Bereiche mit starkem Anwendungsbezug und besonderer Relevanz für den Nahen Osten – insbesondere für die palästinensischen Gebiete – ausgewählt wurden: Medizin, Landwirtschaft sowie Geoinformationssysteme (GIS). Zum Bereich GIS legte die Hebrew University, Jerusalem Anfang 1995 elf Projektvorschläge vor, die in vier Bereiche gruppiert werden konnten: Wassermanagement, Transportplanung und Luftverschmutzung, Umwelt und biologische Ressourcen sowie Archäologie.

Eine weitere Konkretisierung und Abschätzung der Realisierungschancen erfolgte durch eine Reise einer DFG-Delegation nach Israel und Palästina im August/September 1995. Daraus resultierten Anfang 1996 zwei Anträge für Forschungsbeihilfen, von denen der Antrag zur ressourcenschonenden Verkehrsplanung bewilligt wurde. Die trilaterale Forschergruppe dieses Projektes startete im März 1997 mit ihrer Arbeit. In ihr haben sich Mitglieder des Department of Geography der Hebrew University Jerusalem, der School of Applied Science der Hebrew University Jerusalem, des Applied Research Institute Bethlehem, des Instituts für Raumplanung der Universität Dortmund, des Instituts für Umweltwissenschaften der Hochschule Vechta und des Instituts für Kartographie und Topographie der Universität Bonn zusammengefunden.

2 Zielsetzung des Projektes

Ziel der trilateralen Kooperation ist es, GIS-basierte Modelle und GIS-Tools zu entwickeln und anzupassen, damit sie eine ressourcenschonende Verkehrsplanung in einer Region mit diesbezüglich besonderem Schwierigkeitsgrad nachhaltig unterstützen. Das räumliche Anwendungsgebiet (Abbildung 1) stellt wegen seiner hohen Dynamik und der politischen Rahmenbedingungen besonders hohe Anforderungen an die Flexibilität der einzusetzenden Methoden. Moderne GIS-Werkzeuge, die auf Objektmodellen basieren, sollen die Verknüpfung strukturell, inhaltlich und geometrisch heterogener Daten ermöglichen und diese für eine umfassende Verkehrsplanung bereitstellen. Insofern sind drei Aufgaben in diesem Projekt zu lösen:

- Ressourcenschonung setzt eine Quantifizierung und Minimierung der toxischen Auswirkungen des rasch zunehmenden Verkehrsaufkommens auf die Luftqualität voraus. Dabei ist der wesentliche Aspekt der ozonbildende Prozeß.
- Des weiteren sind Methoden, Daten und Werkzeuge zu entwickeln, die nachhaltig eine GIS-basierte Planung neuer Straßen durch die palästinensischen Behörden unterstützen.
- Schließlich müssen für eine zweckorientierte, topologisch basierte Homogenisierung der verfügbaren Datenbestände Werkzeuge zur Verfügung stehen, in denen bekannte Methoden der geometrischen Kartenverbesserung weiterentwickelt sind.

Zu Beginn des Projektes im März 1997 wurde nur die West Bank und ein anschließender Grenzstreifen zu Israel als Arbeitsgebiet festgelegt. Es zeigte sich aber schnell, daß für die Verkehrs- und Emissionsmodellierung das Gebiet auf einen breiteren Streifen bis zum Mittelmeer unter Einbeziehung des Gaza-Streifens ausgedehnt werden mußte. Die Modellierung und Homogenisierung der unterschiedlichen Datenbestände eines wesentlichen Teils dieses Gebietes war zentrales Thema der ersten Projektphase, die im März 1999 abgeschlossen wurde. Insbesondere über die Bedeutung der Homogenisierung für das Projekt und die Lösung dieser Aufgabe wird nachfolgend berichtet.

3 Stellung von Kartographie und Geoinformation im Forschungsprojekt

GIS werden von den meisten Herstellern zur Lösung spezieller Fragestellungen angeboten und insofern werden GIS-basierte Werkzeuge und Methoden vom Anwender für eine abgegrenzte Aufgabe eingesetzt. Die Anwendung beschränkt sich auf Daten, die jeweils nur einen regional und inhaltlich stark eingeschränkten Realweltausschnitt modellieren. Die Folge sind eine Fülle autonomer, heterogener Systeme und die daraus resultierenden Defizite bezüglich der Verknüpfung heterogener Datenbestände und Methoden. Diese wiederum ist unabdingbare Voraussetzung für die raumbezogene Planung. Im Kontext des hier vorgestellten Forschungsvorhabens offenbart sich dieses praktische Problem in besonderer Schärfe wegen des konkreten regionalen Anwendungsszenarios, das durch eine Heterogenität der zu integrierenden Daten und Systeme sowie durch eine hohe Dynamik von Entwicklungs- und Umbruchprozessen charakterisiert ist.

Der Kartographie und Geoinformation stellten sich deshalb im Rahmen dieses Vorhabens zwei zentrale Aufgaben:

- Bereitstellung objektorientierter Modelle, die eine Integration vorhandener und noch zu erhebender Daten (insbesondere topographischer und sozio-demographischer Daten sowie Schadstoffmessungen) sicherstellen,
- Anpassung und Verallgemeinerung vorhandener Methoden der räumlichen Homogenisierung zur Beseitigung von Klaffungen in den vorhandenen Geometriedatenbeständen, um eine konsistente Datenbasis für die Straßenneuplanung verfügbar zu haben.

Die Verknüpfung thematisch und räumlich sehr unterschiedlicher Daten zum Generieren verkehrsplanerischer Empfehlungen kann nur durch den Einsatz moderner Modellierungsmethoden erreicht werden. Dazu bieten sich im Bereich der semantischen Datenmodellierung objektorientierte Ansätze an, die es erlauben, komplexe Strukturen von Realweltobjekten angemessen zu repräsentieren. Deshalb werden von einer objektorientierten Modellierung neue

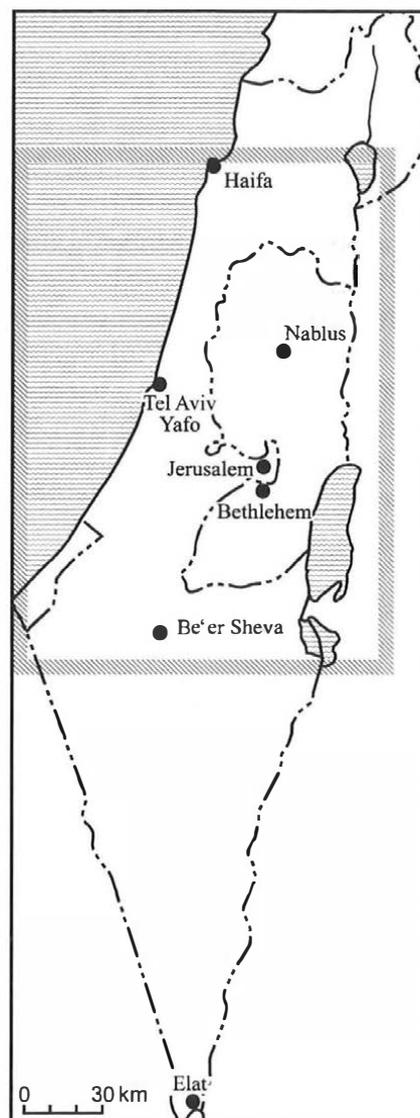


Abb. 1: Arbeitsgebiet

Möglichkeiten der flexiblen Verknüpfung heterogener Daten erwartet. Darauf wiederum ist eine ganzheitliche Analyse der Ursachen und Auswirkungen straßenbasierter Transportmittel angewiesen, weil sie die topographischen Daten mit sozio-demographischen Faktoren, Verhaltensmustern von Bevölkerungsgruppen, quantitativen Beschreibungen von Verkehrsflüssen u.a. verknüpfen muß. Strategischer Ansatz für diese Modellbildung wurde die Integration der in Deutschland fortgeschrittenen – in Teilen bereits objektbasierten – topographisch-kartographischen Modellbildung ATKIS in objektorientierte Modellierungstechniken und Systeme der Informatik. Eine Konzentration der Forschungsaktivitäten fand daher in den Bereichen der semantischen beziehungsweise objektorientierten Datenmodellierung statt, durch die sich komplexe Problemstellungen – z.B. die der raumbezogenen Verkehrsplanung – in ausreichendem Maße beschreiben und – darauf aufbauend – lösen lassen. Weitere Forschungsansätze verfolgen die Erweiterung objektorientierter Datenmodelle um regelbasierte Ansätze zur Planungsunterstützung. Hier konnten auf der Grundlage ausgereifter nationaler Erfahrungen modernste Modellierungstechniken für die Verkehrsgeographie zur Verfügung gestellt werden.

Für die Durchführung raumbezogener Planungsverfahren ist die Verfügbarkeit homogener Basisdatenbestände unabdingbar. Erst über einen einheitlichen Raumbezug können fachübergreifend Informationen verknüpft und einer gemeinsamen Auswertung zugeführt werden. In diesem Zusammenhang kommt GIS die Aufgabe zu, die Interoperabilität raumbezogener Informationen, wie sie beispielhaft in der Verkehrsplanung notwendig ist, über die Bereitstellung einer homogenen raumbezogenen Informationsbasis zu erreichen. Insbesondere die Auswahl und Planung der Verkehrsstrassenführung wurde im Anwendungsgebiet durch heterogene Daten erschwert, wobei sich das digitale Geländemodell (DGM) als besonderer Problemfall zeigte. Die Lösung erforderte die Weiterentwicklung von Techniken der Homogenisierung, wie sie besonders am Institut für Kartographie und Topographie der Universität Bonn entwickelt wurden. Speziell mit dem Aufbau der ALK-Datenbestände in Deutschland sind Verfahren für die Generierung eines homogenen Datenbestands erforscht und zur Praxisreife gebracht worden. Diese Verfahren lassen sich unter dem Oberbegriff der „Geometrischen Verbesserung inhomogener Katasterkarten“ subsumieren. Sie schaffen digitale, geometrisch richtige Katasterkarten als Grundlage verschiedener raumbezogener Anwendungen. Allen Verfahren gemeinsam ist die restklaffungsfreie Einpassung digitalisierter Vektordaten in das Landessystem sowie die nachbarschaftstreue Realisierung geometrischer Bedingungen. Unterschiede ergeben sich in den eigentlichen Verfahrenslösungen. Hier wird zwischen mehrstufigen Ansätzen, bestehend aus numerischen Interpolationsverfahren für die Homogenisierung und statistischen Ausgleichsverfahren für die Bedingungsungleichungen, sowie geschlossenen Blockausgleichsmodellen, die diese Ansätze ebenfalls enthalten, unterschieden. Terlingen (1994) verwendet als mathematisches Modell das der Prädiktion und Filterung. Es handelt sich auch hier um einen mehrstufigen Ansatz, bei dem die eingesetzte Bayes-Statistik den Informationsfluß zwischen den einzelnen Verfahrensschritten optimal sicherstellt. Eine Übertragung dieser Verfahren auf topographische Karten bietet sich zwar an, wurde aber erstmalig in diesem Projekt systematisch untersucht.

4 Bedarf und Angebot an Daten

Die Zielsetzung des Projektes impliziert hohe Anforderungen an die erforderlichen Informationen. Konkret besteht ein Bedarf an folgenden Daten:

- Topographische Daten, insbesondere ein digitales Geländemodell, bei dem zumindest in Teilbereichen hohe Anforderungen an Auflösung und Genauigkeit gestellt werden,
- Daten über die vorhandenen Verkehrsnetze,
- Daten über Verkehrsflüsse in einer hinreichend feinen raum-zeitlichen Auflösung,
- sozio-demographische Daten als Basis für die Abschätzung der Entwicklung des Verkehrsbedarfs,
- Schadstoffdaten und atmosphärische Daten in einer raum-zeitlichen Auflösung, die die Verknüpfung mit den verkehrsbezogenen Daten und den Emissionsdaten zuläßt.

Der in der Realität vorhandene gemeinsame Raumbezug dieser Informationen wird in den verfügbaren Daten der Region durch jeweils unterschiedliche Strukturen im Kontext heterogener räumlicher Modelle repräsentiert. Verkehrsnetze werden durch Vektordaten und Graphen dargestellt. Emissions- und Schadstoffdaten werden ebenso wie atmosphärische Daten an unregelmäßig verteilten Punkten in unterschiedlichen zeitlichen Auflösungen erhoben und zu rasterförmigen Daten extrapoliert. Sozio-demographische Daten erhalten ihren Raumbezug durch Geo-Referenzierung zu flächenhaften Strukturen, die auf Basis von Vektordaten dargestellt werden. Das digitale Geländemodell schließlich ist durch Höhenlinien, Dreiecksnetze oder andere Strukturen dargestellt. Neben dieser systematischen Heterogenität des Raumbezugs existieren zahlreiche Unterschiede in Bezug auf Formate, Auflösung, Bezugssysteme und Aktualität.

Die einzusetzenden GIS-Werkzeuge mußten die Zusammenführung dieser heterogenen Datenbestände in geeigneten Strukturen und Formaten gewährleisten. Die unterschiedlichen Modelle des Raumbezugs mußten ineinander überführt oder zumindest aufeinander bezogen werden. Dies begründet die Notwendigkeit der Transformation und Homogenisierung. Als Randbedingung mußte dazu – weil verkehrsplanerische Anwendungen im Vordergrund des Projektes stehen – wo immer möglich auf etablierte Standardwerkzeuge (ArcInfo, Erdas, EMME/2) aufgesetzt werden. Nur wenn die Anforderungen dieses Vorhabens an die bedarfsgetriebene Homogenisierung mit den angebotenen Funktionalitäten dieser Systeme nicht zu erfüllen waren, waren Erweiterungen in Form prototypischer Eigenentwicklungen von GIS-Werkzeugen zulässig.

5 Digitales Geländemodell (DGM)

Ein DGM mit hoher Auflösung ist grundlegende Voraussetzung für die Straßenneuplanung und spielt des weiteren eine Rolle bei der Modellierung der Ausbreitung von Schadstoffen in der Atmosphäre. Für Israel lag ein digitales Geländemodell in hinreichender Genauigkeit vor. Für den Bereich der West Bank sollte am Applied Research Institute Bethlehem ein DGM durch Digitalisierung vorhandener topographischer Karten hergeleitet werden. Als Grundlage boten sich Karten der britischen Mandatsverwaltung aus den dreißiger Jahren an. Es stellte sich aber heraus, daß die Genauigkeit dieser Karten nicht überall den heutigen Anforderungen entsprach. Zur Genauigkeitssteigerung sollte die Auswertung von Satellitenaufnahmen herangezogen werden. Eine deutliche Verbesserung wurde aus der Nutzung von MOMS-Daten erwartet, die ab Oktober 1996 für die betrachtete Region kostenfrei zur Verfügung stehen sollten und mit einer Lagegenauigkeit von ± 3 m und einer Höhengenaugigkeit von ± 4 m bestens geeignet erschienen. Leider erfolgte aufgrund der bekannten technischen Probleme auf der MIR die Stilllegung des PRIRODA-Moduls und somit die Einstellung der Tätigkeit der MOMS-Kamera. Bis zu diesem Zeitpunkt waren noch keine Bilder des definierten Arbeitsbereichs aufgenommen worden.

Schließlich mußte in diesem Projekt auf die Nutzung eines DGM aus den Karten der Mandatsverwaltung verzichtet werden.

Als Alternative entschieden sich die Projektpartner für die Beschaffung von SPOT-Szenen. Zur fast vollständigen Abdeckung der West Bank wurden drei panchromatische Szenen mit 10 m-Auflösung und einem Aufnahmezeitpunkt im Oktober/November 1997 ausgewählt. Die geometrische Anpassung der Szenen untereinander wurde unter Berücksichtigung der Reliefinformationen eines Geländemodells, das aus vorhergehenden SPOT-Szenen vorhanden war, und auf der Basis von topographischen Karten 1:50.000 vorgenommen. Zusätzlich erfolgte das Mosaikieren und die radiometrische Anpassung der drei Szenen. Natürlich entstanden aus diesen Maßnahmen dem Projekt zusätzlich erhebliche Kosten, die an anderer Stelle eingespart werden mußten.

6 Bedarfsgetriebene Homogenisierung topographischer Daten

Die klassischen Verfahren der Homogenisierung haben die Minimierung der geometrischen Fehler unter Vermeidung etwaiger topologischer Fehler zum Ziel. Sie gehen davon aus, daß die zusammenzuführenden Datensätze vollständig vorliegen und setzen voraus, daß eine Anzahl gemeinsamer Punkte in den verschiedenen Datensätzen identifizierbar ist. Zur Ermittlung der Paßpunkte bietet sich im mittel- und kleinmaßstäbigen Bereich die Identifikation gemeinsamer Objekte wie Straßenkreuzungen an. Wenn diese hinreichend vorhanden sind, kann das Verfahren des Relational Map Matching angewendet werden. Die Überprüfung beziehungsweise die Wiederherstellung geometrischer Bedingungen kann in diesen Maßstabbereichen auf die Topologie (Nachbarschaft, Überlappungsfreiheit, Mindestabstand u.a.) beschränkt bleiben.

Neben der aus dem Wechsel des Maßstabbereichs resultierenden Anpassungen vorhandener Verfahren ist die Bedarfsgetriebenheit eine Weiterentwicklung der klassischen Homogenisierung, die über das projektbezogene Anwendungsgebiet hinaus von allgemeinem Interesse ist. Die bedarfsgetriebene Homogenisierung bietet sich bei der Bearbeitung großer Gebiete mit unterschiedlicher Topographie an. Sie ist bestrebt, die Kosten für die Beschaffung zusätzlicher Daten möglichst gering zu halten. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn zusätzliche Daten neu erfaßt oder aber auf eine Weise beschafft werden müssen, die mit wesentlichen zusätzlichen Kosten verbunden ist. Es würde zu weit führen, auf die Grundlagen der eingesetzten Methode einzugehen. Sie gründet sich im wesentlichen auf eine raumbezogene Constraintsprache zur Aufstellung der schwierigen zu minimierenden Zielfunktion. Damit können kritische Bereiche identifiziert werden, in denen – z.B. infolge ungünstiger topographischer Bedingungen – die Güte der Planung einschließlich der Abschätzung der entstehenden Kosten in besonders hohem Maße von der Genauigkeit der vorliegenden Daten abhängt und deshalb die Qualität der vorhandenen Daten durch die Beschaffung und Integration zusätzlicher Informationen sowie gegebenenfalls durch aufwendige Messungen verbessert werden muß.

7 Schaffung eines homogenen Gesamtstraßennetzes

- Die Hauptaufgabe der Kartographie bestand in der Homogenisierung des Gesamtstraßennetzes. Die Analyse der verfügbaren israelischen und palästinensischen Straßennetze ergab sehr große Unterschiede in Entstehung, Inhalt, geodätischer Abbildung und Netzauflösung:

- Die von israelischer Seite gelieferte Datei des Straßennetzes (Maatz-File in ArcInfo) enthält alle existierenden Hauptstraßen für Israel und die West Bank. Allerdings liegen keine Informationen über die Entstehung des Straßennetzes vor. Des Weiteren ist das israelische Bezugssystem nicht öffentlich. Schließlich wurde das Straßennetz mit einer so geringen Auflösung erfaßt, daß der Straßenverlauf nur grob vorhanden war.
- Die von palästinensischer Seite gelieferte Datei des Straßennetzes (UTM-File in ArcInfo) enthält Hauptstraßen, Nebenstraßen sowie existierende und geplante „Bypassstraßen“ für das Gebiet der West Bank. Sie entstand durch Digitalisierung aus Satellitenbildern (ältere SPOT- und Landsat-Bilder) und Luftbildern am Bildschirm. Dies führte zu einer sehr hohen Auflösung sowie Detaillierung der Straßen bis in die Ortslagen. Die UTM-Abbildung basiert auf WGS 84 und wurde durch eine entsprechende Entzerrung der Satellitenbilder erreicht.

Vor der Zusammenführung der Dateien wurde eine Einigung aller Projektpartner auf UTM mit WGS 84 erreicht. Insofern wurden die israelischen Straßen von den Israelis in UTM mit WGS 84 transformiert.

Ein Vergleich der Lagen der Straßen mit den SPOT-Szenen ergab folgende Erkenntnisse:

- Die israelischen Straßen stimmen grundsätzlich gut mit den in den SPOT-Szenen sichtbaren Straßen überein. Diese Aussage gilt aber nur für die West Bank, für die SPOT-Bilder vorliegen. Die sehr grobe Auflösung führt allerdings zur Unterschlagung vieler Details in den Straßenverläufen.
- Im palästinensischen Datenbestand paßt insbesondere die Lage der Haupt- und Bypassstraßen – ca. 80% aller Straßen – gut mit den entsprechenden Straßen in den SPOT-Szenen überein. 20% der Straßen, die meist in kleineren Ortslagen liegen, weisen unsystematische Verschiebungen bis zu 150 m auf. Hier ist die Ursache in der Erfassung aus Luftbildern zu vermuten, deren Einpassung in die Satellitenbilder mit Hilfe von wenigen GPS-bestimmten Punkten nach Augenmaß vorgenommen wurde.

Die vorhandenen Redundanzen wurden beseitigt, indem aus dem israelischen Straßennetz alle Straßen auf dem Gebiet der West Bank entfernt wurden. Die beiden Straßennetze wurden an den Grenzübergängen handwerklich interaktiv miteinander verknüpft, da koordinierte Referenzpunkte nicht vorlagen und die in UTM verfügbaren analogen Karten (Maßstab 1:50.000) aus dem Jahr 1994 aufgrund der vielen aktuellen Veränderungen im Grenzbereich nicht hilfreich waren. Zumeist wurden die israelischen Straßen an die detaillierteren palästinensischen Straßen angepaßt.

Auf dieser Basis war es unmöglich, die Lageprobleme durch eine automatisierte Homogenisierung zu beseitigen. Einerseits läßt sich für die israelischen Straßen keine höhere Auflösung erreichen, weil nur ein geringer Bereich mit SPOT-Bildern abgedeckt ist und keine unabhängig ermittelten Referenzpunkte vorhanden sind. Andererseits lagen für die palästinensischen Straßen zwar vollständig SPOT-Szenen vor, aber nur 25 unabhängig bestimmte Referenzpunkte, die zudem nicht in den Bereichen liegen, wo eine Verschiebung nötig war. Insofern beschränkte sich die Beseitigung der unsystematischen Verschiebungen im palästinensischen Datenbestand auf eine manuelle Anpassung der Straßen an die jeweilige Lage in den SPOT-Szenen.

Es entstand ein ArcInfo-Coverage, welches das Gesamtstraßennetz des Arbeitsgebietes enthält. Eine endgültige redaktionelle Überprüfung der Straßenverläufe an den Grenzübergängen wurde den israelischen und palästinensischen Partnern überlassen.

