

Kreativität und wissenschaftsbasierte Systeme in der Kartographie

Vortrag vom 23. Januar 1991 im Ortsverein Stuttgart
der DGfK

Presentation

Author(s):

Spiess, Ernst

Publication date:

1991

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-010606416>

Rights / license:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

Kreativität und wissensbasierte Systeme in der Kartographie

Ernst Spiess

Inhalt

- Entscheidende Durchbrüche der digitalen Technologie in der Kartographie
- Neue Definitionen für Karte und Kartographie; die digitale Karte
- Neue Medien zur kartographischen Wissensvermittlung
- Kann auf das graphische Bild, auf die gedruckte Karte verzichtet werden?
- Die Rolle der Kartenbenützer
- Die Entwicklung von wissensbasierten Expertensystemen
- Einige Zweifel an der Machbarkeit von Systemen mit Selbstregulierung
- Umfassende Regelwerke oder Intuition und Interaktion?
- Wo kann Kreativität noch stattfinden?
- Das Streben nach Objektivität in der Generalisierung
- Kreativ arbeiten – Freiheit bewahren – Befriedigung finden

Die digitalen Technologien haben die Kartographie vor allem im letzten Jahrzehnt grundlegend umgestaltet. In vielen Betrieben sind rechnergestützte Entwurfs- und Herstellungsverfahren, zum mindesten in Ansätzen, in der Praxis eingeführt worden. Diese Umstellung ist nur schon aus rein wirtschaftlichen Gründen fast unausweichlich geworden. Computergestützte Kartenherstellung bestimmt zudem in den Augen von potentiellen Kunden immer stärker das Image eines Betriebes. Für den Aussenstehenden manifestiert sich diese Entwicklung weniger in den kartographischen Produkten, sondern vielmehr in den vielfarbigen Fachzeitschriften aus der Computerbranche, in denen allerdings die Fachartikel in den viel versprechenden und bunten Ankündigungen immer neuer Firmen dieser Wachstumsbranche völlig untergehen. Wenn eine neue Hardware und Software als besonders leistungsfähig und neuartig angekündigt wird, so findet man recht häufig als Beweis dafür ein Bildschirmbild mit einem bunten, komplexen Kartenausschnitt in perspektivischer Schrägansicht. Es ehrt unsere Berufsgruppe, dass wir die Sujets für die schwierigsten graphischen Probleme, die mit heutiger Hardware und Software gelöst werden können, liefern dürfen. Aber wie beeinflusst die neue Technologie die Kreativität und unser Verhältnis zur traditionellen Kartographie?

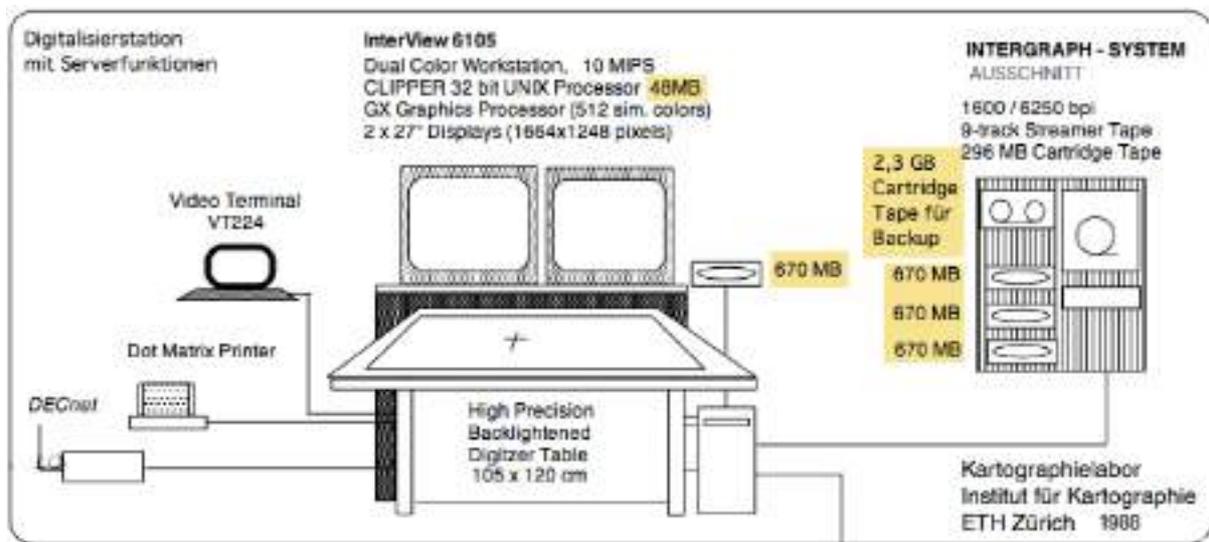


Abb.1: Teilausschnitt des Kartographischen Informationssystems des Instituts für Kartographie der ETH