8 Fazit

Dieses trilaterale Projekt begann in einer Atmosphäre, die von starkem Optimismus und der guten Aussicht auf einen erfolgreichen Friedensprozeß in der bearbeiteten Region geprägt war. Da Verkehrsplanung in diesem Gebiet zwar einen technischen Aspekt hat, aber auch zu einem hochpolitischen Handlungsbereich in dieser Region gehört, den starken Bezug zu anderen sensitiven Bereichen wie Sicherheit, Siedlung und Bypassstraßen hat, wurde die Arbeit oft durch schwierige Grundsatzfragen begleitet. Ein typisches Beispiel dafür ist, die kartographische Repräsentation umstrittener Grenzen in einer Weise vorzunehmen, die für alle Beteiligten akzeptabel ist. Ein weiteres Beispiel ist die Darstellung der sogenannten Bypassstraßen, die von den israelischen Autoritäten in der West Bank gebaut wurden und deren Bedeutung und Benutzung wiederholt Gegenstand heftiger Auseinandersetzungen während der Projektmeetings war. Dennoch haben sich bezüglich der gemeinsamen wissenschaftlichen Ziele alle Projektpartner in rationaler und konstruktiver Zusammenarbeit zusammengefunden. Diese Zusammenarbeit war wesentliche Grundlage des wissenschaftlichen und technischen Erfolges der ersten Projektphase und hat vor allem das gegenseitige Verständnis der Gruppenbeteiligten gefördert. Letztendlich ist mit dem geometrisch homogenisierten Datenbestand die Grundlage für eine ressourcenschonende Verkehrsplanung gelegt worden. Auf dieser Grundlage können vielseitige, strukturell heterogene Daten mit Hilfe GIS-basierter Methoden verknüpft werden.

Literaturverzeichnis

- Morgenstern, D. et al.:* GIS-BASED MODELS AND GIS-TOOLS FOR SUSTAINABLE TRANSPORT PLANNING IN ISRAEL AND PALESTINE. REPORT ON THE DFG PROJECT. Bonn, (1998).
- Terlinden, J. G.:* Numerische Verfahren zur geometrischen Verbesserung von Katasterkarten mit der Bayes-Statistik. SCHRIFTENREIHE DES INSTITUTS FÜR KARTOGRAPHIE UND TOPOGRAPHIE DER UNIVERSITÄT BONN. (1994), 22.

Automatisierte Datenvisualisierung im Rahmen der Erstellung eines Kartenwerkes von Österreich

Andreas Pammer und Susanne Uhlirz, Wien

Zusammenfassung

In Erfüllung eines fünfjährigen FWF-Forschungsprojektes entstand am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien ein druckfertiges Kartenwerk von Österreich, bestehend aus 40 sowohl topographischen als auch thematischen Karten. Insbesondere für die digitale Erstellung der thematischen Karten mussten wesentliche Programmmodule für das CAD-Programm *MicroStation* entwickelt werden, um einen weitgehend automationsunterstützten Arbeitsablauf realisieren zu können. Das Hauptaugenmerk wurde dabei auf die signaturhafte Visualisierung des auf alle Gemeinden Österreichs bezogenen sozio-ökonomischen Datenbestandes gelegt. Die entstandenen Programmteile ermöglichen nun unter anderem eine automatische Platzierung der unterschiedlichsten größengestuftten und unterteilten Symboltypen. Des weiteren wurden Hilfsprogramme zur Konstruktion von Bandsignaturen und zur Platzierung von Straßenkilometerangaben sowie von Bezeichnungen linienhafter Kartenelemente verwirklicht. Alle diese Programmteile erheben nicht den Anspruch auf vollautomatische Generierung endgültiger Kartenobjekte, sondern ersetzen vor allem arbeits- und zeitintensive Konstruktionsschritte. Eine kartographische Nachbearbeitung mit Einbeziehung der übrigen Kartenelemente bleibt nach wie vor dem Kartographen überlassen.

Abstract

An Atlas of Austria, consisting of approx. 40 thematical and topographical mapsheets, is the result of a five-years FWF research project realized by the Institute of Cartography and Reproduction Techniques at the Vienna University of Technology. Additional modules to the CAD-program *MicroStation* were developed to enable a digital compilation of the thematical maps and an automatic production process. Main emphasis was put on visualization of social and economic area-related data signatures and cartograms. The additionally developed modules allow an automatic placement of different symbol types, variable in subdivision and scalable in size. Routines for creation of line signatures, placement of distance labels and several indication tools were developed. These modules are not intended to provide a complete automatic map generation process, but to support and replace tedious and time-consuming process steps. A manual review of the produced maps is still to be done by the cartographer.

1 Das Kartenwerk Österreich

Im Teilprojekt „Geoinformationssysteme und EDV-Kartographie“ (S06902) des FWF-Schwerpunktes „Raum und Gesellschaft“ wurden unter Leitung von Prof. Kelnhofer am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien Geoinformationen, welche in anderen Teilprojekten als Primärmodellaten bearbeitet wurden, zu Visualisierungsprodukten in Form

von maßstabsbezogenen Sekundärmodelldaten weiterverarbeitet und zu kartographischen Finalprodukten ausgeformt (Kelnhofer 1995). Neben der Konzeption und Realisierung der Prototyplösung eines „Interaktiven Multimedialen Kartographischen Informationssystems“ (Kelnhofer, Pammer, Schimon 1999) wurden die entstandenen Sach- und Geometriedatenbasen vor allem zur Herstellung des „Kartenwerkes Österreich“ herangezogen (Abb. 1). Dieses für das Printmedium gestaltete Finalprodukt besteht zur Zeit aus 40 Kartenblättern (in den Maßstäben 1:1.000.000, 1:2.000.000 u.a.), wobei neben den topographischen Grundkarten an die 30 thematische Karten und Kartogramme enthalten sind.

Die Basis für dieses Kartenwerk stellen maßstabsbezogene Topographieinformationsdatensätze dar, die, dem Maßstab entsprechend, geometrisch-semantic harmonisiert sind und so in die jeweilige Sachthemenvisualisierung integriert werden können (Kelnhofer 1996). Neben der maßstäblichen Gliederung sind die Datensätze noch nach dem Grad der dargestellten Inhaltsdichten differenziert. Demnach liegen in einem Maßstabsbereich verschieden dichte Auswahlstufen von Kartenelementen vor, die zueinander wiederum harmonisch abgestimmt sind. Diese Kartenelemente einer Auswahlstufe können somit als Hintergrundtopographie einer thematischen Karte ausgewählt werden, je nachdem wie stark die Symbolisierung der Thematik den Kartenraum belastet bzw. der topographische Hintergrund in sachlicher Beziehung zum dargestellten Thema steht.

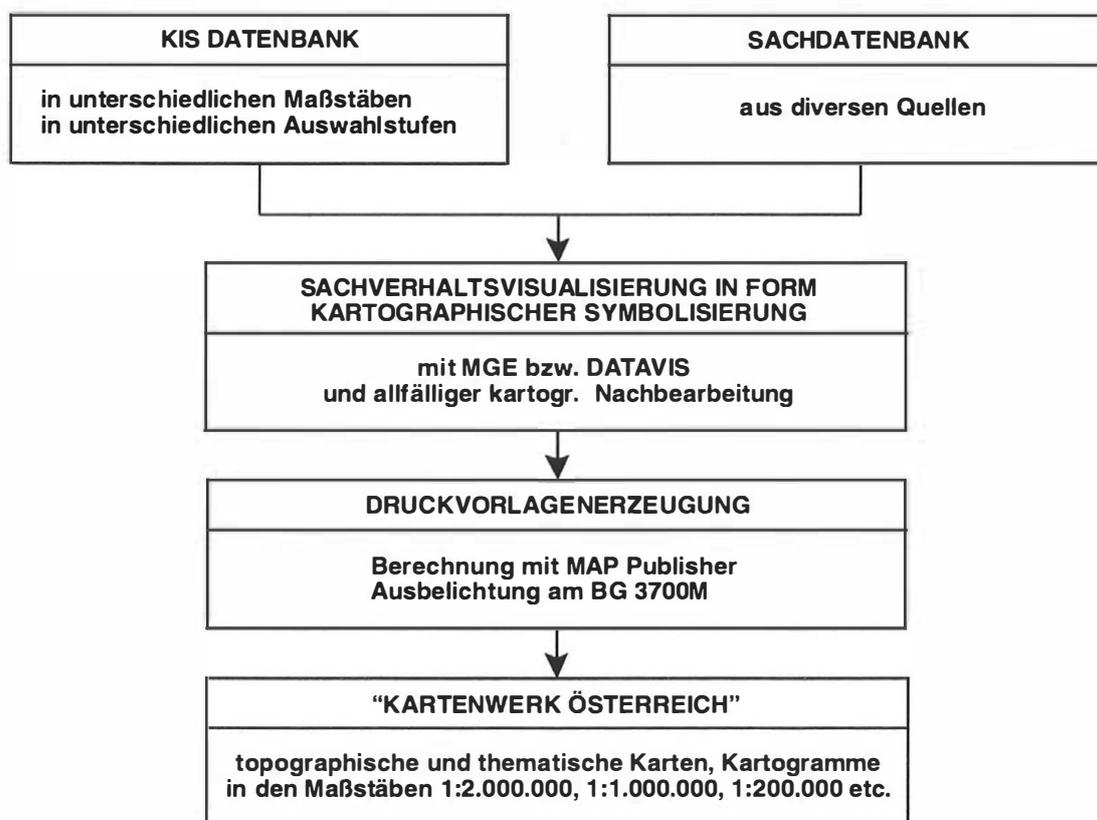


Abb. 1: Erstellung des „Kartenwerkes Österreich“ auf Grundlage der Topographie- und Sachdatenbasen

Alle topographischen Kartenelemente sind im CAD-Programm *Microstation* in Form ihrer Skelettgeometrie in zahlreichen Layern abgelegt, wobei einige mit Sachattributen in der relationalen Datenbank (*ORACLE*) verknüpft sind. Die entsprechenden Sachverhaltsvisualisierungen mittels kartographischer Symbolisierung der in der Datenbank aufbereiteten Sachdaten wurden einerseits mit Hilfe von *MGE* (Intergraph) und andererseits mit dem den erweiterten kartographischen Anforderungen gerecht werdenden, selbst entwickelten Programm *DATAVIS* durchgeführt. Sodann wurden die farbgetrennten Druckvorlagen unter Berücksichtigung drucktechnischer Erfordernisse (Passgenauigkeit, Hinterfüllung von Linien, Freistellung, u.a.) mit dem *MAP Publisher* (Intergraph) berechnet und am Laserrasterplotter BG3700M (BARCO) ausbelichtet.

2 Das Programm DATAVIS

Da die von den *MGE*-Modulen bereitgestellten Funktionalitäten im Wesentlichen für GIS-Anwendungen konzipiert sind, können sie nur teilweise für kartographische Symbolisierungsaufgaben herangezogen werden. Die Module erlauben eine schnelle und automatische Symbolisierung von flächenhaften Kartenelementen (z.B. Gemeinden) mittels Flächenfarben oder verschiedener selbst definierter Flächenmuster. Ebenso können einfache linienhafte und punktbezogene Signaturen umgesetzt werden. Für darüber hinausgehende kartographische Aufgabenstellungen wurden passende Funktionalitäten selbst entwickelt und im Programm *DATAVIS* (Data Visualization), welches an dieser Stelle kurz beschrieben werden soll, zusammengefasst.

DATAVIS ist eine *MDL* (Microstation Development Language) – Applikation und ermöglicht daher mit Hilfe einer großen bereitgestellten Funktionsbibliothek den einfachen Zugriff auf Datenstrukturen und Routinen des CAD-Systems *Microstation*. Weiters können die Datenbanktabellen in *ORACLE*, in denen sowohl die externen Sachdaten als auch die mit den Kartenelementen direkt verknüpften Attribute verwaltet werden, direkt bearbeitet werden. Routinen zur Oberflächengestaltung unterstützen die Entwicklung einer graphischen Benutzeroberfläche, die innerhalb von *Microstation* aufgerufen wird und sich sodann durch nichts von einer originären *Microstation*-Funktion unterscheidet.

Alle integrierten Programmteile können vom *DATAVIS* Befehlsfenster (Abb. 2) gestartet werden und sind in vier Kategorien (Pull-down-Menüs) eingeteilt. Die Gruppe der automatischen Anwendungen umfasst ausschließlich die Funktionen zum automatischen Platzieren von größenvariablen Figurensignaturen (Kreis, Dreieck, Quadrat, Balken) und Diagrammfiguren (u.a. Kreissektoren-, Balken- und Quadrantendiagramme in den unterschiedlichsten Ausführungen). In Abbildung 4 ist eine Auswahl von Diagrammfiguren, die im „Kartenwerk Österreich“ Verwendung fanden, dargestellt.



Abb. 2: Das Befehlsfenster des Programmpakets DATAVIS

Halbautomatische Anwendungen beinhalten Kartenbeschriftungsroutinen, die zur Platzierung von Straßen- und Bahnstreckennummern bzw. von Straßenkilometerangaben entstanden sind. Unter den Hilfsprogrammen befinden sich neben einigen Anwendungen zur Datenaufbereitung für das „Interaktive Kartographische Informationssystem“ Möglichkeiten zur Erstellung von Histogrammen und Diagrammen. Die Gruppe der Klassifizierungsmethoden enthält neben den herkömmlichen statistischen auch räumliche Gruppierungsverfahren, die Nachbarschafts- und Distanzkriterien berücksichtigen (Uhlirz 1997).

Das nur für den internen Gebrauch konzipierte und gestaltete Programmpaket DATAVIS kann jederzeit mit weiteren Funktionalitäten versehen werden, je nachdem welche neuen automatischen Symbolisierungsaufgaben umgesetzt werden sollen.

3 Visualisierung flächenbezogener Sachverhalte

Da sich der Großteil der visualisierten Sachdaten im „Kartenwerk Österreich“ auf administrative Bezugseinheiten (Gemeinden) bezog, erlangten die verschiedenen rechnerunterstützten Methoden zur Visualisierung flächenbezogener Sachverhalte eine zentrale Bedeutung. Die bereits vom System vorgegebenen Möglichkeiten erlauben Klassenzuordnungs- und Gruppenwertumsetzungen mittels Flächenfarben und Flächenmuster. Die Definition von Farben und verschiedensten Mustern lässt sich relativ einfach mit den dafür bereitgestellten Hilfsmitteln des *MAP Publishers* durchführen. In Abbildung 3 sind zwei Kartenausschnitte mit Verwendung von Flächenmustern abgebildet, die verdeutlichen, wie flexibel der Einsatz im „Kartenwerk Österreich“ erfolgte.

Da man aber allein mit der Verwendung von Flächenfarben und Flächenmustern in der kartographischen Umsetzung sehr stark eingeschränkt ist, gab es von Anfang an die Bestrebung, auch in der digitalen Kartenoriginalherstellung das ganze Spektrum der kartographischen Visualisierung einzusetzen und sich nicht den vorgegebenen Software-Möglichkeiten unterzuordnen. Daraus folgte, dass die Kartenauctoren in ihrer Entwurfstätigkeit keinen Einschränkungen unterliegen und fehlende Visualisierungsmethoden mittels Applikationsprogrammierung im Bedarfsfall realisiert werden sollten. Hierfür wurden, wie bereits erwähnt, für Gruppen- und Individualwertumsetzungen flächenbezogener Sachverhalte die Möglichkeiten für den Einsatz von Figurensymbolen und Diagrammfiguren im Programm DATAVIS geschaffen.

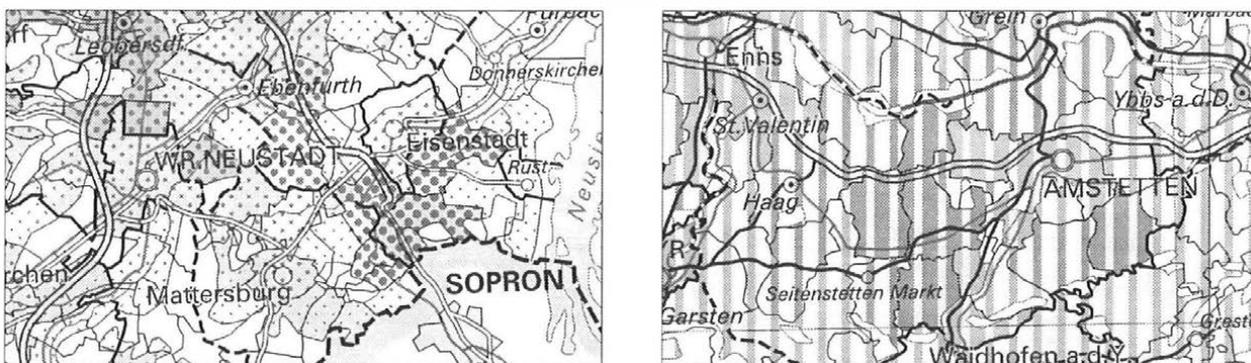


Abb. 3: Links: Kartenausschnitt aus „Anteile fremder Staatsbürgerschaften und nicht deutscher Umgangssprachen an der Wohnbevölkerung (1991)“
Rechts: Kartenausschnitt aus „Vorherrschende Bauperioden von Wohnungen (1991)“

Die Palette der Anwendungen zur Symbolgenerierung im Programm *DATAVIS* (Abbildung 4) umfasst neben Funktionen zum Platzieren von einfachen größen- und farbvariablen Figurensignaturen wie Kreis, Dreieck, Quadrat und Balken eine Reihe von komplexeren Diagrammfiguren mit unterschiedlichen Variationsmöglichkeiten. Diese Sammlung an spezifischen Diagrammfiguren für kartographische Anwendungen entwickelte sich im Laufe der Arbeit am Projekt „Kartenwerk Österreich“ und wuchs mit den vielgestaltigen Anforderungen, die sich aus den Entwürfen der verschiedenen Kartenautoren ergaben. Der status quo des Programmmoduls soll im Folgenden an Beispielen aus dem „Kartenwerk Österreich“ vorgestellt werden. Neben einfachen Figurensignaturen lassen sich mit *DATAVIS* Kreissektorendiagramme mit verschiedenen Anordnungen der Segmente ebenso realisieren wie Gegenüberstellungen in Form von zwei halbkreisförmigen Segmenten, die ihrerseits wieder unterteilt werden können. Die Reihung der Segmente kann in beiden Fällen nach verschiedenen Kriterien erfolgen. Weiters ist die Konstruktion von Quadrantendiagrammen vorgesehen, in denen genau vier verschiedene oder zueinander in Beziehung stehende Quantitäten beschrieben werden können. Bis zu zehn verschiedene Quantitäten können mit Stabdiagrammen dargestellt werden.

Da dem Kartenautor weitgehende Freiheit in der Gestaltung der Karten gewährt und er nicht auf Grund von programmiertechnischen Vorgaben beschränkt werden sollte, wurden entsprechend der Thematik des Karteninhalts und in Absprache mit den jeweiligen Kartenautoren für die rund 30 thematischen Karten des „Kartenwerk Österreich“ immer wieder neue Funktionalitäten innerhalb des Programmmoduls *DATAVIS* entwickelt und angewandt, die in Abbildung 5 beispielhaft vorgestellt werden.

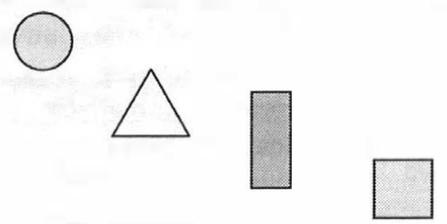
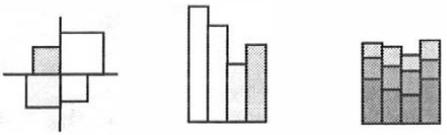
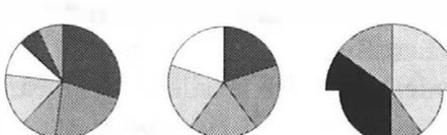
Circle Triangle Bar Square	
Multiple Square Multiple Bar Bar Diagramm	
Pie Chart Equal Pie Chart Semi Pie Chart	

Abb. 4: Das Untermenü „automatic applications“ im Programm *DATAVIS*

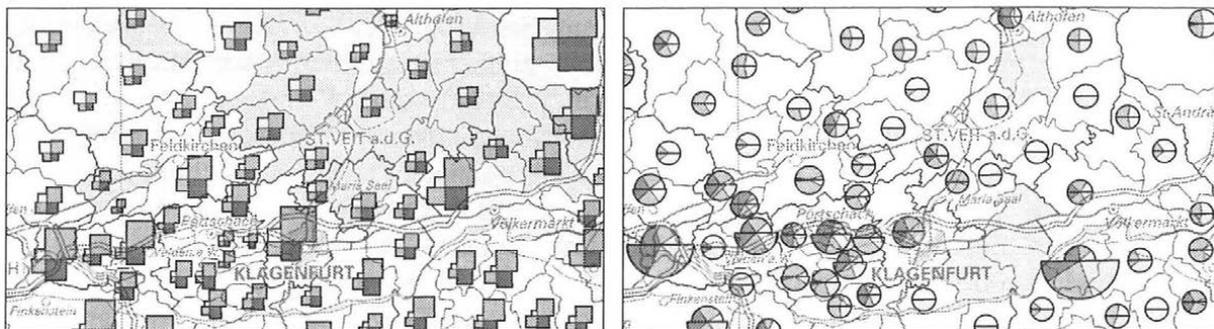


Abb. 5: verschiedene Möglichkeiten der Figuresymbol-Generierung mit DATAVIS

Die Karte „Land- und forstwirtschaftliche Betriebsgrößen (Erhebungsjahr 1990)“ (Abbildung 5 links) zeigt den Diagrammtypus Quadrantendiagramm, der die in vier Größenklassen gruppierte Anzahl der Betriebe in einer Gemeinde darstellt. Für die Skalierung der Quadranten wurde ein gleitender, nichtlinearer Maßstab gewählt. In der Karte „Saisonales Bettenkategorienangebot in gewerblichen Beherbergungsbetrieben (Berichtsjahr 1994)“ (Abbildung 5 rechts) wurde die Anzahl der angebotenen Betten des Sommerhalbjahres denen des Winterhalbjahres gegenübergestellt. Die Karte hebt so deutlich Sommer- bzw. Winterfremdenverkehrsgemeinden hervor. Die Unterteilung innerhalb der beiden Halbkreise zeigt eine Aufteilung nach Qualitätskriterien.

Die am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik angewandte automatisierte Figuresymbolgenerierung versucht, arbeits- und zeitintensive Bearbeitungsschritte bei der Kartenkonstruktion weitestgehend rechnergestützt ablaufen zu lassen. Um ausschließlich alle Schritte bei der Erstellung von Diagrammfiguren in einer (thematischen) Karte zu automatisieren, bedürfte es voraussichtlich eines unverhältnismäßig großen Aufwandes ohne jedoch zu einer vollends befriedigenden Lösung zu gelangen. Daher erfolgte eine nachträgliche manuelle Überarbeitung der vorab automatisch platzierten Figuresymbole durch den Kartographen, um ein optimiertes Ergebnis zu erhalten. An Hand der Karte „Wohnhaft Berufstätige gegliedert nach Auspendlern und Nichtpendlern (1991)“ soll nun der Ablauf, die Schwierigkeiten und Grenzen einer automatischen Symbolgenerierung bzw. -platzierung aufgezeigt und der Ansatz zu einer teilautomatisierten Lösung, wie sie am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien beim Projekt „Kartenwerk Österreich“ Verwendung fand, vorgestellt werden.

Zunächst gilt es, mit Hilfe der Benutzeroberfläche von DATAVIS (Abbildung 6) die gewählte Applikation den Bedürfnissen des Kartenautors und des Kartenentwurfs anzupassen. Dazu gibt es u. a. Optionen zur Wahl der Farbkodierung (indirekt über eine Spalte in der Datenbanktabelle, speziell für die einfachen Symbole Kreis, Dreieck, Quadrat und Balken, oder direkt über die Eingabe eines Farbkodes) und der Skalierung (linearer Signaturenmaßstab oder nichtlinearer Signaturenmaßstab nach *Jensch*). Als Hilfsmittel zur Ermittlung des optimalen Signaturenradius stellt *DATAVIS* im Programmmodul *utilities* Histogramm- und Diagrammfunktionen zur Verfügung. Die Symbole können außerdem nach dem Gradnetz ausgerichtet und nach der Größe geordnet ausgegeben werden - letzteres verhindert ein Überdecken der kleineren Symbole durch die größeren. Schließlich kann die Reihung der Segmente im Symbol durch unterschiedliche Parameter verschieden gestaltet werden. In einem weiteren Eingabefenster werden für die einzelnen Segmente die entsprechenden Tabellenspalten und die zu verwendenden Farben definiert.

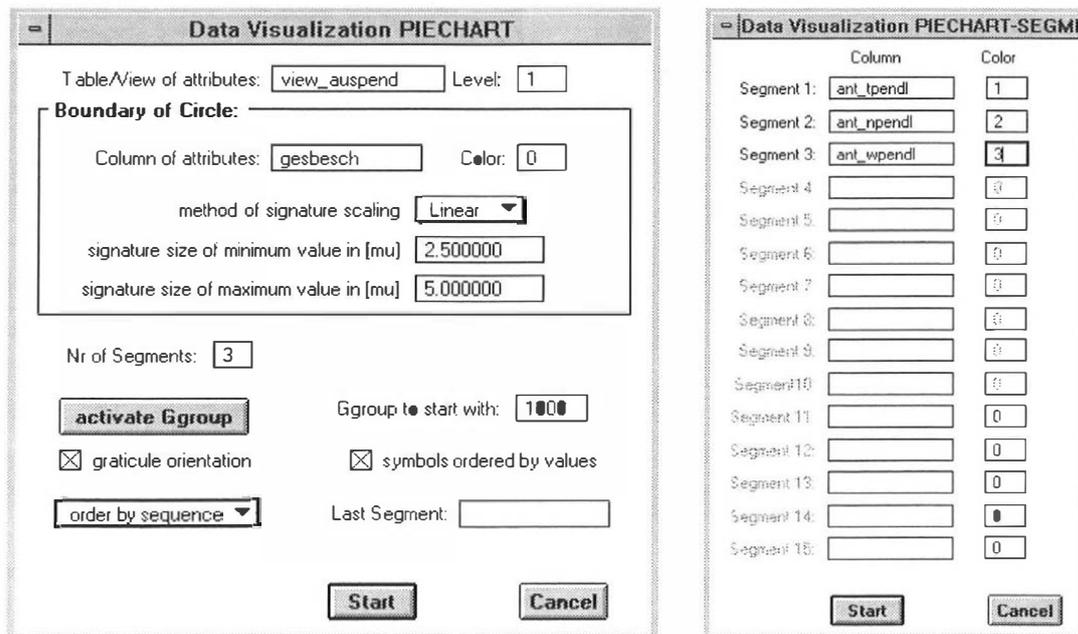


Abb. 6: Die Benutzeroberfläche Pie Chart von DATAVIS

Nun ist DATAVIS bereit, nach den individuellen Eingaben des Kartenbearbeiters über den - vorab von Hand eingegebenen - Centroiden im optischen Schwerpunkt der jeweiligen Fläche das gewünschte Figurensymbol zu erzeugen. Durch geschicktes Platzieren der Centroiden und Wahl eines adäquaten Maßstabs für die Symbole erreicht man schon in dieser Phase der Kartenbearbeitung ein ansprechendes Ergebnis in dem Sinne, dass die Flächen, auf die sich die Symbolfiguren beziehen, nicht gänzlich von selbigen überdeckt werden. Dies ist vor allem dann von Bedeutung, wenn die Flächenfarbe eine weitere Aussageebene darstellt. Bei ungünstigen Flächenkonstellationen (z.B. kleine Fläche und absolut großer Attributwert des Symbols) zeigen sich allerdings die Grenzen der automatischen Figurensymbol-Generierung in der nicht mehr tolerablen Überlappung der Figuren. Vom kartographischen Standpunkt aus betrachtet wird das Ergebnis noch bedenklicher, wenn man den automatisch erzeugten Figurensymbolen neben dem Grenznetzwerk zur Orientierung auch Situation und Schrift hinterlegt.

Auf Fragen der automatischen Schriftplatzierung soll hier nicht näher eingegangen werden. Die Problematik der automatischen Figurensymbol-Generierung stellt sich allerdings als ein zumindest ebenso kompliziertes Sachgebiet dar. Im Gegensatz zur Schrift, die zumeist gegenüber allen anderen Kartenelementen freigestellt wird, sind in der Figurensymbol-Generierung auch unterschiedliche Prioritäten der Freistellung denkbar. So wurde im konkreten Kartenbeispiel „Wohnhaft Berufstätige gegliedert nach Auspendlern und Nichtpendlern (1991)“ die Schrift gegenüber den Grenzen und der Situation freigestellt, die Figurensymbole jedoch nicht. Diese Konfiguration, wie sie sich nach der automatischen Figurensymbol-Generierung durch DATAVIS darstellt, zeigt Abbildung 7 links. Hier hat nun eine manuelle Nachbearbeitung durch den geschulten und erfahrenen Kartographen zu erfolgen, um zu einem nicht nur inhaltlich richtigen, sondern auch graphisch und vor allem kartographisch überzeugenden Ergebnis zu gelangen.



Abb. 7: Die mit DATAVIS automatisch erzeugten Figurensymbole vor (links) und nach (rechts) der Überarbeitung durch den Kartographen

Die Phase der Überarbeitung umfasst einerseits das Versetzen von Figurensymbolen, um so eine geringere Überlappung zu erzielen und zu einer bestmöglichen Lesbarkeit zu gelangen, andererseits aber auch eine Verschiebung der Schrift. In Konfliktfällen kann eventuell auf einzelne Beiträge aus dem Namensgut verzichtet werden, dasselbe gilt für die Situation (Siedlungen). Dies hat der Kartograph jeweils individuell zu entscheiden und in das Gesamtbild der Karte einzupassen.

Die kartographisch nachbearbeitete Version derselben Karte zeigt Abbildung 7 rechts und damit wird wohl auch der Unterschied zur vollautomatisch erzeugten Karte offensichtlich. Selbst unter Berücksichtigung von optimalen Voraussetzungen für die automatische Erzeugung von Figurensymbolen in thematischen Karten (wie der von Hand vorplatzierten Centroide und einer dem Kartenthema angepassten Situation) lässt sich zur Zeit auf eine manuelle Überarbeitung der automatisch platzierten Symbole durch den Kartographen nicht verzichten.

4 Visualisierung linienbezogener Sachverhalte

Weitere verschiedenste Sachverhalte, welche als Thematik in diversen Karten verwendet werden sollten, beziehen sich auf linienhafte Kartenelemente, wie das Straßen-, Eisenbahn- und Gewässernetz. Da beim Kartenentwurf die Autoren wiederum die nach ihrer Meinung bestmögliche Darstellungsform für die Sachverhaltsumsetzung auszuwählen hatten und sich nicht nach den technischen Gegebenheiten richten mussten, sollten letztlich zur Visualisierung linienbezogener Sachverhalte sowohl Liniensignaturen als auch Banddiagramme und Beschriftungselemente eingesetzt werden. Der Einsatz von Liniensignaturen für Klassenzuordnungsumsetzungen kann völlig automatisch mit den Symbolisierungsmöglichkeiten von *Microstation* und *MGE* erfolgen. Ein Beispiel für den Einsatz von Liniensignaturen im „Kartenwerk Österreich“ zeigt Abbildung 8 an Hand eines Ausschnittes der Karte „Eisenbahnen mit Personenbeförderung“, in der die Eisenbahnstrecken Österreichs in Abhängigkeit von ihren Eigenschaften (Spurweite, Traktion, Betrieb, mit oder ohne Personentransport) visualisiert wurden.



Abb. 8: Einsatz von Liniensignaturen in der Karte „Eisenbahnen mit Personenbeförderung“

Im Gegensatz dazu waren zur Konstruktion von Bandsignaturen, mit denen Individualwerte umgesetzt werden, keine entsprechenden Symbolisierungsmöglichkeiten vorgegeben. Da diese Darstellungsmethode aber nur in wenigen Karten mit der Thematik Verkehrsbelastung Verwendung fand, wurde darauf verzichtet, zeitintensiven Programmieraufwand in eine vollautomatische Lösung zu investieren. Statt dessen wurde ein halbautomatisches Verfahren gewählt, in dem einerseits die bereits vorhandenen Module von DATAVIS zur Generierung von Figurensymbolen und andererseits weitere kleine Hilfsprogramme die arbeitsintensive Konstruktion durch den Kartographen unterstützen. Dieselbe Strategie einer halbautomatischen Bearbeitung wurde auch für die Platzierung von linienbezogenen Beschriftungselementen verfolgt. Wie nun diese beiden halbautomatischen Verfahren programmtechnisch realisiert wurden, soll nun an zwei konkreten Konstruktionsaufgaben demonstriert werden.

4.1 Konstruktion von Verkehrsbelastungsbändern

Die Zähldaten von rund 150 Verkehrszählstellen auf Autobahnen und Bundesstraßen bildeten die Ausgangsdaten für die Karte „Jahresdurchschnittliche tägliche Straßenverkehrsgesamtbelastung auf Autobahnen und Bundesstraßen (1995)“. Diese Werte sollten nun anhand eines gegliederten Banddiagrammes entlang der Autobahnen und einer einfachen Banddarstellung entlang der Bundesstraßen so visualisiert werden, dass an den Zählstellen über einen gleitenden Signaturenmaßstab auf die tägliche Verkehrsbelastung geschlossen werden kann. Zwischen diesen Stützstellen sollten die Bandbreiten linear interpoliert werden. Die Gliederung des Banddiagrammes entlang der Autobahnen wurde zur Darstellung des Verhältnisses von Tages- und Nachtverkehr gewählt.

Wie in Abbildung 9 links verdeutlicht, wurden für die Konstruktion der Bänder an den verorteten Zählstellen (durch Dreiecke symbolisiert) mit Hilfe der bereits beschriebenen Programm-lösungen größenadäquate Hilfskreise erzeugt, deren Durchmesser den gewünschten Bandbreiten an diesen Stellen entsprachen. Für die Unterteilung des Autobahnbandes wurden dementsprechend kleinere Kreise an den selben Punkten platziert.

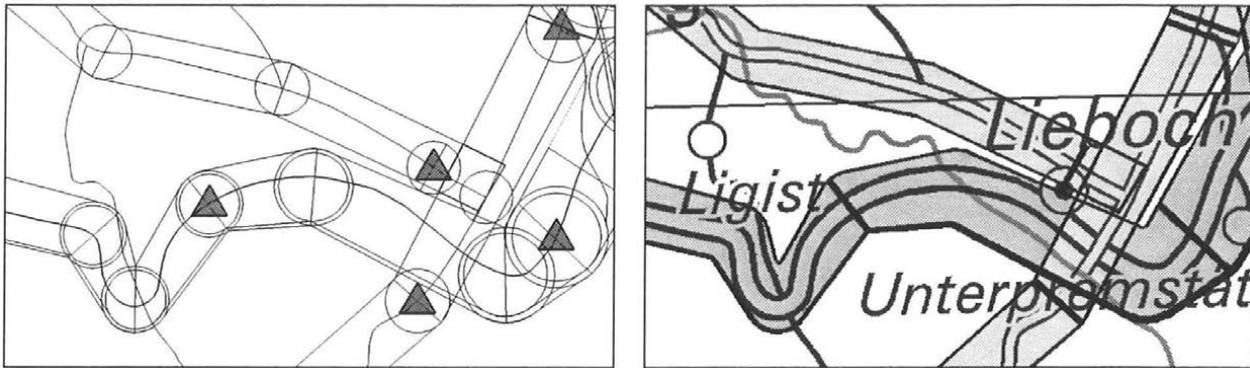


Abb. 9: Links: Konstruktionselemente der Verkehrsbelastungsbänder mit Skelettgeometrie der Straßen
Rechts: Entsprechender Kartenausschnitt aus „Jahresdurchschnittliche tägliche Straßenverkehrsgesamtbelastung auf Autobahnen und Bundesstraßen (1995)“

Da das Banddiagramm zwischen den Zählstellen nicht immer geradlinig verlaufen kann, sondern des öfteren dem kurvenreichen Straßenverlauf angepasst werden muss, wurden zu diesem Zweck zwischen den Zählstellen weitere Hilfskreise halbautomatisch platziert. Bei diesem Vorgang müssen vorab die Hilfskreise benachbarter Zählstellen vom Kartographen identifiziert werden, um deren Radien und Positionen zu ermitteln. Daraufhin erscheint am Mauszeiger ein sich in der Größe dynamisch verändernder Hilfskreis, der entlang des Straßenpolygons an den dafür notwendigen Positionen gesetzt werden kann. Die Größe wird je nach Abstand zu den benachbarten Zählstellen durch lineare Interpolation ermittelt. Diese Kreise dienen nun dem bearbeitenden Kartographen zur Konstruktion der Bänder, indem er die Bandbegrenzungen tangential an die Hilfskreise legt bzw. durch die Endpunkte des vorab eingetragenen Durchmessers führt, welcher in Richtung der Winkelsymmetrale zwischen den sich dort treffenden Bandsegmenten verläuft.

Im abschließenden, ebenfalls arbeitsintensiven Verfahren mussten nun die auftretenden graphischen Konfliktsituationen, welche vor allem bei parallel nebeneinander verlaufenden Straßen auftreten, bereinigt werden. Abbildung 9 zeigt einen solchen Fall zwischen der Autobahn und der nördlich darüber ebenfalls in Ost-West-Richtung verlaufenden Bundesstraße. Die beiden sich ursprünglich berührenden, teilweise sogar überlappenden Bänder wurden jeweils voneinander wegversetzt, um ein besser lesbares Kartenbild zu erhalten. Eine Grauwertdarstellung des entsprechenden Kartenausschnittes wird in Abbildung 9 rechts dargestellt, wobei der Kartenbenutzer in der Kartenlegende darauf hingewiesen wird, Werte nur an den Zählstellen zu entnehmen. Zu diesem Zweck sind an diesen Stellen entsprechend lange Querstriche dargestellt.

4.2 Kartenobjektattribute als Beschriftungselemente

In *MGE* sind einige automatische Beschriftungsmöglichkeiten, welche Kartenobjektattribute mittels sogenannter „Labels“ in Textelemente umwandeln, vorgegeben. Diese sind aber im praktischen kartographischen Einsatz nicht immer zweckmäßig, sodass für einige Anwendungsbereiche entsprechende Softwarelösungen in *DATAVIS* entwickelt wurden. Der in Abbildung 10 dargestellte Kartenausschnitt der Karte „Straßennetz mit Straßennummern und Entfernungsangaben (Auswahl)“ beinhaltet zwei mit derartigen Tools generierte Beschriftungselemente. Zum einen wurden die Straßennummern auf ausgewählten Hauptverbindungsstraßen platziert, zum anderen wurden Entfernungsangaben in die Karte hinzugefügt.



Abb. 10: Kartenausschnitt aus „Straßennetz mit Straßennummern und Entfernungsangaben (Auswahl)“

Der Straßengraph setzt sich aus vielen Teilstücken zusammen, die jeweils mit den Attributen Straßennummer und Straßlänge (in km) versehen sind. Das Attribut Straßlänge wurde hierbei nicht aus dem Straßengraph berechnet, sondern anhand anderer Straßkarten eingegeben, da in diesem Maßstab (1:1.000.000) aus Gründen der bereits recht starken Auswirkungen der vorgenommenen Generalisierungsmaßnahmen keine genauen Entfernungen erwartet werden können. Für die Platzierung der Straßennummern waren folgende drei Bedingungen vorgegeben:

- Die Straßennummer soll von einem Rahmen, welcher der Textlänge angepasst ist, umgeben sein.
- Text und Rahmen sollen stets parallel zum Gradnetz ausgerichtet sein.
- Das neu erstellte Kartenobjekt soll keinen graphischen Konflikt mit anderen Kartenelementen (Ortssignaturen, Ortsnamen usw.) hervorrufen.

Vor allem das letzte Kriterium bedingte den Einsatz einer halbautomatischen Lösung, wobei dem Kartographen die Auswahl der endgültigen Kartenposition überlassen wird. Der praktische Arbeitsablauf verlangt die Identifizierung der zu beschriftenden Straße. Daraufhin erscheint am Mauszeiger die entsprechende Straßennummer inklusive Rahmen und kann an der gewählten Stelle platziert werden. Das Problem bei der Straßenkilometrierung wiederum besteht darin, dass ein Straßenabschnitt zwischen zwei Kilometernadeln aus mehreren Teilstücken bestehen kann, die bei einer Beschriftung mittels „Labels“ jeweils mit Kilometerangaben versehen wären. Um dies zu verhindern, wurde zur Unterstützung des Kartenbearbeiters ein weiteres DATAVIS-Modul herangezogen. Der Kartograph identifiziert hierzu alle zwischen den vorab gesetzten Kilometernadeln befindlichen Straßenvektoren. Daraufhin werden vom Programm die Entfernungen aufsummiert, und das Ergebnis scheint als ein am Gradnetz ausgerichtetes Textelement am Mauszeiger positionierbereit auf.

5 Fazit

Das Programmpaket *DATAVIS* enthält in der momentanen Ausbaustufe eine umfangreiche Auswahl an Werkzeugen, Instrumenten zur Datenanalyse und Hilfsmittel zur Konstruktion von Symbolfiguren in thematischen Karten sowie einige Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Konstruktion von Bandsignaturen und -beschriftungen. Es ist darauf ausgelegt, mit neuen Aufgaben und Themenfeldern zu wachsen, sieht allerdings keine vollautomatischen Lösungen vor.

Im Laufe der Arbeit am Projekt „Kartenwerk Österreich“ stellte sich heraus, dass einige Arbeitsschritte der Kartenkonstruktion eher dazu geeignet erscheinen, rechnergestützt abzulaufen, während andere Detailaufgaben sich der Automation verschließen. Arbeitsschritte wie das Verschieben der Figurensymbole oder das Platzieren von „Labels“, die dementsprechend im Projekt manuell vom Benutzer durchgeführt wurden, lassen sich nur mit einem hohen Aufwand an Programmierarbeit automatisieren. Es handelt sich hierbei weniger um regelgebundene Konstruktionsarbeiten, wie das Zeichnen von durchaus komplizierten Symbolfiguren, als vielmehr um Arbeitsschritte, die kartographisches Fachwissen voraussetzen oder dem übergeordneten Bereich „Generalisierung“ angehören. Dieser Themenkomplex entzieht sich noch immer der automatischen Bearbeitung, weil es sich hier nicht um linear ablaufende Prozesse handelt, sondern um ein komplexes Wechselspiel zwischen verschiedenen Bereichen des kartographischen Erfassens und Abstrahierens.

Ob es nun sinnvoll erscheint, Abläufe, die aus der Erfahrung des Kartographen heraus geplant und durchgeführt werden müssen, zu automatisieren, reglementieren und damit einer entscheidenden Einschränkung zu unterziehen, scheint zumindest bedenkenswert. Oder liegt vielmehr die Zukunft der Automation in der Kartographie in der sinnvollen Verbindung von automationsgestützt ablaufenden Prozessen mit manuellen Bearbeitungsschritten, in die das ganze Fachwissen des Kartographen einfließen kann?

Literaturverzeichnis

- Jensch G.*: DIE ERDE UND IHRE DARSTELLUNG IM KARTENBILD (DAS GEOGRAPHISCHE SEMINAR). 2. Auflage. Braunschweig. (1975).
- Kelnhofner F.*: Geoinformationssysteme und EDV-Kartographie. In: MITTEILUNGEN DER ÖSTERREICHISCHEN GEOGRAPHISCHEN GESELLSCHAFT, BD. 137. Wien: Österreichische Geographische Gesellschaft. (1995). S. 307-328.
- Kelnhofner F.*: Anwendungsorientierte Entwicklungen und Kartenprojekte des Instituts für Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien. In: *Kretschmer I., K. Kriz* (Hrsg.). WIENER SCHRIFTEN ZUR GEOGRAPHIE UND KARTOGRAPHIE, BD. 9. Wien: Institut für Geographie der Universität Wien, Ordinariat für Geographie und Kartographie. (1996). S. 116-130.
- Kelnhofner F., A. Pammer, G. Schimon*: Prototype of an interactive multimedia atlas of Austria - Concepts of design and strategies of technical realization. In: *Cartwright W., M. Peterson, G. Gartner* (Hrsg.). MULTIMEDIA CARTOGRAPHY, Heidelberg: Springer Verlag. (1999). S. 87-97.
- Uhlirz S.*: VISUALISIERUNG VON ZÄHLDATEN IN THEMATISCHEN KARTEN. Diplomarbeit, Technische Universität Wien. (1997).

“Wien CIR” - City Informationssystem für Rollstuhlfahrer – Konzeption, kartographische Gestaltung und technische Realisierung

Doris Teufelsbrucker, Wien

Zusammenfassung

Rollstuhlfahrer werden wegen ihrer Mobilitätsbehinderung oft mit Problemen im Alltag konfrontiert, die sie dazu veranlassen, fremde Hilfe in Anspruch zu nehmen. Zahlreiche Barrieren im Straßenraum und in Gebäuden erschweren das selbständige Bewegen im öffentlichen Raum. Informationen über Barrieren oder „rollstuhlgeeignete“ Einrichtungen könnten den Rollstuhlfahrern helfen, Situationen selbständig zu meistern. Da ein Großteil dieser Informationen räumlichen Charakter besitzt, können sie am wirkungsvollsten mittels kartographischer Methoden visualisiert und verbreitet werden. Dieser Beitrag beschreibt das Projekt „Wien-CIR – City Informationssystem für Rollstuhlfahrer“, das als Diplomarbeit am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien hergestellt wurde. Es soll Rollstuhlfahrern, die als Touristen nach Wien kommen, spezifische Informationen anbieten. In Folge werden die wesentlichen Aspekte von Konzeption, kartographischer Gestaltung und technischer Realisierung des „Wien-CIR“ erläutert. Dies beinhaltet u.a. eine Diskussion einiger grundlegenden Restriktionen bei der Herstellung von digitalen, interaktiven Informationssystemen, in denen der Bildschirm für die Präsentation und die Informationserschließung verwendet wird. Ebenso folgt eine Beschreibung des Designs von Datenbank, Bildschirmkarten und Benutzeroberfläche sowie eine Erläuterung der Interaktions- und Navigationsmöglichkeiten für den Nutzer. Im August 1999 wurde der Prototyp des „Wien-CIR“ bei der ICC (International Cartographic Conference) in Ottawa, Kanada, unter dem Motto „Maps for Special Needs Users“ vor internationalem Publikum präsentiert.