In der Tat war der Weg von den ersten Anfängen bis zum heutigen Stand der Kartentechnik ausserordentlich mühsam und beschwerlich und wird es geraume Zeit auch noch bleiben. Es hat wesentlich länger als in andern CAD Bereichen gedauert, bis die für die Kartographie typischen Anforderungen einigermaßen erfüllt und auch nur die unentbehrlichsten Softwarefunktionen verfügbar gemacht wurden. Ein für die Kartographie in jeder Beziehung ideales Angebot gibt es auch heute noch nicht, aber mit dem Vielen, das erreicht wurde, kann man heute leben. Entscheidende Durchbrüche zugunsten der Kartographie sind unter anderem realisiert worden

1. mit den um ein Vielfaches erweiterten Speicherkapazitäten (Abb.1),
2. mit dem Einsatz von Graphikprozessoren bei grossen Arbeitsstationen (Abb.1),
3. mit der Vereinigung der Vektor- und Rasterwelt
4. mit der Window-Technik (Abb.2) die uns erlaubt, auf dem «Zeichentisch», lies Bildschirm, wieder verschiedene Arbeitsunterlagen nebeneinander und bei Platzmangel auch übereinander zu halten
5. und mit den Farbbildschirmen.

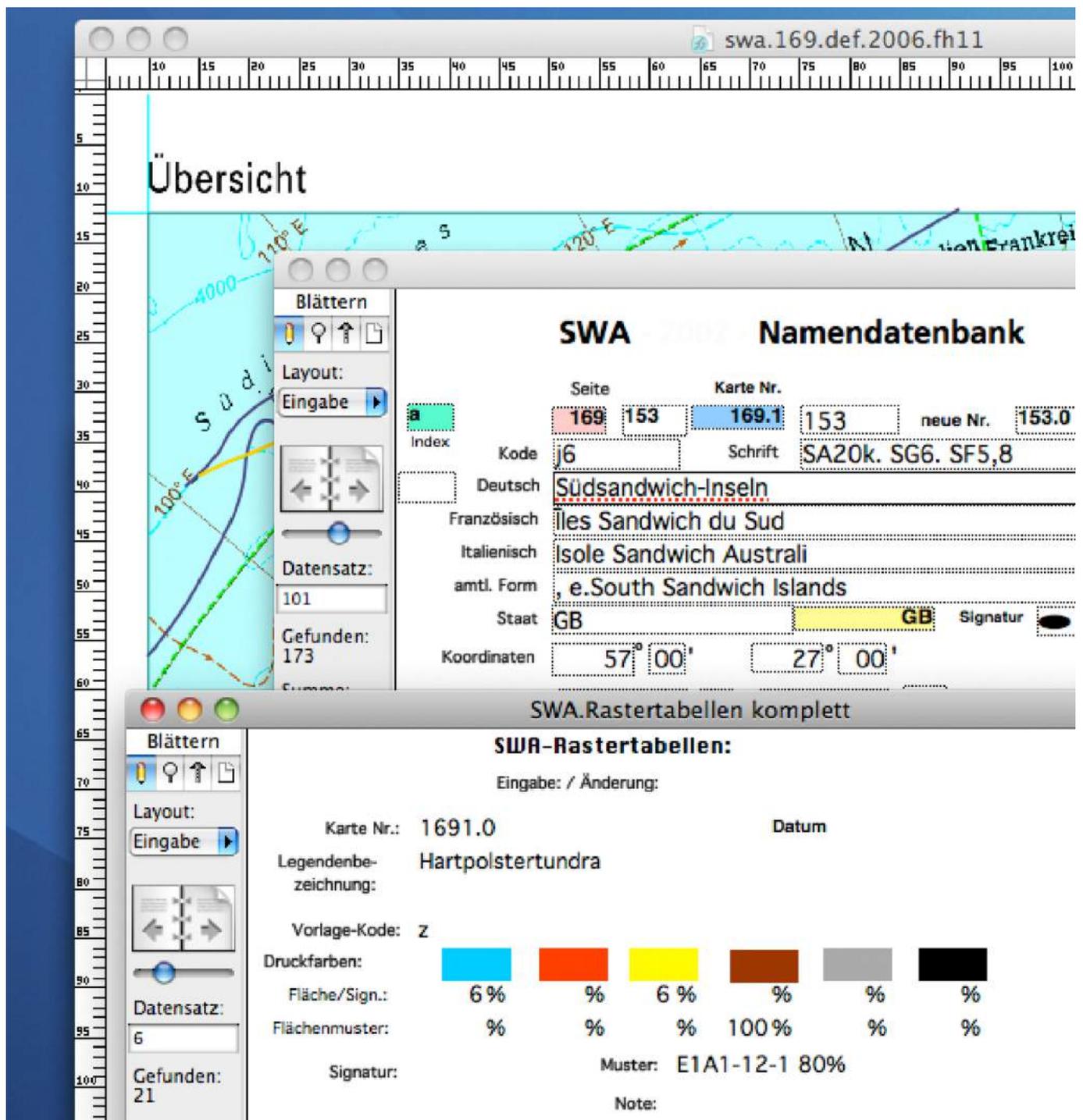


Abb.2: Farbbildschirm mit drei sich überlappenden Windows

Aber auch die grafikfähigen PC's haben einiges zum heutigen Stand beigetragen, nicht zuletzt mit dem Abbau der Schwellenangst bei Anfängern mit Hilfe so genannter benutzerfreundlicher Oberflächen. Gerätetechnische Neuerungen lösen sich heute mit so rasanter