Abstract

The City of Vienna is an attractive destination for tourists, but the old town structure causes problems for wheelchair users. Barriers in streets and in buildings (e.g. steps, big gradients, too narrow doors) often determine accessibility and make assistance necessary. The Vienna City Information System for Wheelchair Tourists (VIST), a computer based cartographic information system, tries to offer carefully directed spatial information to increase the independence of these people. This paper describes the technical realization of the VIST, including preconditions in making an interactive cartographic information system, the design of some base maps and the possibilities of user interaction and navigation.

1 Problematik

Alte, historische Stadtteile vieler europäischer Städte sind oft durch hohe Gebäudedichten in Kombination mit engen, verwinkelten Straßen und Gassen gekennzeichnet. Ursprünglich wurden die Verkehrswege nur für Fußgänger und nichtmotorisierte Verkehrsarten dimensioniert, der gesamte Verkehr fand auf Straßenniveau statt. Auf Grund der zunehmenden Motorisierung erfolgte jedoch eine räumliche Trennung von motorisiertem und nicht motorisiertem Verkehr, was die Errichtung von oft sehr schmalen Gehsteigen zur Folge hatte. Normalerweise bereiten geringe Gehsteigbreiten den Fußgängern nicht allzu große Probleme, sie sind in der Regel sehr flexibel. Anders verhält es sich jedoch mit mobilitätseingeschränkten oder gehbehinderten Personen, z.B. Personen mit Gipsfuß, Kinderwagen oder aber Rollstuhlfahrern. Rollstuhlfahrer benötigen eine minimale Bewegungsbreite, zu schmale Gehsteige zwingen sie, entweder umzukehren oder sich um fremde Hilfe umzusehen, wodurch ihre Selbständigkeit eingeschränkt wird. Zusätzlich erschweren nicht abgesenkte Gehsteigkanten im Kreuzungsbereich und eine allgemein niedrigere Blickhöhe das selbständige und sichere Überqueren von Straßen. Durch die niedrigere Blickhöhe können Gefahrensituationen oft nur sehr spät erkannt oder Informationstafeln übersehen werden. Stufen, Treppen, große Steigungen und ungünstige Oberflächenmaterialien wie Kopfsteinpflaster mindern außerdem die Bewegungsfreiheit von Rollstuhlfahrern (Ackermann et.al 1997). Sie sind deswegen häufig auf fremde Hilfe angewiesen, um überhaupt am Verkehr teilzunehmen zu können.

Geht man nun von Touristen aus, deren Ziel es ist, sich Sehenswürdigkeiten anzusehen, wird klar, daß es für Touristen notwendig ist, am Verkehr teilzunehmen. Touristen haben in der Regel das Bedürfnis mobil zu sein, um Museen, Theater und andere touristische Attraktionen besuchen zu können. Doch auch die Zugänglichkeit diverser touristischer Gebäude ist für Rollstuhlfahrer nicht immer gesichert. Stufen im Eingangsbereich und im Gebäude bedeuten Barrieren und erschweren bzw. verweigern diesem Personenkreis oft den Zugang. Türbreiten sind ebenso ein wichtiges Kriterium für die Zugänglichkeit des Gebäudes selbst sowie für die Benutzbarkeit von Einrichtungen im Gebäude wie z.B. Toiletteanlagen oder Aufzüge.

Diese vorher genannten Probleme resultieren vorwiegend aus baulichen Gegebenheiten und können am wirkungsvollsten auch durch bauliche Änderungen verbessert werden. Planer und Gesetzgeber sind bereits für dieses Thema sensibilisiert, denn diverse Richtlinien, Bauordnungen und andere gesetzliche Grundlagen enthalten Bestimmungen für behindertengerechtes Bauen und Planen. Allerdings gelten gesetzliche Regelungen nur für Neubauten, Umbauten in bestehenden Gebäuden oder Straßenräumen sind gesetzlich nicht vorgeschrieben (siehe dazu u.a. Wiener Bauordnung 1997).

Eine alternative Lösung zur Verbesserung der Situation von Rollstuhlfahrern wäre, einfach Informationen anzubieten – Informationen über die Zugänglichkeit von Gebäuden und über Barrieren im Straßenraum. Dadurch wird ihnen ermöglicht, sich auf Problemsituationen einzustellen und vorzubereiten (z.B. fremde Hilfe zu organisieren) oder speziellen Situationen einfach auszuweichen. Da diese Informationen vorwiegend räumlichen Charakter besitzen (z.B. wo befindet sich eine Barriere? oder wo befindet sich ein für Rollstuhlfahrer adaptiertes Museum?), ist eine kartographische Aufbereitung naheliegend. Die Visualisierung und Aufbereitung von gezielten Informationen für Touristen im Rollstuhl wurde zum Gegenstand dieser Arbeit.

Üblicherweise wurden für solche Zwecke gedruckte Stadtführer verwendet. Die Möglichkeiten der Informationswiedergabe sind hier allerdings beschränkt, beispielsweise durch die Menge und Vielfalt der Darstellungsmöglichkeiten. Einerseits können aufgrund von

„Platzproblemen“ nicht sämtliche Informationen graphisch dargestellt werden, andererseits können nicht beliebig viele Zusatzinformationen textlich in der Karte integriert werden, da die Übersichtlichkeit und Lesbarkeit darunter leiden würde. Informationen werden daher oft zusammengefaßt und in Kategorien angeboten, z.B. ein Hotel ist für Rollstuhlfahrer geeignet, teilweise geeignet oder nicht geeignet (Zapp 1997). Detailinformationen über z.B. Türbreiten, Anzahl von Stufen etc. gehen dadurch aber verloren. Genauere Informationen können jedoch wichtig sein, denn nicht für jeden Rollstuhlfahrer sind z.B. Stufen unüberwindbar, manche Rollstuhlfahrer können eine gewisse Anzahl von Stufen problemlos bewältigen.

Zur Visualisierung und Verarbeitung von Informationen wurde in diesem Projekt daher die Computertechnologie genutzt. Ein kartographisches Informationssystem (KIS) ermöglicht, nicht nur Daten graphisch darzustellen bzw. textlich zu erläutern, sondern auch Daten im Hintergrund bereitzustellen, welche nur auf Wunsch des Nutzers visualisiert werden. Daten können in verschiedenen Formen (Text, Graphiken, Tabellen etc.) und in beliebigem Ausmaß und somit auch als Detailinformationen integriert werden. Folglich kann ein computerbasiertes System an die speziellen Bedürfnisse individueller Nutzer besser angepaßt werden.

Durch die Informationserschließung am Bildschirm ergeben sich obendrein neue, zusätzliche Möglichkeiten - wie Interaktivität, Animationen und Multimedia – der grundlegenden Aufgabe der Kartographie, dem Nutzer „eine möglichst zutreffende Vorstellung von der vergangenen, gegenwärtigen oder geplanten Wirklichkeit zu geben“ (Hake 1982, S. 14), gerecht zu werden.

„Interaktion“ wird nach diversen Lexika als *wechselseitiges Vorgehen* oder als *Wechselbeziehung zwischen Partnern* definiert. Dies bedeutet, „daß von zwei Systemen/Interaktionspartner/Kommunikanten jeweils der eine auf das Verhalten des anderen reagiert...“ (Heidmann 1996, S. 151). Die Realität besteht ebenso aus zahlreichen Wechselbeziehungen, in der Realität ist der Mensch interaktiv, er lebt (normalerweise) nicht isoliert, sondern geht Beziehungen ein, knüpft Kontakte und kommuniziert mit anderen Menschen oder Lebewesen. Ein interaktiver Kommunikationsstil bzw. interaktive Informationserschließung, die in Systemen wie z.B. einem KIS zwischen Mensch und Computer hergestellt werden kann, kommt daher der Realität sehr nahe. Ebenso ist die Realität komplex und dynamisch. Animationen vermitteln Dynamik, sie können raum-zeitliche Veränderungen in Echtzeit und damit sehr anschaulich und realistisch darstellen.

Durch jedes Medium als Träger bzw. Übermittler von Informationen werden auch bestimmte menschliche Sinne angesprochen. Peterson (1995, S. 16) spricht in diesem Zusammenhang von einem sog. „sensorischen Mix“, der durch jedes Medium beim Menschen ausgelöst wird. Und je mehr Sinne involviert sind, desto wirklichkeitsnäher kann eine Botschaft auch aufgenommen werden. Multimedia-Produkte sprechen mehrere menschliche Sinne an, da sowohl visuelle als auch auditive Elemente integriert werden können. Sie können deshalb ebenso zu einer realitätsnäheren Vermittlung von (Raum)Informationen beitragen.

In computerbasierten Systemen können diese neuen Möglichkeiten neben herkömmlichen Informationsmethoden effektiv eingesetzt werden. Aus zeitlichen Gründen wurden im „Wien-CIR“ nur bestimmte Möglichkeiten genutzt, allerdings erfolgte die Konzeption dahingehend, daß das System Erweiterungen in verschiedenen Formen zuläßt. Im nächsten Abschnitt werden als Grundlage für die spätere Beschreibung der technischen Realisierung des „Wien-CIR“ zunächst theoretische Aspekte von kartographischen Informationssystemen (KIS), die wichtigsten Prinzipien bei der Erstellung eines KIS, erläutert.

2 Kartographische Informationssysteme (KIS)

Computerbasierte Informationssysteme werden bereits für viele Zwecke eingesetzt. Am meisten verbreitet sind geographische Informationssysteme (GIS), deren Stärke in der Analyse von räumlichen Daten liegt. KIS hingegen sollten hauptsächlich der Visualisierung von Geosachverhalten dienen, es sollte vorwiegend auf die graphische Gestaltung und auf Grundsätze der Perzeption Rücksicht genommen werden. Die Daten werden für eine Präsentation aufbereitet, wobei deren Lesbarkeit zu garantieren ist (Kelnhofer 1995/1996). Nach den Prinzipien von Kelnhofer für den Aufbau eines KIS wurde auch das „Wien-CIR“ erstellt, da es hierbei auch vorwiegend um die Visualisierung von Informationen für Rollstuhlfahrer geht.

Für die Lesbarkeit von Daten ist es wichtig, das räumliche Nebeneinander von Objekten klar zu erkennen. Traditionelle Karten besitzen eine hohe Auflösung und meist größeres Format, für die Anordnung von Objekten steht daher mehr Platz zur Verfügung. In computerbasierten Systemen steht hingegen durch den Bildschirm als „Präsentationsfläche“ nur sehr wenig Platz zur Verfügung. Dieses Problem kann in einem (computerbasierten) Informationssystem entweder dadurch gelöst werden, daß Bereiche gezoomt werden und/oder daß nicht sämtliche Daten visualisiert, sondern nur bei Bedarf dem Nutzer auf verschiedene Weise präsentiert werden: als einzelne Informationsebenen (Layer), als Diagramme, Tabellen, Formulare, Grafiken, Text etc. Durch einen Zoomvorgang kann es aber passieren, daß Daten/Objekte unleserlich werden. Kelnhofer schlägt daher die Datenaufbereitung für verschiedene Maßstabsebenen vor, was bedeutet, daß Daten je nach Maßstab unterschiedlich stark generalisiert und leserlich aufbereitet werden. Geometrisch genauere Darstellungen sowie die Möglichkeit größerer Informationsvielfalt erhöhen sich demnach mit größerem Maßstab. Ein Zoomvorgang wird durch Maßstabssprünge realisiert, durch „Sprünge“ in Karten verschiedener Maßstäbe, wobei jeweils die Mittelpunktskordinaten übergeben werden. So erhält der Nutzer vorbereitete, lesbare Bildschirmkarten. Stufenloses Zoomen sollte in einem kartographischen Informationssystem aufgrund der fehlenden automatischen Generalisierung vermieden werden (Kelnhofer 1995/1996).

Ein weiterer wichtiger Faktor (nicht nur) bei KIS ist die interaktive Informationserschließung. In computerbasierten Informationssystemen kann der Nutzer gewisse Vorgänge selbst steuern. Eine gedruckte Karte kann nur betrachtet werden, in einem KIS kann der Nutzer auch selbst aktiv werden, ein KIS kann den individuellen Bedürfnissen spezieller Nutzer besser angepaßt werden. Allerdings sollte der Nutzer nicht unbeschränkt Zugang zu Daten besitzen; speziell bei KIS ist es wichtig, daß die Nutzer keinen Zugang zu den Geometriedaten erhalten, da dadurch die vom Kartographen aufgebauten Relationen (Graphikattribute, Verbindung zu Datenbanken etc.) zerstört werden würden. Es bestehen demnach nur Interaktionsmöglichkeiten, die vom Systemdesigner vorgegeben wurden (Kelnhofer 1995/1996).

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, können in Systemen wie KIS oder GIS verschiedene Datentypen verwaltet und auch miteinander verknüpft werden. Somit müssen nicht sämtliche raumbezogene Informationen gleichzeitig am Bildschirm dargestellt werden, und es können auch Zusatzinformationen, die im Hintergrund gehalten werden, integriert werden. In einer traditionellen Karte wäre eine Darstellung problematisch. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, Multimediaelemente wie Photos, Videos oder auch Sound einzubinden. Dem Nutzer wird auf diese Weise eine vielseitigere Präsentation geboten, welche zu einem besseren Verständnis von Zusammenhängen beitragen kann.

3 Geltungsbereich und Konzeption

3.1 Die Wiener Innenstadt – der Geltungsbereich des „Wien-CIR“

Dieses KIS für Rollstuhlfahrer wurde auf den 1. Bezirk, die Altstadt von Wien, ausgerichtet (siehe Abb. 1), denn hier konzentrieren sich die touristischen Ziele wie Museen, Theater und andere Sehenswürdigkeiten. Andererseits treten aber rollstuhlfahrerspezifische Probleme mit der alten Stadtstruktur auf. Schmale Gehsteige, grobe Beläge, Stufen und große Steigungen im Straßenraum erschweren Rollstuhlfahrern das selbständige Bewegen. Die Wiener Innenstadt ist daher für die Erstellung eines KIS für Rollstuhlfahrer prädestiniert, da Informationen über Barrieren und touristische Gebäude in diesem Gebiet wirklich notwendig sind.

Die relativ geringe räumliche Ausdehnung des 1. Wiener Gemeindebezirkes ermöglicht es Touristen, Sehenswürdigkeiten zu Fuß zu erreichen. Auf den Hauptverbindungsstraßen verkehren zusätzlich City-Busse, aber ein Großteil der Touristen erkundet die Innenstadt dennoch zu Fuß. Speziell in der Kärntnerstraße, welche direkt zum Stephansdom, dem Wahrzeichen der Stadt Wien, führt, tummeln sich das ganze Jahr über Touristen. Die Kärntnerstraße bildet in Kombination mit dem Ensemble Stephansdom-Stephansplatz und einigen Nebenstraßen ein großes Fußgänger-Netz, kleinere Fußgängerzonen befinden sich in der Stadt verteilt. Im Prinzip dominiert aber auch in der Innenstadt der motorisierte Individualverkehr, der die Fortbewegungsmöglichkeiten für Fußgänger und auch Rollstuhlfahrer auf Gehsteige beschränkt, wodurch o.g. Konflikte entstehen können.

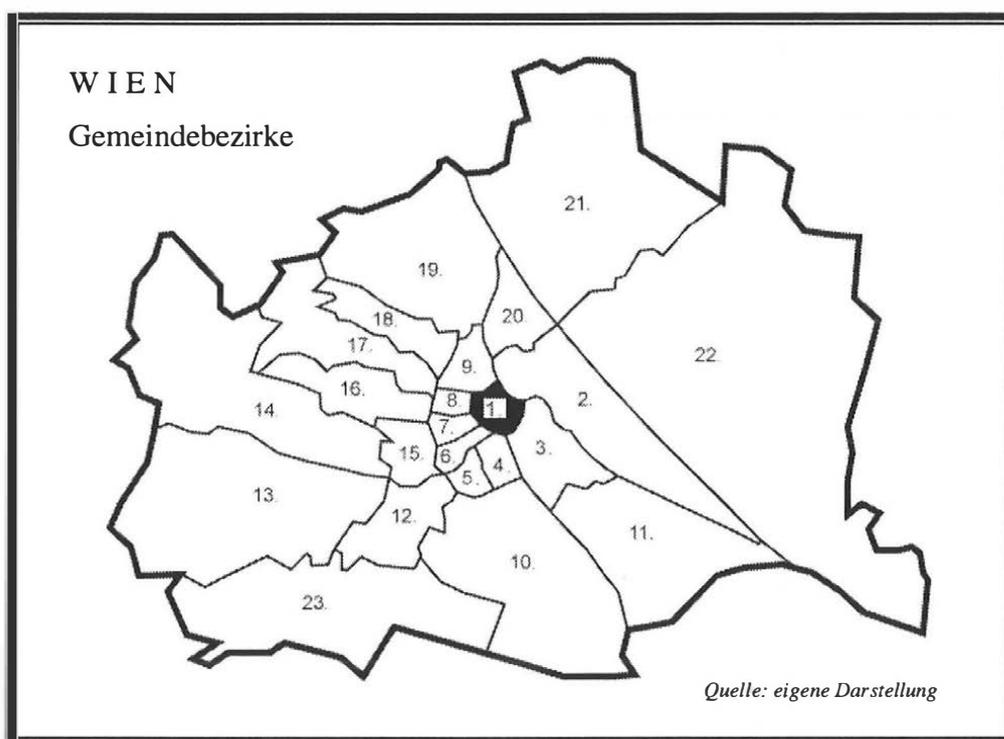


Abb. 1: Lage des 1. Wiener Gemeindebezirkes – der Geltungsbereich des „Wien-CIR“

3.2 Das „Wien-CIR“ als Prototyp

Das „Wien-CIR“ wurde als Prototyp konzipiert. Es war vorrangig wichtig, erstens herauszufinden, welche Daten für Rollstuhlfahrer in einem computerbasierten Informationssystem angeboten werden können und zweitens in welcher Form. Es sollte ein Geometriedatensatz erzeugt werden, der auf den Nutzerkreis abgestimmt ist, aber auch ausbaufähig ist und für ähnliche Themenbereiche verwendet werden kann. Es war wichtig, ein funktionierendes System herzustellen, das unterschiedliche Datentypen zu integrieren und sinnvoll zu verknüpfen vermag, um dem Nutzer eine klare und abwechslungsreiche Informationserschließung zu ermöglichen. Dabei besteht zum derzeitigen Zeitpunkt ein funktionales Grundgerüst, was bedeutet, daß die grundlegenden Funktionalitäten programmiert wurden. Es ist allerdings erweiterbar, es können problemlos zusätzliche rollstuhlfahrerspezifische Daten integriert werden, und es ist auch um zusätzliche multimediale Elemente erweiterbar. Derzeit läuft das Informationssystem am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik an der TU Wien.

Im nächsten Kapitel erfolgt eine Beschreibung der wesentlichen Arbeitsschritte, von der Datenakquirierung bis hin zur Beschreibung der Funktionalitäten des „Wien-CIR“. Tab.1 zeigt eine Liste der Software-Produkte, die für die einzelnen Bearbeitungsschritte verwendet wurden.

BEARBEITUNGSSCHRITTE	SOFTWARE
<i>Digitalisierung der Geometriedaten</i>	<i>Intergraph Microstation</i>
<i>Erstellung der Datenbank</i>	<i>Microsoft Access</i>
<i>Bearbeitung und kartographische Gestaltung der Geometriedaten</i>	<i>MapInfo Professional</i>
<i>Benutzeroberfläche, Interaktions- und Navigationsmöglichkeiten</i>	<i>Microsoft Visual Basic</i>

Tab. 1: Verwendete Software zur Realisierung des „Wien-CIR“

4 Technische Konzeption

4.1 Datenakquirierung

Bei der Herstellung eines computerbasierten Informationssystems steht die Datenbeschaffung an erster Stelle; es muß überlegt werden, welche Daten in welcher Form benötigt werden. Für das „Wien-CIR“ wurden vorerst Geometriedaten benötigt. Da diese digital nicht zur Verfügung standen, wurde entschieden, eigene Geometriedaten von einer analogen Kartenbasis (Mehrzweckkarte von Wien, enthält u.a. Straßen, Gebäude, Grundstücksgrenzen etc.) zu digitalisieren. Diese Geometriedatenbasis ist erforderlich, um später sämtliche Verortungsbezüge herstellen zu können.

Weiters waren rollstuhlfahrerspezifische Daten nötig; einerseits Informationen über den Straßenraum und andererseits Informationen über die behindertengerechte Ausstattung von touristischen Gebäuden. Rollstuhlfahrerspezifische Informationen über den Straßenraum (Gehsteigabsenkungen, Treppen, Rampen, Engstellen, Oberflächenbelag, Steigungen etc.)

konnten durch eine Begehung verortet werden, Informationen zu touristischen Gebäuden wurden vom Wiener Tourismusverband zur Verfügung gestellt. Diese Daten stammen aus einer Fragebogenaktion und enthalten Informationen beispielsweise über die Anzahl von Stufen im Eingangsbereich sowie zu sämtlichen Etagen, über das Vorhandensein von Behinderten-Toiletten, Aufzügen etc.

4.2 Datenverarbeitungsschritte

4.2.1 Digitalisierung

Diese Fragebogendaten wurden nun als Art Formulare in den Computer eingegeben und in einer Datenbank gespeichert. Informationen dieser Art existieren zu Museen und Sehenswürdigkeiten, Hotels, Theatern, Kinos, Postämtern und Tiefgaragen. Durch Scannen der analogen Karten konnte ein erster digitaler (Raster-)Datensatz der Geometriedaten erzeugt werden. Für eine Verknüpfung mit Sachdaten und für spezielle Abfragen sind allerdings Vektordaten nötig. Diese Vektordaten wurden nun direkt am Bildschirm digitalisiert, wobei nicht sämtliche Informationen der Mehrzweckkarte benötigt wurden. Es konnte ein Datensatz erzeugt werden, der auf die geplanten Funktionalitäten des „Wien-CIR“ abgestimmt ist. Dabei mußte erstens überlegt werden, welche Gegebenheiten überhaupt dargestellt werden und zweitens, in welcher Weise sie dargestellt werden sollen: punktuell, linear oder flächenhaft.

Um später bestimmte Straßen abfragen zu können, wurde zuerst das gesamte Straßennetz digitalisiert. Da sich Rollstuhlfahrer aber nicht auf Straßen, sondern auf Gehsteigen bewegen, mußten auch diese dargestellt werden und zwar, indem die Straßen mit 3 verschiedenen konstanten Breiten (abh. von der Straßenbreite) links und rechts parallel versetzt wurden. Baublöcke ergaben sich dadurch automatisch innerhalb der Gehsteige. Diese Generalisierung von Bauten ist vertretbar, da die genauen Grenzen von Gebäuden für diese Zwecke nicht von Bedeutung sind. Allerdings sind für die spätere Datenbankbindung eindeutige Ortsbezüge nötig. Sämtliche Gebäude wurden daher als sog. „identification points“ innerhalb der Baublöcke digitalisiert, später aber nicht dargestellt. Über diese Punkte, die mit Straßennamen und Hausnummer eindeutig attribuiert wurden, kann die Verbindung zur Datenbank hergestellt werden.

Informationen für Rollstuhlfahrer über den Straßenraum gibt es vorwiegend in Zusammenhang mit Gehsteigen. Die wichtigen Gehsteigabsenkungen wurden an Kreuzungen durch eine Verbindungslinie dargestellt, was in diesem Fall bedeutet, daß zwei gegenüberliegende Gehsteigkanten abgesenkt sind und der Rollstuhlfahrer die Straße überqueren kann. Andere Barrieren wie Engstellen oder Treppen wurden ebenso linear als jeweiliger Gehsteigabschnitt digitalisiert (siehe Abb. 3). Die Digitalisierung der Elemente gleicher Bedeutung erfolgte dabei in verschiedenen Layern. Dies vereinfacht später die Zuweisung des Layouts. Ähnlich der „identification points“ für Gebäude wurden auch Behinderten-WCs und rollstuhlgeeignete Telefonzellen punktuell digitalisiert, allerdings werden diese später auch dargestellt.

Zusätzlich zu den rollstuhlfahrerspezifischen Informationen erfolgte eine Digitalisierung von straßenraumprägenden Elementen wie Grünflächen, Plätze und wichtige touristische Gebäude, damit das Straßengefüge seinen Sinn behält und auch Orientierungspunkte bestehen. Diese Elemente wurden ebenso wie Fußgängerzonen flächenhaft dargestellt.

4.2.2 Kartenlayout für zwei verschiedene Maßstäbe

Um die Lesbarkeit von Sachverhalten zu garantieren, kann wegen der geringen Größe des Bildschirms nur eine beschränkte Auswahl von Inhalten dargestellt werden. Für das „Wien-CIR“ wurden diese Inhalte dermaßen abgegrenzt, daß in einer „Überblickskarte“ nur jene Inhalte visualisiert werden, die zur Orientierung des Nutzers dienen bzw. welche auf Wunsch des Nutzers am Bildschirm angezeigt werden. Die Genauigkeit der Karte ist hier beschränkt, wichtig ist, daß die Grenzen der Wiener City abgebildet werden, damit der Nutzer einen Überblick bekommt, in welchem Gebiet er sich bewegt (ca. 1:12000). Diese Überblickskarte enthält sämtliche Baublöcke (Straßen ergeben sich durch die Baublockgrenzen), Plätze, Grünflächen und wichtige touristische Gebäude. Bei der Farbwahl wurde hier auf dezente Farbtöne Wert gelegt.

Die zweite Bildschirmkarte dient zur Erschließung von graphischen Detailinformationen über den Straßenraum. Um alle Informationen unterbringen zu können, mußte daher ein größerer Maßstab gewählt werden (ca. 1:2000). Für wichtige, rollstuhlfahrerspezifische Informationen wurden kräftige Farben verwendet, die sich vom Hintergrund gut abheben. Beispielsweise wurde die Bewegungslinie bzw. -fläche, auf der sich der Rollstuhlfahrer barrierefrei bewegen kann in einem satten Rot dargestellt, Baublöcke hingegen in Hellgrau. Dabei bestanden bei der doch großen, graphisch darzustellenden Informationsvielfalt Schwierigkeiten, gut unterscheidbare Farben zu finden. Die korrekte Differenzierung von Farben bzw. Signaturen ist erstens aus rein optischen Gründen wichtig, zweitens aber auch, da sich in den Karten keinerlei Beschriftungen befinden. Die Bedeutung von Signaturen, Symbolen und anderen Gegebenheiten kann mittels „Tool-Tip-Text“¹ identifiziert werden.

Bei der Verwendung von rollstuhlfahrerspezifischen Signaturen und Symbolen wurde ebenso auf eine klare, bedeutungsbezogene Darstellung geachtet. Absolute Barrieren für Rollstuhlfahrer (z.B. Treppen) wurden durch eine unterbrochene Linie dargestellt (strichliert oder punktiert), relative Barrieren (z.B. große Steigungen) hingegen durch eine durchgezogene Linie, jedoch in einer anderen Farbe als die rote Bewegungslinie. Diese Hindernisse können in bestimmten Fällen beispielsweise mit fremder Hilfe überwunden werden. Bei der Darstellung von Linien am Bildschirm macht sich allerdings der sog. Treppeneffekt bemerkbar, manchen, v.a. schräg dargestellten Linien fehlt oft die Exaktheit. Damit muß aber bei der Kartengestaltung am Bildschirm gerechnet werden, da die Auflösung die gewohnte Auflösung einer gedruckten Karte nach dem derzeitigen Stand der Technik auch bei hochauflösenden Bildschirmen nicht erreichen kann (Kelnhofer/Ditz 1997).

Bei der Wahl von geeigneten Symbolen (punktuellen Signaturen) wurde auf deren Bildhaftigkeit geachtet, es sollten möglichst „sprechende“ Symbole verwendet werden. Ein Symbol durfte aber nicht zu komplex sein, es sollte möglich sein, es schnell und eindeutig zu erkennen, sodaß der Nutzer in der Lage ist, das richtige Objekt damit zu assoziieren. Weiters mußte auf die Größe der Symbole geachtet werden, da sie sowohl im Überblicksmaßstab als auch im Detailmaßstab verwendet werden, die Größe aber nicht automatisch angepaßt wird.

Rollstuhlfahrerspezifische Flächensignaturen kommen in Zusammenhang mit Fußgängerzonen vor. Diese werden an sich flächenhaft in demselben Rot wie die Bewegungslinien dargestellt, bei (Teilstücken von) Fußgängerzonen, die für Rollstuhlfahrer zu steil oder mit Kopfsteinpflaster

¹ Tool-Tip-Text kann in Visual Basic als „Mouse move – Ereignis“ programmiert werden: Bei Bewegen der Maus über einem Objekt oder sonstigen Gegebenheiten erscheint der Name oder andere vorher festgelegte Informationen am Bildschirm. Diese Form der Informationserschließung ist auch als „Mouse-over-Beschriftung“ bekannt.

versehen sind, wurden Linienschraffuren darübergerlegt. Sonstige flächenhafte Darstellungen dienen auch im Detailmaßstab der Orientierung (z.B. Grünflächen, Baublöcke etc.).

4.2.3 Interaktions- und Navigationsmöglichkeiten

Um dem Nutzer eine klare Informationserschließung zu ermöglichen, wurden nun die einzelnen „Teile“ des Informationssystems (Karten, Datenbanken, Photos) kombiniert, sinnvoll miteinander verknüpft und die Interaktions- und Navigationsmöglichkeiten des Nutzers festgelegt:

Interaktionsmöglichkeiten im Überblicksmaßstab

Dem Nutzer wird eine Karte der Wiener City in dezenten Farbtönen gezeigt, welche vorerst der Orientierung dient. Sie soll dem Nutzer, v.a. dem Tourist, einen ersten Eindruck von der räumlichen Ausdehnung der Wiener Innenstadt vermitteln und in der Folge zur Visualisierung von „Überblicksinformationen“ dienen.

- *Informationserschließung über die Karte*

Nur durch die Karte allein kann sich der Nutzer an den gekennzeichneten Gebäuden, Plätzen und an Parks orientieren. Durch Bewegen der Maus über der Karte, beispielsweise über einem Gebäude, erscheint der Name des Gebäudes („ToolTipText“) am Bildschirm (siehe Abb. 2). Ebenso verhält es sich mit Straßen-, Platz- und Parknamen. So erhält der Nutzer als Einstiegsinformation nicht nur die Namen diverser Gegebenheiten, sondern auch Informationen über deren Lage.

- *Informationserschließung über die Datenbank*

Rechts neben der Karte befinden sich sog. „Combo-Boxen“². Die erste „Combo-Box“ enthält eine Liste aller Straßen der Wiener Innenstadt. Der Nutzer kann nun eine Straße auswählen, und sobald er sie ausgewählt hat, wird diese in einem kräftigen Rot in der Karte angezeigt. Die nächsten „Combo-Boxen“ enthalten die Namen aller Museen, Sehenswürdigkeiten, Kinos, Theater und Hotels. Durch Auswahl eines Namens erscheint das jeweilige Gebäude in Form des dazu passenden Symbols ebenfalls in der Karte (siehe Abb. 2). Zusätzlich besteht die Möglichkeit, sich sämtliche Gebäude eines Typs (z.B. Kinos) anzeigen zu lassen.

Durch *Klicken* auf ein Gebäude können nun Informationen dazu abgefragt werden. Dies sind im wesentlichen Name, Adresse, Telefonnummer und sämtliche Daten über die behindertengerechte Ausstattung der Einrichtung. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, ein Photo dazuzuladen. Durch einen „Zurück-Button“ gelangt der Nutzer wieder in den Überblicksmaßstab. Tiefgaragen, Postämter, Behinderten-WCs und rollstuhlgeeignete Telefonzellen können ebenfalls in einer Liste ausgewählt und in der Karte angezeigt werden. Die Auswahl erfolgt hier allerdings über den Straßennamen. Zu Tiefgaragen und Postämtern kann ebenso eine Datenbankabfrage durchgeführt werden, und es werden dem Nutzer ähnliche Daten präsentiert.

² Eine Combo-Box ist ein Visual Basic – Steuerelement, welches durch eine Datenbankverbindung die Auswahl aus einer Liste ermöglicht.



Abb. 2: Informationserschließung- und visualisierung im Überblicksmaßstab mittels „Tool-Tip-Text“ und „Combo-Box“

Interessieren den Nutzer nun Details über den Straßenraum, den er durch die Überblicksinformationen schon etwas kennengelernt hat, so kann er nun mit Hilfe eines „ZoomIn-Buttons“ einen Ausschnitt wählen, der ihm vergrößert angezeigt wird. Der Nutzer gelangt somit automatisch in den Detailmaßstab.

Interaktionsmöglichkeiten im Detailmaßstab

Die Größe der Darstellung im Detailmaßstab bleibt immer gleich, egal wie groß der Ausschnitt gewählt wird, es werden nur die Mittelpunktskordinaten übergeben. Der Nutzer kann sich nun im Detailmaßstab mit Hilfe von „Scroll-bars“ bewegen. Ein Hinweis („Info-Button“) an den Nutzer, daß er sich innerhalb bzw. auf den roten Flächen und Linien barrierefrei bewegen kann, erleichtert diesem zu Beginn, den Sinn dieser Karte zu verstehen. Die restliche Informationserschließung erfolgt nun interaktiv in der Karte. Abb. 3 zeigt einen Ausschnitt der Karte im Detailmaßstab, wobei Farben durch Grautöne ersetzt werden mußten.

• *Informationserschließung über die Karte*

Die Karte enthält einerseits alle Wege und Flächen, auf denen sich der Rollstuhlfahrer barrierefrei bewegen kann, und andererseits auch die Barrieren im Straßenraum wie Treppen oder Engstellen. Diese Barrieren sind in der Karte durch jeweils eigene Signaturen gekennzeichnet. Durch Bewegen der Maus über einer Signatur erfährt der Nutzer, um welche Barriere es sich handelt („Tool-Tip-Text“). Ebenso erscheinen Straßennamen und die Namen berühmter Gebäude durch „Tool-Tip-Texte“ am Bildschirm, damit die Orientierung nicht verloren geht. Zusätzlich sind in der Karte sämtliche Einrichtungen durch Symbole dargestellt, welche im Überblicksmaßstab nur auf Wunsch des Nutzers visualisiert wurden: Kinos, Hotels, Theater usw. Durch Bewegen der Maus über einem Symbol erscheint auch der Name dieser Einrichtung. So kann sich der Nutzer beispielsweise einen „barrierefreien“ Weg zu einer gewünschten Einrichtung bzw. die kürzeste, barrierefreie Verbindung zwischen zwei Einrichtungen suchen.

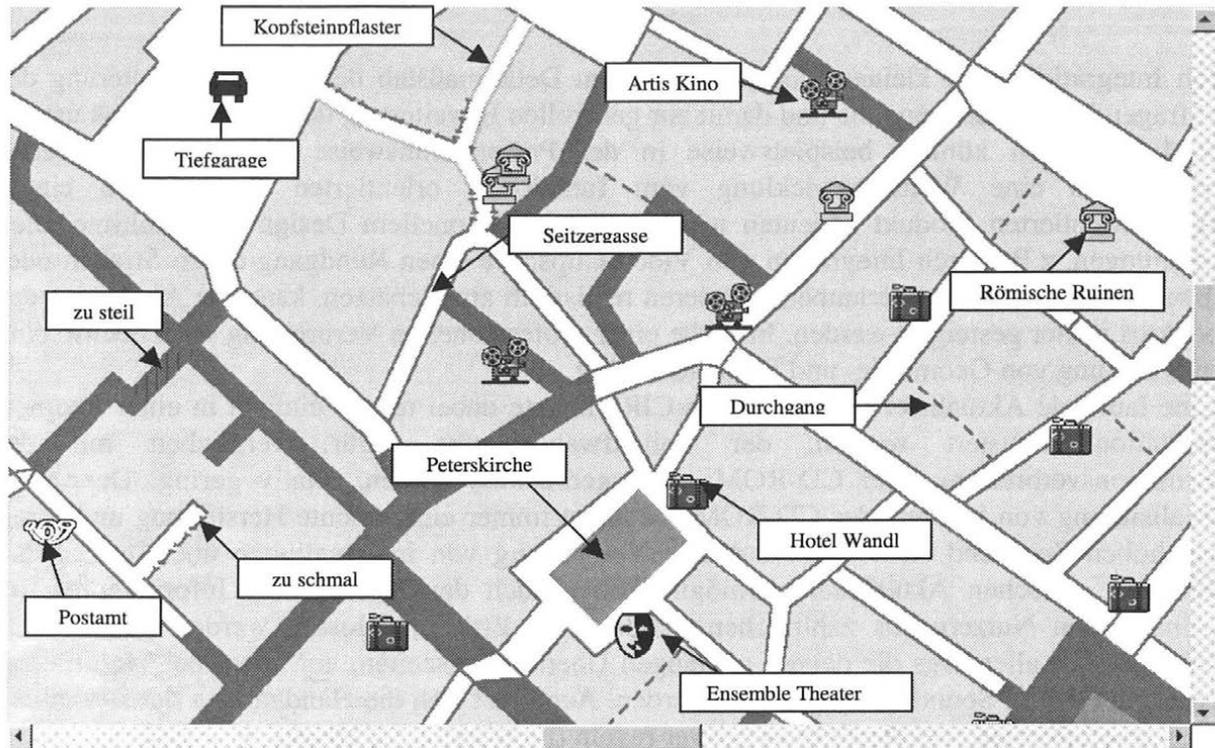


Abb. 3: Informationserschließung im Detailmaßstab mittels „Tool-Tip-Text“

- *Informationserschließung über die Datenbank*

Durch *Klicken* auf ein Symbol können auch im Detailmaßstab genauere Informationen über die behindertengerechte Ausstattung der speziellen Einrichtungen abgefragt werden. Ebenso besteht die Möglichkeit, ein Photo dazuladen, und durch einen „Zurück-Button“ gelangt der Nutzer wieder in den Detailmaßstab. Auf der Benutzeroberfläche im Detailmaßstab ist ein „Zurück zur Übersicht-Button“ integriert, welcher dem Nutzer ermöglicht, wieder in den kleineren Maßstab zu gelangen und einen anderen Bereich auszuwählen. So schließt sich der Kreis, und der Nutzer kann all diese Vorgänge beliebig oft wiederholen, bis er alle gewünschten Informationen erschlossen hat. Aus Zeitgründen wurde die Einblendung einer kleinen Übersichtskarte im Detailmaßstab nicht realisiert, eine derartige Karte kann aber später noch eingebunden werden. Sie wäre vor allem wichtig, um dem Nutzer anzuzeigen, an welcher Stelle er sich gerade befindet, wodurch ihm die Orientierung erleichtert werden kann.

5 Schlußbemerkungen

In den letzten Kapiteln wurde beschrieben, wie das „Wien-CIR“ funktioniert, wie der Nutzer Informationen erschliessen kann und in welcher Weise er sie präsentiert bekommt. Dadurch wurde der Status Quo erläutert. Das „Wien-CIR“ besteht derzeit, wie bereits erwähnt, als Prototyp, es ist an einen lokalen Rechner gebunden, für Präsentationszwecke kann aber jederzeit eine CD-ROM-Version hergestellt werden. Allerdings stellt sich die Frage nach einer zukünftigen Verwendung bzw. nach Erweiterungs- Verbesserungs- und Verbreitungsmöglichkeiten. Beispielsweise wäre eine räumliche Erweiterung sinnvoll, in dem Sinn, daß der Geltungsbereich auf mehrere bzw. sämtliche Bezirke von Wien ausgedehnt wird, andererseits würde das System von funktionellen Erweiterungen und diversen Ergänzungen profitieren, z.B.

durch Integration einer kleinen Übersichtskarte im Detailmaßstab oder durch Erweiterung der abzufragenden Themenbereiche und damit zur generellen Erweiterung der Sachdatenbank usw.

Verbesserungen können beispielsweise in der Präsentationsweise und -vielfalt gesehen werden, was eine Weiterentwicklung vom funktionell orientierten Prototyp zu einem verkaufsorientierten Produkt bedeuten würde. Mit professionellem Design und multimedialen Darbietungen, z.B. durch Integration von Video-Clips, die einen Rundgang durch Straßen oder Gebäude zeigen und somit erlauben, Barrieren realistisch abzuschätzen, kann die Akzeptanz des Produktes weiter gesteigert werden. Im Falle einer professionellen Verbreitung wäre ebenso eine Aktualisierung von Geometrie- und Sachdaten nötig.

Eine laufende Aktualisierung des „Wien-CIR“ könnte dabei relativ einfach in einer Internet-Applikation realisiert werden, der Zeitaufwand wäre dafür, verglichen mit der Informationsverbreitung über CD-ROMs oder gedruckten Karten, relativ gering. Denn eine Aktualisierung von Karten oder CD-ROMs bedeutet immer eine erneute Herstellung und somit einen hohen Zeit- und Kostenaufwand. Die Verbreitung von Informationen über Internet hat neben den einfachen Aktualisierungsmöglichkeiten auch den Vorteil, daß Informationen im Vorhinein, von Nutzern aus zahlreichen Ländern der Erde erschlossen werden können. Als Manko müssen allerdings die derzeit oft langen Übertragungszeiten, vor allem bei Multimedia-Elementen (Video, Sound, etc.), gesehen werden. Auch läßt sich die Handhabung der Bezahlung von Internetinformationen derzeit nur schwer regeln (Fleissner et.al. 1997).

Im Falle des „Wien-CIR“ wäre es natürlich auch ein großer Vorteil für den Rollstuhlfahrer, die Informationen vor Ort erschließen zu können bzw. über Satelliten (GPS) seine genaue Lage bestimmen zu können. Bei der Entwicklung transportabler Navigationssysteme dieser Art wird aber der entscheidende Faktor die Bildschirmgröße sein.

All diese eben genannten Erweiterungs-, Verbesserungs- und Verbreitungsmöglichkeiten zeigen eine breite Palette an offenen Optionen. Welcher Weg letztendlich im Falle des „Wien-CIR“ gegangen wird, hängt aber von zukünftigen finanziellen Zuwendungen bzw. sonstigen Rahmenbedingungen ab, die es erlauben, daran weiterzuarbeiten, damit Rollstuhlfahrer zukünftig auch Zugang zu diesen Informationen haben.

Literaturverzeichnis

- Ackermann, Kurt, Bartz, Christian und Feller, Gabriele:* BEHINDERTENGERECHTE VERKEHRSANLAGEN – PLANUNGSHANDBUCH FÜR ARCHITEKTEN UND INGENIEURE. Düsseldorf. (1997)
- Fleissner, Peter, Hofkirchner, Wolfgang, Müller, Harald, Pohl, Margit und Stary, Christian:* DER MENSCH LEBT NICHT VOM BIT ALLEIN... – Information in Technik und Gesellschaft. Wien. (1997)
- Hake, Günter:* KARTOGRAPHIE I. Berlin, New York. (1982)
- Heidmann, Frank:* Wissenserwerb und Wissensveränderung durch hypermediale Kartensysteme in Schule und Hochschule. In: Kartographie im Umbruch - neue Herausforderungen, neue Technologien. BEITRÄGE ZUM KARTOGRAPHIEKONGRESS INTERLAKEN 1996. S. 133 - 155. (1996)
- Kelnhofner, Fritz:* Geoinformationssysteme und EDV-Kartographie. MITTEILUNGEN DER ÖSTERR. GEOGRAPHISCHEN GESELLSCHAFT, Band 137, S. 307 – 326. Wien. (1995)
- Kelnhofner, Fritz:* Geographische und/oder kartographische Informationssysteme. In: Kartographie im Umbruch - neue Herausforderungen, neue Technologien, BEITRÄGE ZUM KARTOGRAPHIEKONGRESS INTERLAKEN 1996, S. 9 – 24. (1996)
- Kelnhofner, Fritz und Ditz, Robert:* Interaktive Atlanten – Eine neue Dimension der Kartographischen Informationsvermittlung. MITTEILUNGEN DER ÖSTERREICHISCHEN GEOGRAPHISCHEN GESELLSCHAFT, Band 139, S. 278 – 311. Wien. (1997)
- Peterson, Michael P.:* INTERACTIVE AND ANIMATED CARTOGRAPHY. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. (1995)

- WIENER BAUORDNUNG*: Wiener Stadtentwicklungs-, Stadtplanungs-, und Baugesetzbuch, LGBl 40/1997. (1997)
- WIENER GEHSTEIGVERORDNUNG*: Verordnung der Wiener Landesregierung, mit der nähere Vorschriften über die Beschaffenheit der Gehsteige und ihrer baulichen Anlagen erlassen werden. LGBl 22/1984. (1984)
- WIENER VERANSTALTUNGSSTÄTTENGESETZ*: Gesetz betreffend die Lage, Beschaffenheit, Einrichtungen und Betrieb von Veranstaltungsstätten, LGBl 04/1978 idgF. (1978)
- Zapp, Michael: BARRIER INFO SYSTEM – INFORMATIONEN ÜBER MOBILITÄTSBARRIEREN. In: <http://www.dias.de/bis>. Kopie vom 9. 3. 1998. (1997)

Lösung von Stadtplanungs- und Geomarketingaufgaben mit Hilfe der koordinatengebundenen Statistik

Erich Wonka, Wien

Zusammenfassung

Die amtliche Statistik stellt eine Vielzahl von Daten bereit, die wertvolle Informationsquellen für Stadtplanungs- und Geomarketingaufgaben sein können. Voraussetzung für eine derartige Nutzung der Daten sind die statistischen Daten selbst, die möglichst kleinräumig im Geographischen Informationssystem (GIS) gespeichert sind. Nur regional detailliert aufbereitete statistische Daten können helfen, Planungsprobleme transparent zu machen und damit Fehlentscheidungen zu verhindern. Dies wird in dieser Arbeit anhand von Kartenbeispielen gezeigt.