Geschwindigkeit ab, dass die Ausbildung kaum mehr zu folgen vermag. Neuentwicklungen werden sofort in der Produktion eingesetzt, lange bevor sie in der Grundschulung zur Sprache kommen. In dieser wird das Kennenlernen von Gesamtkonzepten und das Beurteilen von Verfahren deshalb wichtiger als reines Operateurtraining.

Trotz aller Fortschritte happert es gelegentlich immer noch bedenklich mit der integralen computergestützten Herstellung von Karten. Dieser Mangel wird aber nachsichtig übersehen, weil die digitale Technik dafür eine ganze Anzahl neuer Möglichkeiten eröffnet. Ausgehend von denselben digitalen Grunddaten lässt sich eine ganze Reihe von verschiedenartigen Kartenprodukten erarbeiten, die ganz verschiedene Aspekte zeigen. Nur unter dieser Voraussetzung lohnt es sich überhaupt, unter allen Umständen den digitalen Weg zu beschreiten. In besonderem Masse gilt dies für die Perspektiv-Darstellungen von 3D-Modellen, die für die Betrachtung aus einer beliebigen Richtung konstruiert werden können (Abb. 3). Ein Referent erklärte letzten Herbst, eine auf einem solchen Blockdiagramm aufbauende Darstellung der Sellagruppe habe ihm in den Tiroler Bergen das Leben gerettet. Nur sei hier die Frage gestattet: Wäre das mit einer normalen Karte nicht auch möglich gewesen, wenn man einigermaßen Kartenlesen kann? Und was, wenn er unglücklicherweise auf der durch die Perspektive verdeckten Seite hätte absteigen müssen?