Abstract

Official Statistics makes numerous data available which may become a valuable source of information for municipal planning and geo-marketing activities. The prerequisite for such use of these data is that the statistical data are saved using a minimum of storage capacity in the Geographic Information System (GIS). Only statistical data prepared according to regional details can aid in making planning problems transparent and thus in avoiding bad decisions. The study demonstrates this by means of maps showing specific examples.

1 Koordinatengebundene Statistik als Voraussetzung für räumliche Analysen

Zur Zeit laufen im Österreichischen Statistischen Zentralamt (ÖSTAT) Vorbereitungen für die Großzählung 2001. Dabei soll es im Vergleich zur vorhergehenden Großzählung wesentliche Verbesserungen hinsichtlich der kleinräumigen Datenbereitstellung geben. Die Großzählungsdaten 1991 sind in Österreich zwar nach Gebäudeadressen im Gebäuderegister des ÖSTAT gespeichert, es fehlt aber ein Koordinatenwert als Lokalisierungspunkt dieser Gebäudeadresse. Nur dann, wenn die statistischen Daten mit den Koordinaten der Gebäudeadresse gespeichert sind, kann mit Hilfe Geographischer Informationssysteme der Arbeitsaufwand für die Bildung von individuellen statistischen Gebietseinheiten gering gehalten werden. Aus diesem Grund plant das ÖSTAT mit Unterstützung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (BEV), die Gebäudeadressen der Großzählung zu verorten. Das heißt, jede Gebäudeadresse enthält einen Koordinatenwert zur Bestimmung ihrer Position. Bis zur Veröffentlichung der Großzählungsdaten 2001 soll in Österreich bereits der überwiegende Teil der Gebäudeadressen mit Gebäudekoordinaten verknüpft sein (Wonka 1998).

Neben dem ÖSTAT ist auch die Firma Schubert & Partner in St. Pölten bestrebt, im Rahmen verschiedener Kooperationen mit öffentlichen und privaten Stellen (vorerst in den wirtschaftlichen Ballungszentren Österreichs) die Gebäudeadressen des ÖSTAT-Gebäuderegisters zu verorten und in Verbindung mit Karten zu vermarkten. Besonders hervorzuheben ist dabei das Landeshauptstädte-Programm „Citymap Plus“, eine Kombination von Stadtplänen mit geocodierten Gebäudeadressen. Dieses Programm wird kontinuierlich und bedarfsbezogen erweitert. Eine Codierung aller Adressen Österreichs bis zum Jahre 2001 wird angestrebt.

Auch beim Tiroler Raumordnungs-Informationssystem wurde begonnen, alle Tiroler Adressen in digitaler Form geographisch zu verorten. Die Projektplanung „Adreßverortung Tirol“ sieht für die kommenden zwei Jahre (Ende 2001) die Erfassung sämtlicher Adressen von Tirol vor (Niedertscheider 1999). Erfassungsgrundlage ist die digitale Luftbildauswertung im Maßstab 1:5.000, die anhand des dort enthaltenen Gebäudebestandes als Verortungsbasis der punktuellen Adreßdaten dient. Diesen Punktinformationen wird sowohl die Adresse mit der Schreibweise aus dem ÖSTAT-Gebäuderegister als auch ein Objektcode zugewiesen, wodurch die Verknüpfung mit den Großzählungsdaten in aggregierter Form möglich sein wird.

2 Kartenbeispiele

Die Darstellung regionalstatistischer Informationen in Plänen eröffnet neue Analysemöglichkeiten. Wo tabellarisch aufbereitete Statistiken nur schwer interpretierbar sind, ist die Analyse thematischer Karten leicht. Statistische Informationen kartographisch aufbereitet sind für jede Gemeinde als Entscheidungsgrundlage für die örtliche Raumplanung von größter Bedeutung. Man kann feststellen, ob Familien mit kleinen Kindern innerhalb eines gewünschten Gebietes (z.B. Stadt- oder Ortsteil) wohnen und ob ein Kindergarten notwendig ist. Oder man sucht nach den meisten Pensionisten, um Einkaufs-Dienste anzubieten. Dies sind Beispiele für mögliche Anwendungen der Datenverknüpfung aus der Volkszählung. Aber nicht nur der öffentliche, sondern auch der private Sektor profitiert von diesen statistischen Informationen. Es können z.B. für die Standortwahl von geplanten Geschäften (Supermärkte oder Möbelhäuser) leichter Entscheidungen getroffen werden, wenn man weiß, wie das Durchschnittsalter der Bevölkerung oder wie hoch der Anteil der Angestellten oder Arbeiter in der unmittelbaren Umgebung ist.

Verantwortungsvolle Entscheidungen können oft nur mit entsprechender kleinräumiger statistischer Grundlageninformation getroffen werden. Im folgenden werden Anwendungsbeispiele aus den Bereichen des Geomarketing und der Stadtplanung gezeigt. Diese Kartenbeispiele haben modellhaften Charakter und lassen nur begrenzt Rückschlüsse auf die tatsächliche Situation zu. Nur so war es möglich, komplexe Sachverhalte in einem sehr kleinen Kartenausschnitt übersichtlich zu zeigen.

2.1 Geomarketing

Die meisten Unternehmensdaten wie Kundenadressen oder Umsatzzahlen haben einen räumlichen Bezug. Geomarketing verbindet diese Unternehmensdaten mit Wirtschafts- und Strukturdaten auf der Basis digitaler Karten. Die Voraussetzung für ein erfolgreiches Marketing ist auch das Wissen um die räumliche Verteilung von Zielgruppen. Vor allem für Zielgruppenanalysen werden Daten der amtlichen Statistik benötigt (Leiberich 1997). Das Kaufverhalten jeder Region ist von ihrer soziodemographischen Struktur abhängig. Sind die

Regionsabgrenzungen zu groß gewählt, können die soziodemographischen Strukturen leicht verwischt und damit unter Umständen das Einkaufsverhalten der in dieser Region lebenden Bevölkerung falsch eingeschätzt werden. Nur dann, wenn statistische Daten auf der Grundlage möglichst kleinräumiger Gebietsaufteilungen zur Verfügung stehen, können räumliche Analysen mit entsprechender Genauigkeit durchgeführt werden (siehe Karte 1–4).

2.2 Stadtplanung

In den Raumordnungsgesetzen der Bundesländer sind die Planungsinhalte für die Gemeinden mehr oder weniger präzise festgelegt. Dabei geht es nicht nur um die Erstellung von Flächenwidmungs- oder Bebauungsplänen, sondern auch um die Erstellung von Planungsgrundlagen (z.B. naturräumliche Gegebenheiten, Grundausrüstung, Betriebsstättenplan, bauliche Bestandsaufnahme, Verkehrs- und Landschaftskonzept etc.). Jeder Gemeinde steht es frei, zusätzlich zu den vom Landesgesetzgeber vorgeschriebenen Planungsgrundlagen weitere Pläne oder Karten (z.B. Emissionskataster und Lärmkataster) zu erstellen (Wonka 1997 und 1999). In den Karten 5–20 werden Anwendungsbeispiele für den Bereich der Stadtplanung gezeigt, wo der Einsatz der Großzählungsdaten notwendig ist.

3 Datenschutz

Die Entwicklung auf dem Gebiet der kommunalen Planung und des Geomarketings geht in Richtung von immer feineren Aufteilungen. Wunschvorstellung ist, die statistischen Daten bis hinunter auf die Gebäudeadresse zu bekommen. Diesem Bemühen setzt das österreichische Datenschutzgesetz Grenzen. Auf Grund dieses Gesetzes sind Einzelangaben über persönliche und sachliche Verhältnisse natürlicher Personen grundsätzlich geheimzuhalten.

Zu den vom ÖSTAT herausgegebenen statistischen Daten ist folgendes zu bemerken: Das ÖSTAT stellt auf der Basis von Gebäuden nur die Zahl der Gebäude, Einwohner, Wohnungen¹ und Arbeitsstätten zur Verfügung. Mit diesen Daten kann der externe Datenbankbenützer kartographische Darstellungen auf der Basis von Gebäudeadressen durchführen. Detaillierte räumliche Analysen sind möglich (siehe dazu Karten 7–15 und 19).

Merkmale zu den Gebäuden, Wohnungen und Arbeitsstätten werden vom ÖSTAT an externe Datenbankbenützer nur in aggregierter Form weitergeben, so daß keine Zuordnung der Informationen zu ihrem Träger mehr möglich ist. Je nachdem, ob es sich dabei um Merkmale aus der Volkszählung, Häuser- und Wohnungszählung oder der Arbeitsstättenzählung handelt, ist dabei das Aggregationsniveau verschieden. Will man Daten aus der Volkszählung bekommen, müssen die statistischen Gebiete so groß sein, daß mindestens 30 Einwohner darin zu liegen kommen. Bei Daten aus der Häuser- und Wohnungszählung muß das Gebiet mindestens 4 Gebäude umfassen und bei Daten aus der Arbeitsstättenzählung mindestens 4 Arbeitsstätten.

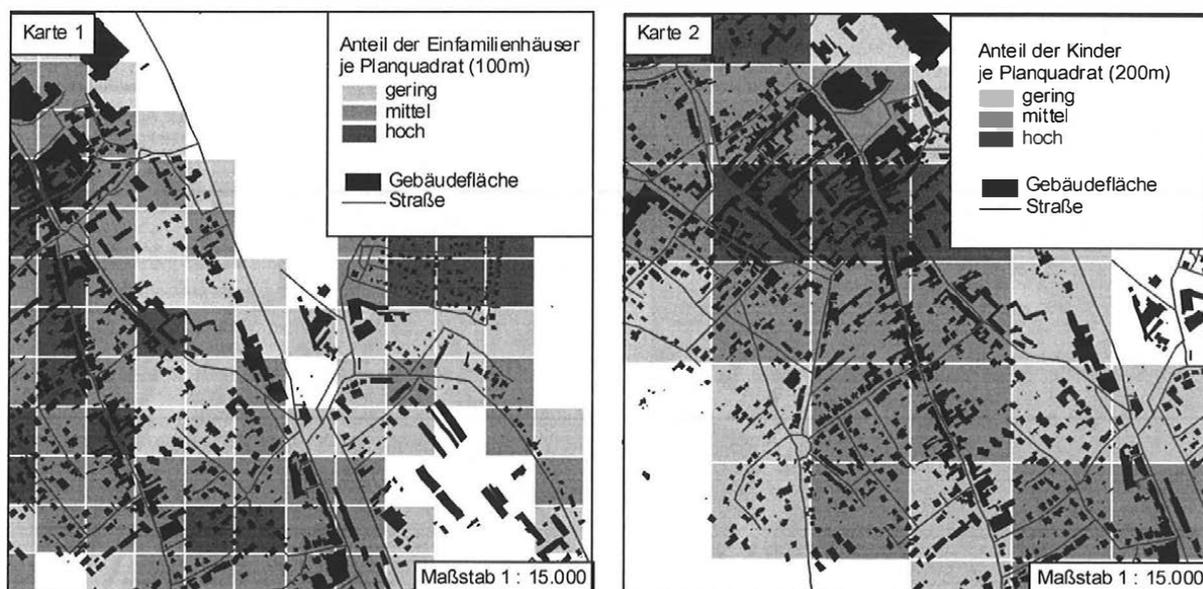
Das unterschiedliche Aggregationsniveau bei den Zählungen hat zur Folge, daß bei den Merkmalen der Häuser- und Wohnungszählung, deren Merkmale relativ unsensibel sind, relativ kleine Gebietseinheiten gebildet werden können. Die Untergliederung einer Stadt in Planquadrate mit einer Seitenlänge von 100m (siehe Karte 1, 17, 18 und 20) oder in Baublöcke

¹ Die Zahl der Wohnungen ist insofern auch von Bedeutung, da man aus ihr auf die Gesamtbevölkerung eines jeden Gebäudes schließen kann, indem man die Wohnungszahl mit der durchschnittlichen Zahl der Bewohner pro Wohnung der entsprechenden Gemeinde multipliziert.

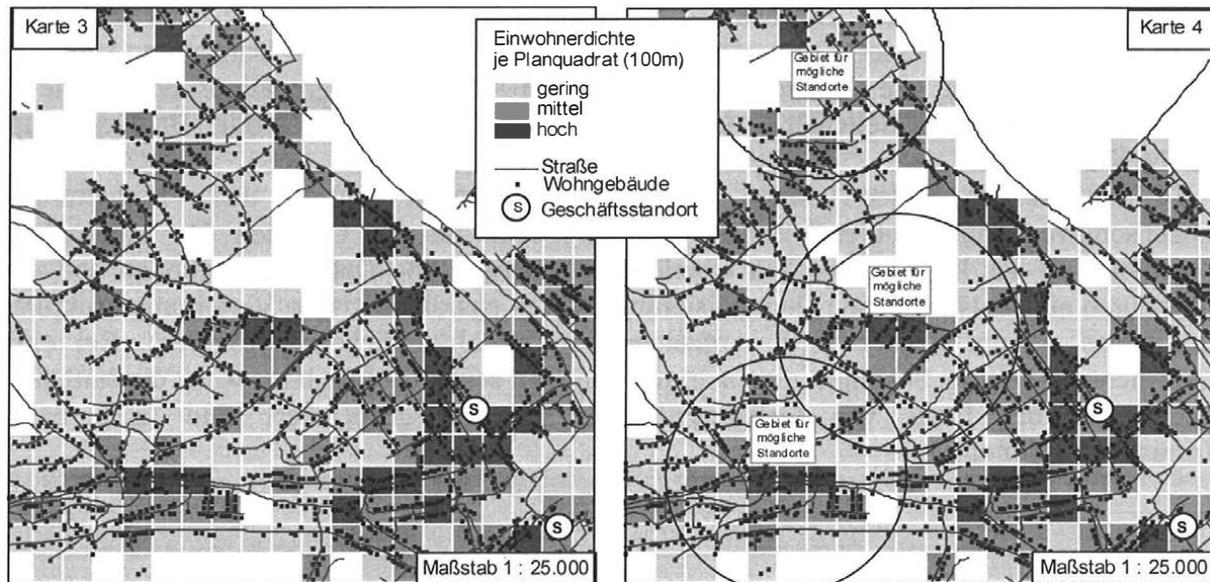
(siehe Karte 5) ist möglich. Die aus Datenschutzgründen geforderte Mindestzahl an Gebäuden wird im städtischen Gebiet meist erreicht, so daß eine kartographische Darstellung sinnvoll ist. Hingegen erfordern die Einwohnermerkmale ein höheres Aggregationsniveau wie z.B. Planquadrate mit einer Seitenlänge von 200m (siehe Karte 2 und 16) oder Baublockgruppen (siehe Karte 6).

In den meisten Fällen können aber die „statistischen Karten“ unter Einhaltung des Datenschutzes ohne Probleme erstellt werden. Nicht nur aus Gründen des Datenschutzes, sondern auch aus kartographischen Überlegungen heraus sind Datenaggregationen notwendig. Nur durch eine entsprechende Generalisierung können charakteristische Verteilungsstrukturen in der Karte erkannt werden (z.B. Aufzeigen von sozialräumlichen Strukturen). Bei einigen räumlichen Analysen bekommt man aber nur dann ein schnelles Ergebnis, wenn die statistischen Daten auf der Basis von Gebäudeadressen im GIS gespeichert sind (z.B. bei der Infrastrukturplanung).

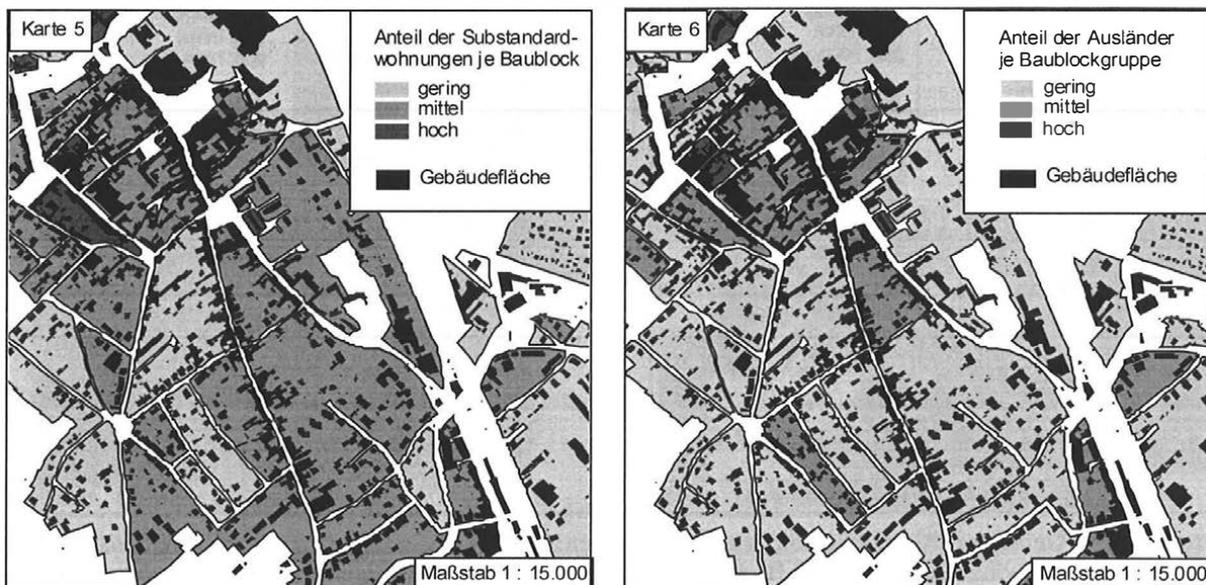
Fiktive Kartenbeispiele:



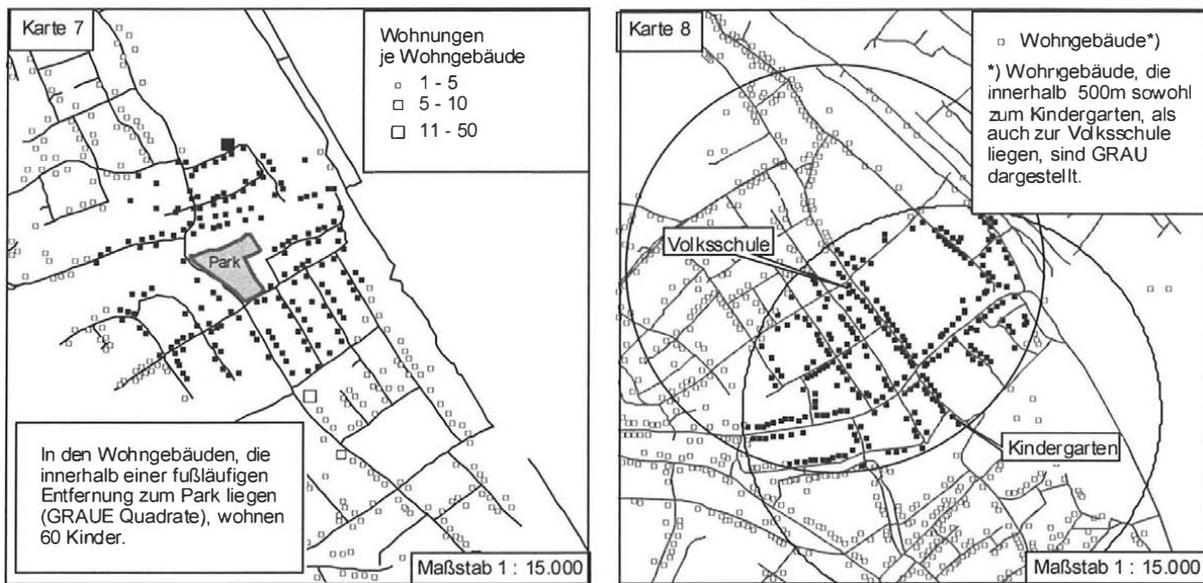
Erstellung von Gebietsprofilen für Geomarketingaufgaben: Eine Voraussetzung für erfolgreiches Marketing ist die Kenntnis der Bevölkerungsstruktur (z.B. Alter, Anzahl der Haushalte, Einwohner, Geschlecht, Haushaltsgröße, Familienstand, Schulbildung) oder des Wohnumfeldes (z.B. dicht verbautes Stadtgebiet) möglicher Kunden vor Ort. Ein Beispiel hierfür ist ein Katalog für Gartengestaltung. Erfolgversprechend ist dieses Werbemittel in Einfamilienhausgebieten (siehe Karte 1). Ein weiteres Beispiel ist ein Katalog für Kinderbekleidung. In diesem Fall sind Gebiete mit hohem Kinderanteil von Interesse (siehe Karte 2). Sind die Regionsabgrenzungen zu groß gewählt, können die soziodemographischen Strukturen leicht verwischt und damit das Einkaufsverhalten der in dieser Region wohnenden Bevölkerung falsch eingeschätzt werden. Mit Hilfe von Planquadraten lassen sich die räumlich sozialen Stadtstrukturen gut beschreiben.



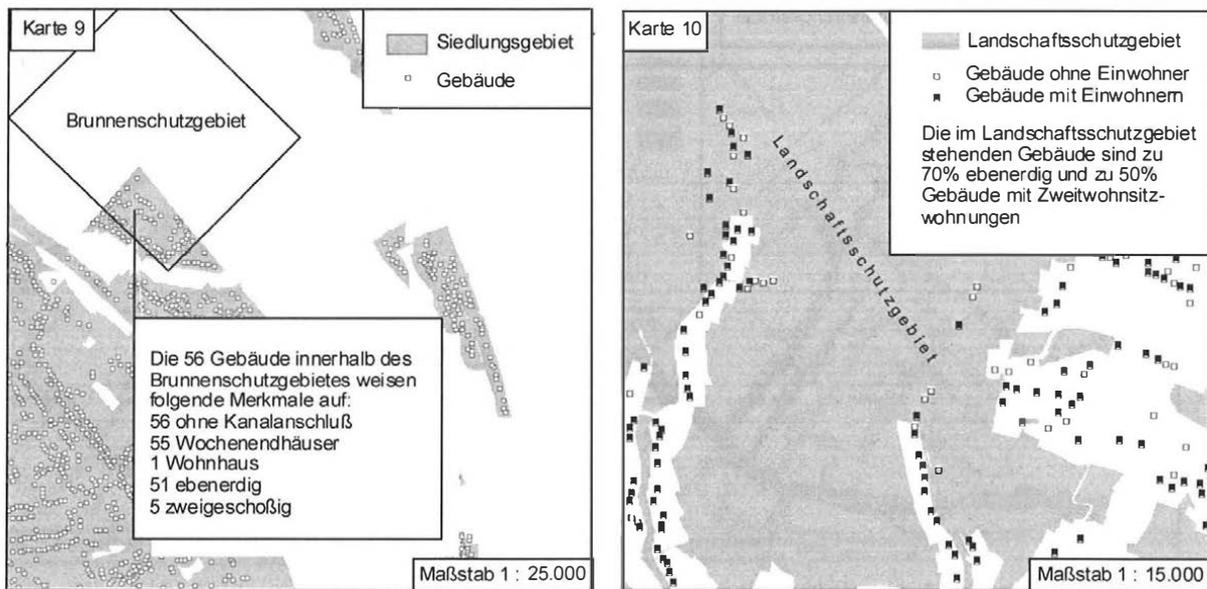
Standortplanung im Geomarketingbereich: Hier geht es um die Suche nach einem neuen Geschäfts- oder Betriebsstandort. Eine gute Standortwahl berücksichtigt sowohl die bereits vorhandenen Standorte, wie z. B. der Reisebüros, als auch das mögliche Kundenpotential wie z.B. die Einwohnerdichte (siehe Karte 3). Durch die Verschneidung der beiden Merkmale erkennt man jene Gebiete, die für einen zukünftigen Standort in Frage kommen (siehe Karte 4).



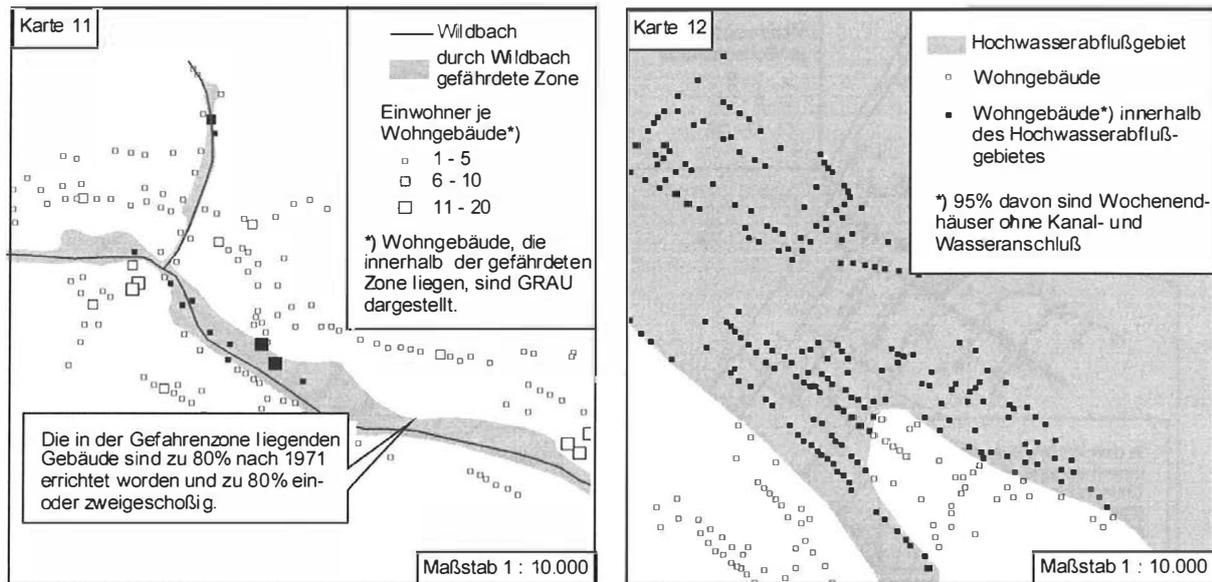
Sozialräumliche Strukturen: Ein Wesensmerkmal der Stadt ist das hohe Maß an sozialer Differenzierung (z.B. Alter, Familienstand, Haushaltsgröße, Herkunft). Für die Verwendung von Baublöcken (siehe Karte 5) als Bezugsseinheit einer sozialräumlichen Gliederung spricht, daß sie der tatsächlichen Bebauungsstruktur besonders nahe kommen. Durch entsprechende Zusammenfassung von Baublöcken können auch Baublockgruppen gebildet werden (siehe Karte 6). Der große Nachteil einer sozialräumlichen Stadtgliederung auf Baublockbasis ist ihre mangelnde räumliche Konstanz. Eine Gebietsgliederung in Planquadrate ist im allgemeinen aussagekräftiger (vgl. dazu Karte 1 und 2).



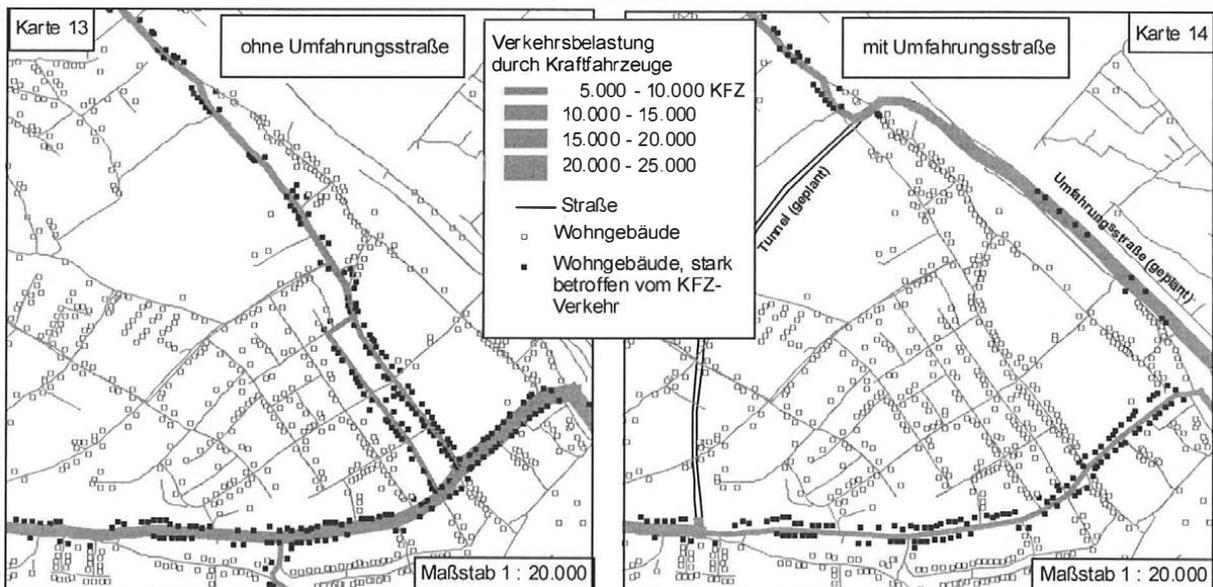
Kommunale Infrastrukturplanung: Mit einer kombinierten Darstellung von Einwohnerzahlen mit Einzugsbereichen von zentralen Einrichtungen (z. B. Spitäler, Schulen, Freizeiteinrichtungen) kann gezeigt werden, inwieweit die gegenwärtige Situation der Versorgungsoptimierung entgegenkommt. Voraussetzung, um überhaupt Infrastrukturplanung durchführen zu können ist, daß das Datenmaterial möglichst genau lokalisiert ist. Die Karte 7 zeigt, wie viele Wohngebäude und Wohnungen innerhalb (oder außerhalb) einer durchschnittlichen Fußweg-Zeit (Distanz 250m) zu einer öffentlichen Parkanlage liegen. Aus der Karte 8 geht hervor, welche Wohngebäude innerhalb einer Distanz von 500m sowohl zum Kindergarten als auch zur Volksschule liegen.



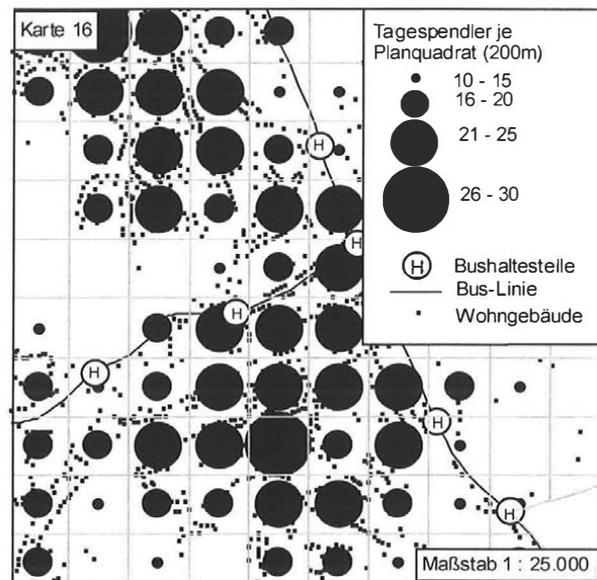
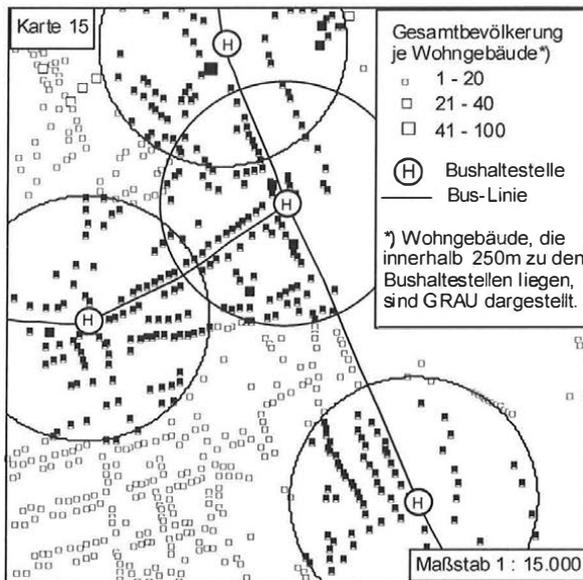
Nutzungskonflikt zwischen Schutzgebieten und Siedlungswesen: Bei der Karte 9 geht es darum, Kleingartensiedlungen, die innerhalb eines Brunnenschutzgebietes liegen, zu erfassen. Die in der Karte eingblendete Tabelle zeigt, welche Gebäudemerkmale die im Brunnenschutzgebiet liegenden Gebäude haben. Die Karte 10 wiederum verdeutlicht, wie viele Gebäude in einem Landschaftsschutzgebiet liegen. Bei diesen Bauten reicht die Palette von kleinen Gartenhütten bis zu großen Wohnhäusern. Eine statistische Erfassung der im Landschaftsschutzgebiet liegenden Gebäude ist angebracht.



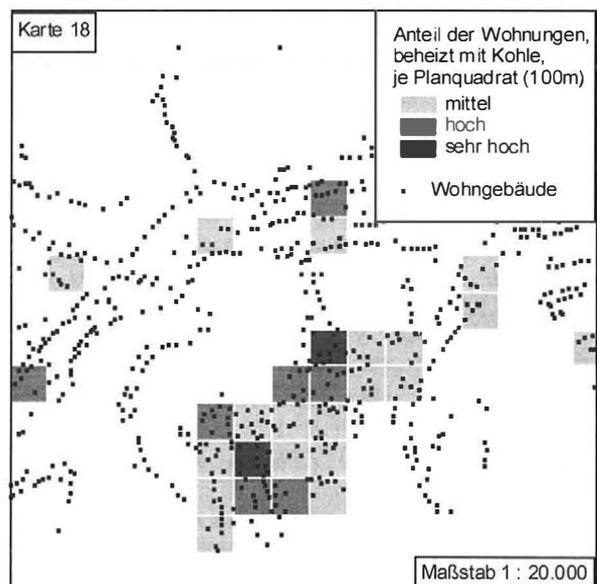
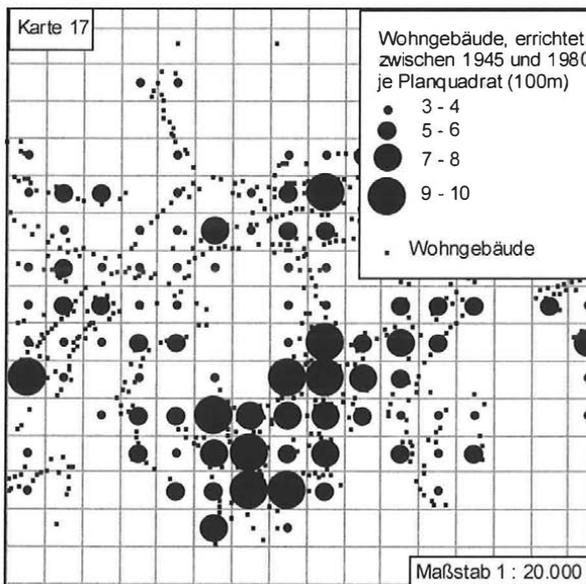
Nutzungskonflikt zwischen Naturgefahren und Siedlungswesen: Die Karte 11 zeigt, daß einige Wohngebäude in einem Bereich liegen, der im Gefahrenzonenplan als „durch Wildbach gefährdete Fläche“ ausgewiesen ist. Ein verstärktes Schutzerfordernis ist gerade hier notwendig. Bei der Karte 12 geht es darum, Kleingartensiedlungen, die innerhalb eines Hochwasserabflußgebietes liegen, zu erfassen. Nur bei einer so räumlich detaillierten Kartendarstellung ist es möglich, eine genaue Vorstellung zu bekommen, wo und welche Wohngebäude innerhalb des Hochwasserabflußgebietes liegen.



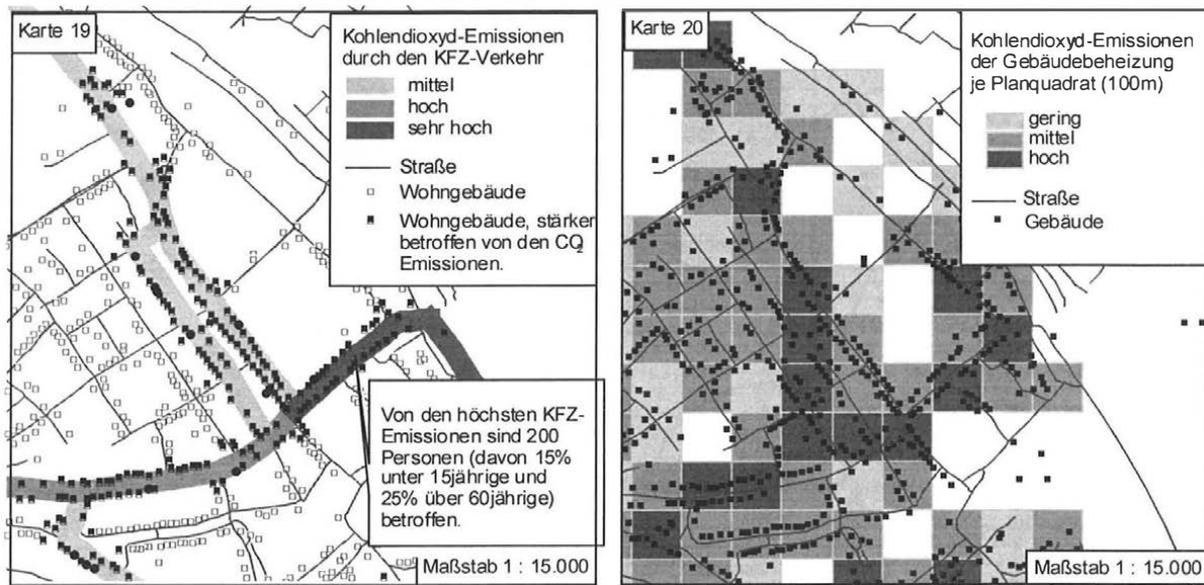
Individualverkehr: Der Autoverkehr stellt in manchen Städten eine Beeinträchtigung der Wohnqualität dar. Aus einer Gegenüberstellung der in einer Verkehrszählung ermittelten Kraftfahrzeug-Einheiten und der genauen Bevölkerungsverteilung lassen sich Rückschlüsse auf die Verkehrsbelastung für die Bevölkerung ziehen. Eine Frage könnte lauten: Wie viele Wohngebäude liegen in einer Entfernung von 25m zu den am stärksten frequentierten Straßen (siehe Karte 13). Oder: In welchen Wohngebieten kommt es auf Grund eines geplanten Tunnels mit Umfahrungsstraße zu einer Entlastung und wo zu einer Belastung der Wohnbevölkerung (siehe Karte 14).



Öffentlicher Verkehr: Ein zentrales Anliegen der Verkehrsplanung ist es, einen Überblick über den Versorgungsgrad der Bevölkerung mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu bekommen. In der Karte geht es darum, eine Bestandsaufnahme zu machen, wie viele Einwohner wie weit von den Busstationen entfernt leben (siehe Karte 15). Neben den Einwohnerzahlen gibt es eine Vielzahl von Einwohnermerkmalen, die für die Verkehrsplanung von Bedeutung sind. So ist es beispielsweise nicht unerheblich zu wissen, wie die regionale Verteilung der Tagespendler in einem Wohngebiet ist (siehe Karte 16). Den Berufspendlern soll der Umstieg auf die öffentlichen Verkehrsmittel leicht gemacht werden.



Kommunales Energiekonzept: Voraussetzung für ein Energiekonzept ist eine Analyse des IST-Zustandes. Die Situationsanalyse soll u.a. Hinweise auf Schwachstellen in räumlichen Gebieten mit höherer Emission und Energieeffizienzpotentialen liefern. Z. B. sollten die „schlechtesten“ Wohnbauten vordringlich saniert und damit gefördert werden. Das sind die Gebäude, die zwischen 1945 und 1980 errichtet wurden (siehe Karte 17). Weiters ist auch die Art der Heizung (Einzelofenheizung oder Zentralheizung) und der verwendete Brennstoff (Gas, Kohle, Holz, Öl und Strom) nicht unerheblich. Der Einzelofen stellt aus umwelttechnischer Sicht die ungünstigste Form der Beheizung dar. Die Karte 18 zeigt, in welchen Gebieten der Anteil an Einzelofenheizungen hoch ist.



Emissionskataster: Dabei geht es um die räumliche Darstellung sämtlicher umweltverunreinigender Emissionen (aus Kraftwerken, Industrie, Gewerbe, Haushalten und Verkehr). Sieht man von den Verkehrs-Emissionen (siehe Karte 19) ab, werden meistens die Emissionen auf der Grundlage von Planquadraten dargestellt. Die Karte 20 zeigt als Beispiel die Hausbrand-Emissionen auf der Grundlage von Planquadraten. Für deren Berechnung werden die statistischen Merkmale Heizungsart, Brennstoff, Gebäudealter, Gebäudegröße und Wohnfläche benötigt.

Literaturverzeichnis

- Leiberich, P. (Hrsg.): BUSINESS MAPPING IM MARKETING. Heidelberg. (1997).
- KOMMUNALE ENTWICKLUNGSPLANUNG. In: MATERIALIEN DES INSTITUTES FÜR ÖRTLICHE RAUMPLANUNG der TU Wien. Wien 1997/98.
- Niedertscheider, H.: VOM ANALOGEN PLAN BIS ZUM INTERNET – DIE BANDBREITE AN INFORMATIONSSERVICE BEI TIRIS ANHAND DES PROJEKTES ADRESSVERORTUNG TIROL. In: F. Dollinger und J.Strobl (Hrsg.): ANGEWANDTE GEOGRAPHISCHE INFORMATIONSVERRARBEITUNG XI. Beiträge zum AGIT-Symposium. Salzburg: Institut für Geographie der Universität Salzburg, (1999). S.388 – 391.
- Weber M. und Wonka, E.: DER AUFBAU EINES GEOGRAPHISCHEN INFORMATIONSSYSTEM IM ÖSTERREICHISCHEN STATISTISCHEN ZENTRALAMT AUF KOORDINATENBASIS. In: Österreichisches Statistisches Zentralamt (Hrsg.): SCHRIFTENREIHE ZUR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATION Nr.12. Wien. (1998). 8. S.
- Wonka, E.: DIE GROSSZÄHLUNGSDATEN AUF DER BASIS VON GEBÄUDEKOORDINATEN ALS DATENQUELLE FÜR DIE ÖRTLICHE RAUMPLANUNG. In: M. Schrenk (Hrsg.): „CORP 97“ – COMPUTERGESTÜTZTE RAUMPLANUNG. Wien: Institut für EDV-gestützte Methoden in Architektur und Raumplanung. (1997). S. 81 - 91.
- Wonka, E.: STADTPLANUNGSKARTEN AUF DER GRUNDLAGE GEBÄUDEBEZOGENER STATISTISCHER DATEN. In: I. Kretschmer und K. Kriz (Hrsg.): Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie. Institut für Geographie der Universität Wien, Ordinariat für Geographie und Kartographie (1999) Band 12. S.176 – 184.

Autorenverzeichnis

Beissmann Helmut, Dr.

Konrad-Lorenz-Institut für Vergleichende Verhaltensforschung, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Sonnenfelsgasse 19/2, 1010 Wien, e-Mail: Helmut.beissmann@oeaw.ac.at

Studium der Geographie und Geschichte an der Universität Wien, Dissertation in Geographie, Konzentration der Tätigkeit auf den Überlappungsbereich von Fernerkundung, GIS, Kartographie und Landschaftsökologie. Beschäftigung an der Österreichischen Akademie der Wissenschaften seit 1980 an den Instituten für Kartographie und Informationsverarbeitung und seit 1999 am Konrad-Lorenz-Institut für Vergleichende Verhaltensforschung.

Birsak Lukas, Mag.

Verlag Ed. Hölzel, Jochen-Rindt-Str. 9, 1230 Wien, e-Mail: eduard.hoelzel@telecom.at

Geburtsjahr 1959, Studium der Kartographie am Institut für Geographie der Universität Wien, Diplom 1985, daneben Studium des Konzertsfaches Gitarre und Laute am Mozarteum Salzburg, Abschluß 1984. 1985-86 Mitarbeiter der Kartensammlung am Institut für Geographie der Universität Wien, 1986 Kartenredakteur beim Verlag Ed. Hölzel, seit 1987 Verlagsleiter Atlanten und elektronische Medien. Seit WS 1988/89 Lehrauftrag "Einführung in die Kartenkunde" an der Universität Wien. Arbeitsschwerpunkte: Schulkartographie, Multimedia-Kartographie, Theoretische Kartographie.

Bollmann Jürgen, Univ. Prof. Dr. rer. nat.

Abteilung Kartographie im FB Geographie/Geowissenschaften, Universität Trier, D-54286 Trier, e-Mail: bollmann@uni-trier.de

Geburtsjahr 1944, Studium der Kartographie an der Technischen Fachhochschule Berlin, Kartographie und Regionalplanung an der Freien und TU Berlin, Diplom 1976, Promotion 1980, Hochschulassistent für Kartographie und Leiter der rechnergestützten Kartographie an der FU Berlin von 1980 bis 1986, Habilitation 1986, seit 1987 Universitätsprofessor für Kartographie in der Fachgruppe Geographie/Geowissenschaften der Universität Trier. Arbeitsschwerpunkte: Rechnergestützte Kartographie, Kartographische Informationssysteme in den Geowissenschaften, Kartographische Perzeptionsforschung und Zeichenformalisierung.

Breitschopf Johannes, Mag.