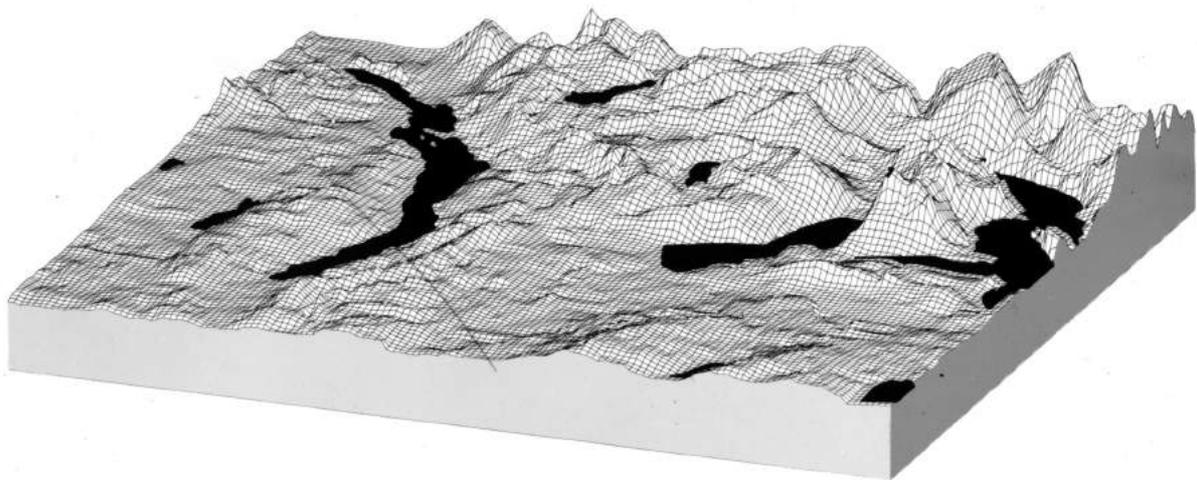


Abb.3: Grundlage für kartographische Blockbilder, erstellt aus einem digitalen Terrainmodell

Viele neue Optionen, wie z.B. statistische Analysen, Strukturanalysen, Verknüpfungsoperationen, Verschneidung von Merkmalen, Flächenberechnungen, Wegoptimierungen und Ähnliches, setzen nur voraus, dass ein genügend strukturierter Datensatz von raumbezogenen digitalen Daten vorhanden ist. Aus diesem wird fallweise ein digitales Kartenmodell aufgebaut, das optisch gar nie in Erscheinung tritt.

Neue Definitionen für Karte und Kartographie; die digitale Karte

Diese Möglichkeit hat dazu geführt, dass der Begriff Karte auch auf digitale Produkte ausgedehnt wurde. Definitionen sind dialektisches Glatteis. In Budapest definierte Frau WASSILLIEV vor einem Monat den Begriff Karte aus der Retroperspektive:

«Wenn etwas als Karte gebraucht werden kann, so ist es eine Karte!»

Die zuständige Arbeitsgruppe der IKV hat dort andererseits folgende Definition vorgeschlagen:

«Die Karte ist eine ganzheitliche Darstellung und intellektuelle Abstraktion der geographischen Realität, die für einen bestimmten Zweck oder für verschiedene Zwecke weitervermittelt werden soll, wozu die relevanten geographischen Daten in ein Endprodukt umgewandelt werden, das visuell, digital oder betastbar sein kann.»

Entsprechend wird weiter definiert:

«Unter Kartographie versteht man das Organisieren und Vermitteln von raumbezogenen Informationen in graphischer oder digitaler Form; sie umfasst alle Phasen, ausgehend von der Datenbeschaffung bis zu deren Darstellung und Benützung.»

Vor 25 Jahren hat Eduard IMHOF aufgrund seiner langjährigen Erfahrung in seiner Abschiedsvorlesung kürzer und eingängiger noch wie folgt formuliert:

«Der Daseinszweck der Kartographie liegt in der Wissensvermittlung durch das graphische Bild, die Karte.»

Man erkennt, dass unsere Fachwelt, schon an diesen Definitionen gemessen, immer komplizierter wird. Wir wurden unausweichlich mit dieser Ausweitung auf den digitalen Bereich konfrontiert.

Neue Medien zur kartographischen Wissensvermittlung

Diese technologischen Veränderungen führten zu einer Zersplitterung der Kartographie in verschiedene Spezialitäten, vom Leitungskataster bis zu Landinformationssystemen, vom Datenerfassen mit Digitalisiergeräten, mit Scannern, mit Videokameras bis zur Datenausgabe auf Laserrasterplottern oder im Form von Diapositiven, von statistischen Karten bis zu perspektiven Geländeansichten, von topographischen Karten bis zu Photokarten. Die damit befassten Kartographen verlieren den Überblick, da sie mehr und mehr in einem eng begrenzten Gebiet eingesetzt sind. Ähnlich geht es den leitenden Gremien, die angesichts des vielfältigen Angebots Gefahr laufen, ihre Hauptaufgabe aus den Augen zu verlieren. In den Randgebieten sind zunehmend branchenfremde Fachleute aktiv, die von der Faszination der Graphik eingenommen sind, ohne in dieser Hinsicht über solide Grundlagen zu verfügen. Die Kartographen verloren zunehmend an Einfluss auf die Entwicklung.