Verlag Ed. Hölzel, Jochen-Rindt-Str. 9, 1230 Wien, e-Mail: eduard.hoelzel@telecom.at

Geburtsjahr 1965. Studium der Kartographie an der Universität Wien. Ab 1983 studentischer Mitarbeiter, seit 1991 Kartenredakteur im Verlag Hölzel. Seit 1999 Mitarbeit in der AGkN (Arbeitsgruppe kartographische Namenkunde). Arbeitsschwerpunkte: Redaktion von Schulatlanten und Stadtplänen, Indexverwaltung, Namensgut.

Bretterbauer Kurt, em. o. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn.

Institut für Geodäsie und Geophysik, TU Wien, Gußhausstr. 27-29, 1040 Wien, e-Mail: kbretter@luna.tuwien.ac.at

Studium des Vermessungswesens an der Technischen Hochschule, der Astronomie und Mathematik an der Universität in Wien. Nach dem Diplom Beamter des BEV.

Forschungsstipendium der American Academy of Sciences an der Ohio State University. Nach weiterer Tätigkeit in der Abtlg. Erdmessung des BEV Hochschulassistent bei Prof. Ledersteger und Promotion zum Doktor der technischen Wissenschaften. 1973 Berufung an die Technische Universität Wien als Ordinarius für Höhere Geodäsie, Leiter der Abtlg. Theoretische Geodäsie. Seit Oktober 1997 emeritiert.

Brunner Kurt, Univ. Prof. Dr.-Ing.

Institut für Photogrammetrie und Kartographie, Universität der Bundeswehr München, D-85577 Neubiberg, e-Mail: kurt.brunner@unibw-muenchen.de

Geburtsjahr 1945, Lehre als Landkartentechniker, danach Ingenieurschulstudium der Kartographie, Studium des Vermessungswesens an der TU München, 1972-1979 Wissenschaftlicher Assistent 1977, Promotion. 1979 - 1988 Professor für Kartographie an der Fachhochschule Karlsruhe. Seit 1988 Universitätsprofessor für Kartographie und Topographie an der Universität der Bundeswehr. Hauptarbeitsgebiete: Digitale Arbeitsmethoden in der Kartentechnik, Topographische Kartographie, Hochgebirgskartographie.

Ditz Robert, Dipl.-Ing.

Gernot Taubenschuß ZT-KEG, Parndorferstr. 4, 2460 Bruckneudorf, e-Mail: ditz@mail.ikr.tuwien.ac.at

Studium der Geodäsie an der Technischen Universität Wien, Diplomarbeit 1994 am Institut für Kartographie, zwischen 1994 und 1999 Projektmitarbeiter und Universitätsassistent am Institut für Kartographie der TU Wien, Dissertation „Methodologische Aspekte zur Konzeption Interaktiver Kartographischer Informationssysteme – Rahmenbedingungen und Gestaltungsaspekte für Karten am Bildschirm“ z.Z. in Arbeit. Derzeit im Bereich Geographische Informationssysteme bei einem Zivilingenieur für Vermessungswesen tätig.

Fasching L. Gerhard, Brigadier i. R. Dr.phil.

Ingenieurkonsulent für Geographie und Sachverständiger, Institut für Geographie, Universität Salzburg, Hellbrunnerstr. 34, 5020 Salzburg, e-Mail: Gerhard.Fasching@sbg.ac.at

Geboren 1940, Berufsoffizierslaufbahn sowie nebenberufliches Universitätsstudium (Geographie, Geologie, Politikwissenschaften) in Graz und Salzburg. Seit 1975 Univ.-Lektor (Kartographie, Angewandte Geographie) und Pionier der computergestützten Kartographie in Österreich. Leiter Militärischer Geo-Dienst des Österreichischen Bundesheeres 1980 bis 1993, seither freiberuflich tätig als Ziviltechniker/Ingenieurkonsulent für Geographie und allgemein beideter gerichtlich zertifizierter Sachverständiger.

Frančula Nedjeljko, o. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn.

Institut für Kartographie, Geodätische Fakultät, Universität Zagreb, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, e-Mail: nfrancul@public.srce.hr

Geboren in Zagreb. Studium der Geodäsie an der Fakultät für Architektur, Bauwesen und Geodäsie. Zweijähriger Aufenthalt am Institut für Kartographie und Topographie der Universität Bonn als DAAD Stipendiat, Promotion zum Dr.-Ing. an der Geodätischen Fakultät der Universität Zagreb, Assistent ab 1963, ordentlicher Professor ab 1985 im Institut für

Kartographie. Von 1987 bis 1995 Chefredakteur der Zeitschrift *Geodetski list*. Seit 1998 ordentliches Mitglied der Akademie der technischen Wissenschaften Kroatiens.

Gartner Georg, Univ.-Ass. Mag. Dr. rer. nat.

Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik, Technische Universität Wien, Karlsplatz 11, 1040 Wien, e-Mail: gartner@tuwien.ac.at

Geburtsjahr 1966, Studium der Geographie, Stzw. Kartographie, an der Universität Wien mit Diplomabschluß 1990; seit 1991 Universitätsassistent am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien; 1994 Präsenzdienst beim MilGeo; 1995 Doktorat an der TU Wien; 1997 Fulbright Research Grant am Department of Geography – Geology der University of Nebraska at Omaha; 1999 Buchveröffentlichung *Multimedia Cartography*, 2000 Visiting Fellow am RMIT Melbourne; seit 1999 Vice-Chair der ICA Commission on Maps and the Internet; Arbeitsschwerpunkte: Grundsatzfragen der Kartographie, Einsatz neuer Informations- und Kommunikationstechnologien in der Kartographie, Internet-Kartographie.

Graichen Beate, Dipl.-Ing.

Holbeinstraße 149, D-01309 Dresden

Studium am Institut für Kartographie der TU Dresden. Projektmitarbeiterin auf dem Sachgebiet FGIS/Kartographie/ Fernerkundung an der Sächsischen Landesanstalt für Forsten in Graupa.

Jordan Peter, Oberrat Univ. Doz. Dr.

Österreichisches Ost- und Südosteuropa-Institut, Josefsplatz 6, 1010 Wien, e-Mail: peter.jordan@osi.ac.at

Geburtsjahr 1949, Studium der Geographie, Studienzweig Kartographie, und der Völkerkunde an der Universität Wien, Promotion 1979; Habilitation 1998 an der Universität Klagenfurt für das Fach Geographie unter besonderer Berücksichtigung der regionalen Geographie und der Kartographie; seit 1977 am Österreichischen Ost- und Südosteuropa-Institut in der Redaktion des *Atlases der Donauländer*; seit 1989 Leiter der Abteilung Geographie, Ökologie, Kartographie und Chefredakteur der Kartenserie *Atlas Ost- und Südosteuropa*, Fachredakteur Geographie der *Österreichischen Osthefte*; seit 1997 stellvertretender Direktor des Österr. Ost- & Südosteuropa-Instituts. Arbeitsschwerpunkte: Atlasredaktion, Tourismusgeographie, regionale und politische Geographie Ost- und Südosteuropas, Verkehrsgeographie, kartographische Ortsnamenkunde.

Jüptner Bernhard, Dipl.-Ing.

Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Krotenthallergasse 3, 1080 Wien, e-Mail: jueptner@ovg.or.at

Geburtsjahr 1959, Studium der Geodäsie (Studienrichtung Photogrammetrie und Kartographie) an der Technischen Universität Wien, Diplom 1988; von 1985 bis 1992 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften; seit 1993 am Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen beschäftigt, 5 Jahre davon in der Abteilung Reproduktion und Druck und seit 2 Jahren in der Abteilung Fernerkundung; 1994 - 1996 Hochschullehrgang „Geoinformationswesen“ der TU Wien; seit 1997 Lektor am Institut für Geographie der Universität Wien.

Knabl Erich, Dipl.-Kartogr. MMag.

Verlag Ed. Hölzel, Jochen-Rindt-Str. 9, 1230 Wien, e-Mail: eduard.hoelzel@telecom.at

Geburtsjahr 1962, Studium der Kartographie und Geographie an der Universität Wien; 1984-1987 freier Mitarbeiter in der Kommission für Raumforschung der Österr. Akademie der Wissenschaften. 1987-90 Kartenredakteur, ab 1990 Leitung der Kartographie beim Verlag Ed. Hölzel in Wien; seit WS 1996/97 Lektor an der Universität Wien (Übungen aus Kartentechnik). Arbeitsschwerpunkte: Analoge und digitale Kartographie, Kartenredaktion, Copyrightfragen.

Koch Wolf Günther, Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil.

Institut für Kartographie, Technische Universität Dresden, Mommsenstraße 13, D-01062 Dresden, e-Mail: koch@karst9.geo.tu-dresden.de

Geboren 1943; 1969 Abschluß des Studiums der Kartographie, 1989 Promotion; 1969 Assistent, 1977 Oberassistent im WB Kartographie der TU Dresden; 1990 Leiter des Studienganges Kartographie der TU Dresden. Seit 1992 Universitätsprofessor für Theoretische Kartographie und Kartengestaltung an der TU Dresden. Spezialgebiete: Thematische Kartographie, Kartenredaktion und Untersuchungen zur Kartennutzung.

Kranz Katrin, Dipl.-Ing.

Holbeinstraße 149, D-01309 Dresden

Studium der Kartographie an der TU Dresden, Sachgebietsleiterin FGIS/Kartographie/Fernerkundung im Fachbereich Forstliche Informationssysteme/Betriebswirtschaft der Sächsischen Landesanstalt für Forsten in Graupa.

Kretschmer Ingrid, ao. Univ.-Prof. Dr.

Institut für Geographie, Universität Wien, Universitätsstr.7, 1010 Wien, e-Mail: ingrid.kretschmer@univie.ac.at

Geburtsjahr 1939, Studium der Geographie/Kartographie und Europäischen Ethnologie an der Universität Wien, 1964 Promotion, 1975 Habilitation bei E.Arnberger; seit 1966 Mitglied des Instituts für Geographie der Universität Wien, zunächst als Assistentin, ab 1975 als Dozentin für Kartographie; seit 1988 mit dem Berufstitel einer außerordentlichen Universitätsprofessorin; seit 1995 Vorsitzende der Österreichischen Kartographischen Kommission; seit 1997 Präsidentin der Österreichischen Geographischen Gesellschaft; seit 1995 Ehrenmitglied der Deutschen Gesellschaft für Kartographie. Rund 200 Publikationen, darunter mehrere Bücher zu kartographischen Themen. Arbeitsschwerpunkte: Theoretische Kartographie, Thematische Kartographie, Atlaskartographie, Geschichte der Kartographie.

Kribbel Johannes, Mag.

CSC Plönzke, Gleißnerstraße 87, D-81735 München, e-Mail: jkr@gmx.at

Geburtsjahr 1965, Studium der Astronomie an der Universität Wien, 1988 Sponson zum Mag.rer.nat, 1988 - 1992 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien, seit 1992 Datenbankentwicklungen im Umfeld Geographischer und Umwelt-Informationssysteme sowie in der Telekommunikation, derzeit Senior Consultant bei CSC Plönzke in München.

Lapaine Miljenko, Univ. Doz., Dipl.-Ing. Dr.techn.

Institut für Kartographie, Geodätische Fakultät, Universität Zagreb, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, e-Mail: mlapaine@public.srce.hr

Studiendiplom in Theoretischer Mathematik an der Fakultät für Naturgeschichte und Mathematik, Magister und Doktor der Geodäsie an der Geodätischen Fakultät der Universität Zagreb. Dozent und Vorstand des Institutes für Kartographie an der Geodätischen Fakultät, Schwerpunkt Anwendung der Mathematik in Geodäsie und Kartographie, Vorstandstellvertreter der Abteilung für Kartographie der Kroatischen Geodätischen Gesellschaft und Leiter der Ingenieurabteilung in der Kroatischen Mathematischen Gesellschaft.

Lechthaler Mirjanka, Ass. Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.

Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik, Technische Universität Wien, Karls gasse 11, 1040 Wien, e-Mail: lechthaler@tuwien.ac.at

Geboren 1947 in Zagreb/Kroatien, Studium der Geodäsie an der Geodätischen Fakultät der Universität Zagreb, 1971 Diplomingenieur, 1975 Magister und 1985 Promotion zum Doktor der technischen Wissenschaften. Von 1972 bis 1985 wissenschaftliche Assistentin am Institut für Kartographie der Universität Zagreb. Von 1990 bis 1999 Universitätsassistent und danach Assistenzprofessorin am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien. Interessensgebiete aus dem Bereich Wissenschaft, Forschung und Praxis: Grundsatzfragen der Kartographie, Kartographische Sachverhaltsdatenumsetzung, Kartographische Informationssysteme, Entropie der kartographischen Darstellungen, Digitale- und Internet-Kartographie.

Mang Reinhard, Brigadier, Mag. Dr. rer.nat.

Institut für Militärisches Geowesen, Bundesministerium für Landesverteidigung, Roßauer Lände 1, 1090 Wien, e-mail: IMG@bmlv.gv.at

Geboren 1950 in Wien. 1971 - 1979 Studium der Geographie und Kartographie an der Universität Wien, Abschluß 1977 mit der Spon sion zum Mag.rer.nat. Doktoratsstudium 1979 mit der Promotion zum Dr. rer. nat. abgeschlossen. Im selben Jahr Eintritt in das BMLV als Referent für Militärische Landesbeschreibung. 1993 Absolvierung des 1. Hochschulkurses "Geoinformationswesen" an der TU WIEN mit dem Abschluß "Akademisch geprüfter Geoinformationstechniker". 1993 Bestellung zum Leiter des selbständigen Referates "Militärisches Geowesen" der Führungsabteilung im BMLV, 1997 Bestellung zum Leiter des neu geschaffenen "Institutes für Militärisches Geowesen" an der Landesverteidigungsakademie.

Morgenstern Dieter, o.Univ. Prof. Dr.-Ing.

Universität Bonn, Institut für Kartographie und Geoinformation, Meckenheimer Allee 172, D-531 15 Bonn, e-Mail: mostern@ikt.uni-bonn.de

Geboren 1939 in München. Studium der Geodäsie an den Universitäten Hannover und Bonn. Nach dem Studium Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Kartographie und Topographie der Universität Bonn. 1971 Promotion und 1976 Habilitation. 1978 Berufung an die Universität Bonn als Professor für Thematische Kartographie. 1986 Berufung an die Universität Bonn als Professor für Kartographie, Topographie und Reproduktionstechnik. Geschäftsführender Direktor des Instituts für Kartographie und Geoinformation der Universität Bonn. Forschungsschwerpunkte Modellgeneralisierung und objektorientierte Geoinformationssysteme.

Pammer Andreas, Dipl.-Ing.

Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik, Technische Universität Wien, Karlsplatz 11, 1040 Wien,
e-Mail: pammer@tuwien.ac.at

Studium des Vermessungswesens mit Vertiefung in der Studienrichtung Photogrammetrie und Kartographie an der Technischen Universität Wien. Seit Abschluß des Studiums 1993 am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik an der Technischen Universität Wien als wissenschaftlicher Mitarbeiter in Forschung und Lehre beschäftigt. Forschungs- und Tätigkeitsschwerpunkt im Bereich der praxisorientierten digitalen Kartographie. Ab 1994 als Koordinator für die Datenaufbereitung und Kartenherstellung auf Intergraph im Rahmen des 5-jährigen FWF-Projektes „Geoinformation und EDV-Kartographie“.

Peterson Michael P., Univ.-Prof. Dr.

Department of Geography/Geology, University of Nebraska at Omaha, Omaha NE, e-Mail: Michael_Peterson@unomail.unomaha.edu

Michael P. Peterson ist Professor für Geographie am Department of Geography / Geology an der University of Nebraska at Omaha. Er erhielt sein B.A. von der University of Wisconsin-River Falls (1976), sein M.A. von der Boston University (1978) und sein Ph.D. von der State University of New York - Buffalo (1982). Seit 1982 ist er Mitglied der University of Nebraska – Omaha. Er war Post-Doctoral Assistant an der Universität Zürich 1981-82; Visiting Assistant Professor an der University of Washington, Seattle 1985; Fulbright Fellow an der Freien Universität Berlin 1990-91; Visiting Associate Professor an der University of Hawaii-Manoa 1995; Fellow am Royal Melbourne Institute of Technology 1998; Fulbright Professor an der TU Wien 1999. Er ist Past-President der North American Cartographic Information Society und ist z.Z. Editor der Cartographic Perspectives bzw. Chair der ICA Commission on Maps and the Internet. Seine Publikationen umfassen u.a. die Bücher Interactive and Animated Cartography bzw. Multimedia Cartography (gemeinsam mit W.Cartwright & G.Gartner).

Seger Martin, o.Univ.-Prof. Dr.

Institut für Geographie und Regionalforschung, Universität Klagenfurt, Universitätsstr. 65-67, 9020 Klagenfurt,
e-Mail: martin.seger@uni-klu.ac.at

Geboren 1940 in Mödling. Ordinarius für Geographie am Institut für Geographie und Regionalforschung, Universität Klagenfurt seit 1978. Zuvor Univ.-Ass. am Institut für Geographie der Universität Wien. Forschungsbereiche: Landschaftsforschung und geographische Raumanalyse, Fernerkundung und Satellitenbild-Kartographie, Außereuropäische Stadtforschung.

Teufelsbrucker Doris, Dipl.-Ing.

TeamData, Wiedner Hauptstr. 7, 1040 Wien, e-Mail: doris.teufelsbrucker@teamdata.at

Geboren 1973, Studium der Raumplanung und Raumordnung an der TU Wien von 1992-1998, Diplomarbeit am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik, Beschäftigung mit Kartographischen und Geographischen Informationssystemen, seit 1999 beschäftigt bei TeamData, Umwelt- und EDV-Beratung GmbH in Wien, u.a. betraut mit der Konzeption und Realisierung von geographischen Informationssystemen.

Uhlirz Susanne, Univ.-Ass. Dipl.-Ing.

Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik, Technische Universität Wien, Karlsplatz 11, 1040 Wien,
e-Mail: uhlirz@tuwien.ac.at

Studium des Vermessungswesens mit Schwerpunkt Photogrammetrie und Kartographie an den Technischen Universitäten Berlin und Wien. Abschluß des Studiums 1997 mit einer Diplomarbeit über „Visualisierung von Zählwerten in thematischen Karten“. Seitdem am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der Technischen Universität Wien als Projektmitarbeiterin mit dem Schwerpunkt Applikationsprogrammierung im Rahmen des 5-jährigen FWF-Projektes „Geoinformation und EDV-Kartographie“ und ab Jänner 2000 als Univ. Assistent beschäftigt.

Vučetić Nada, Mag. Dipl.-Ing.

Institut für Kartographie, Geodätische Fakultät, Universität Zagreb, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, e-Mail:
Nada.Vucetic@public.srce.hr

Geboren auf der Insel Hvar/Kroatien. Studiendiplom und Magister an der Geodätischen Fakultät der Universität in Zagreb. Sie arbeitet an der Automatisierung in der Kartographie.

Wilfert Ingeborg, o. Univ. Prof. Dr.-Ing.

Institut für Kartographie, Technische Universität Dresden, Mommsenstraße 13, D-01062 Dresden,
e-Mail: Wilfert@karst9.geo.tu-dresden.de

Studium der Kartographie an der TU Dresden, Tätigkeit am heutigen Landesvermessungsamt Sachsen, Aspirantur an der TU Dresden (Doktoratsstipendium) und Promotion zum Dr.-Ing., Assistentin, Oberassistentin und Berufung auf C3-Professur für Kartentechnik am Institut für Kartographie der TU Dresden.

Wonka Erich, Mag. Dr.

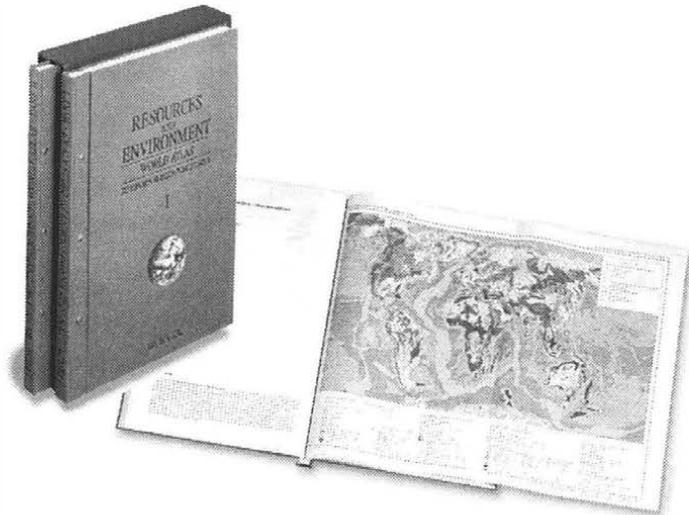
Österreichisches Statistisches Zentralamt, Referat Kartographie und GIS, 1030 Wien,
e-Mail: erich.wonka@oestat.gv.at

Geburtsjahr 1947, 1979 Abschluß des Studiums der Geographie, Studienzweig Kartographie, an der Universität Wien, 1987 Doktorat der Naturwissenschaften, 1978-1981 wissenschaftlicher Geograph im Rahmen der Redaktion des Atlas der Donauländer, ab 1981 Leiter des Referats Kartographie am ÖSTAT.



Geographisches Institut
Ed. Hölzel · Wien · seit 1844

*Wir gratulieren herzlich
Herrn Univ. Prof. Dr.
Fritz Kelnhofer
zum
60. Geburtstag!*



Unser spezielles Angebot:

Einzelblätter aus dem
„World Atlas of Resources and Environment“ –
ein Meilenstein in der Entwicklung der thematischen Kartographie

Dieser wissenschaftliche Weltatlas wurde von mehr als 300 Wissenschaftlern in mehr als zehnjähriger Arbeit unter der Leitung der Russischen Akademie der Wissenschaften erstellt. Er stellt die möglicherweise letzte gedruckte kartographische Dokumentation des Status und der Entwicklungsmöglichkeiten unserer natürlichen Umwelt dar. Damit wird er zum unentbehrlichen Arbeitsmittel für alle Geographen, Geowissenschaftler und verwandte Fachrichtungen.

Für die Bezieher dieses Jubiläumsbandes können wir ausnahmsweise einige Einzelblätter des Gesamtwerkes abgeben, solange der Vorrat reicht. Der Preis pro Blatt beträgt 185 S. Für eine Liste der vorhandenen Blätter und weitere Infos zum Gesamtwerk senden Sie bitte den unten stehenden Kupon in Kopie an den Verlag oder schreiben Sie uns einfach eine E-Mail an edc.hoelzel@telecom.at.

- Bitte senden Sie mir die Bestellliste für Einzelblätter zu.
 Bitte senden Sie mir Informationen zum Gesamtwerk zu.

Name, Vorname

Institution

Adresse

PLZ, Ort

An den
Verlag Ed. Hölzel
Jochen-Rindt-Straße 9
A-1230 Wien

DIE KLEINEN

freytag & berndt



*...damit setzen Sie
auf die richtige Karte!*

**UNTER DEN
GROSSEN**

Erhältlich in jeder guten Buchhandlung!