Mit den neuen Arbeitsstationen auf Mikrocomputerbasis und den ausgereifteren Datenbank- und Softwarekonzepten kann eine breitere Palette von kartographischen Arbeiten wieder von Kartographen ausgeführt werden. Dies jedenfalls ist die Meinung des Vorsitzenden der ständigen Kommission der IKV für neuartige Technologien. Für die Ausbildung erweist es sich als günstig, dass sich die grundlegenden Softwarekonzepte wesentlich langsamer als die verwendete Hardware verändern. Sie überleben meistens mehrere Generationen von neuen Geräten, dies allerdings nicht immer zu ihrem Vorteil.

Die digitale Technologie setzt nicht nur bei die Herstellung druckfertiger Vorlagen für Karten und in der rechnerischen Auswertung von digitalen Datensätzen durch; sie schliesst auch neue Medien zur Speicherung und Vermittlung von raumbezogenen Informationen in graphischer Form ein. In erster Linie denken wir hierbei an Karten auf Bildschirmen von Computern. Hier ein Ausschnitt aus einer Bildsequenz zum Kulturlandschaftswandel in der Agglomeration Zürich, erstellt aufgrund verschiedener Kartenausgaben (Abb.4).

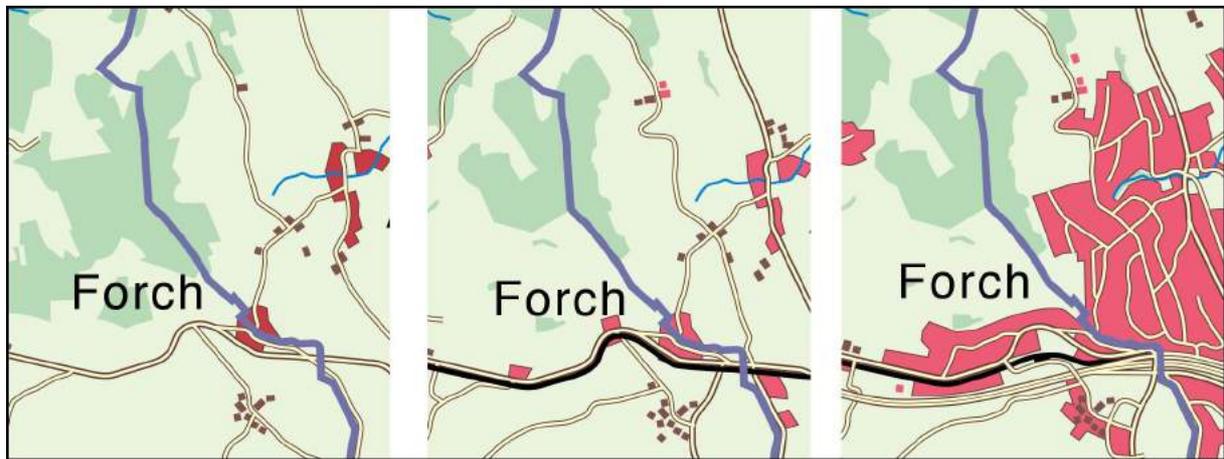


Abb.4: Veränderung der Kulturlandschaft (Wald, Siedlungen, Verkehr) von 1850 bis 1957 und 1990

Videobänder oder -disketten werden aber auch auf Fernsehmonitoren sichtbar gemacht. Auf Laservision-Bildplatten können rund 50000 Kartenausschnitte von 6 x 4 cm Format gespeichert und auf Abspielgeräten mit Unterstützung von einem PC mit guter Auflösung betrachtet werden, im Grunde genommen nichts anderes als eine endlose Diabildschau mit freiem Zugriff. Die weitere Entwicklung führte zu den so genannten interaktiven Compact Disks (CD), auf denen alle Kartendaten und Programme digital gespeichert sind. Damit wird eine flexiblere Handhabung solcher digitalen Kartensammlungen auf dem Bildschirm möglich, mit der Möglichkeit für den Benutzer, die Informationen selektiv abzurufen und zu überlagern und damit in beschränkter Masse frei zu gestalten. Das komfortabelste Medium für den eingeweihten Anwender von «elektronischen Karten», wie sie auch genannt werden, sind die Farbbildschirme von leistungsfähigen Arbeitsstationen. Kartenbilder können darauf, innerhalb gewisser Grenzen, frei nach Wunsch zusammengestellt und individuell gestaltet werden. Die Farbpalette kann ausgewechselt, gesuchte Elemente blinkend dargestellt, die Generalisierung der Daten nach verschiedenen Ansätzen durchgeführt werden. Man kann Kartenausschnitte vergrößern und wie mit einer Lupe betrachten, Text und Namen ein- und ausblenden und zwischen hinein z.B. eine Fläche berechnen, alles Dinge, die bei einer fertig vorliegenden gedruckten Karte nur Wünsche bleiben. Voraussetzung ist selbstredend, dass topographische und andere raumbezogene Daten in digitaler Form vorliegen. Mit dem Aufbau solcher, auch die Situation umfassender Datensätze wird jedoch im mitteleuropäischen Raum erst begonnen. All diese Verheissungen sind aber nicht ohne eingehende technische und graphische Kenntnisse des Benutzers zu erhalten. Diesen Anwendungen gemeinsam ist auch der Nachteil, dass sie fest an diese Geräte und an eine Energiequelle gebunden sind. Soll das vergängliche Bildschirmbild erhalten bleiben, so muss doch eine Papierkopie erstellt werden.

Kann auf das graphische Bild, auf die gedruckte Karte verzichtet werden?

Mit dem oben Gesagten haben wir auch die Antwort auf diese Frage teilweise schon vorweggenommen. Immer wieder ist vom Bild die Rede, wird auf das Bild zurückgegriffen, auf das gedruckte Bild als bequemes, relativ billiges und sicheres Speichermedium. Es sei nur daran erinnert, dass ein topographisches Kartenblatt mit Reliefton ca. 150 MB an Information enthält. Die gut gestaltete zweidimensionale Graphik verschafft uns einen spontanen Überblick über den Grossteil der Daten, lässt uns mühelos das Charakteristische erfassen, das Wesentliche herauslösen oder Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Komponenten erkennen. Es wäre ein Jammer, wenn man im Zusammenspiel der artverschiedenen Kräfte diese herausragende Fähigkeit des Menschen unterdrücken und nicht nutzen wollte. Ulrich FREITAG hat es so formuliert:

«Visuelle Datenpräsentation ist die schnellste und effizienteste Form der Informationsvermittlung (in unserem Zusammenhang wäre beizufügen «über raumbezogene Sachverhalte»); sie kann unmittelbar zu Entscheidungen führen.»

Die Graphik ist auch die beste Veranschaulichung der zahllosen Inventare, die im Zusammenhang mit einer intensiveren Beobachtung der Umwelt erstellt werden. Gerne benützt man die graphische Darstellung auch zur Überprüfung der Plausibilität von digitalen Daten, zur Elimination grober Fehler (Abb.5).

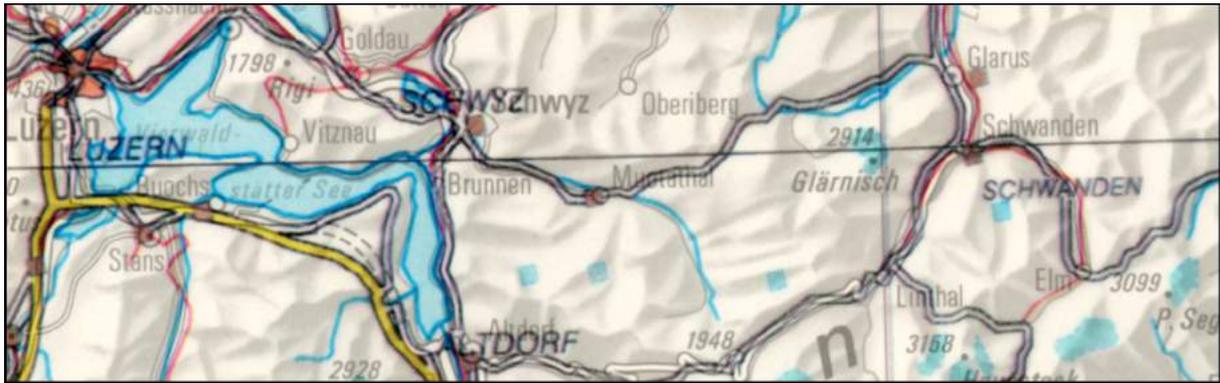


Abb.5: Vergleich einer digitalen Weltkarte (DCW) der U.S. Defense Mapping Agency mit der Landeskarte 1: 1 Mio. auf dem Bildschirm; ein drastisches Beispiel einer Karte, die zwar digital ist, aber von Fehlern nur so strotzt (Passstrassen und Bahnen die gar nicht existieren, Flüsse, die 1000 m bergauf fließen, etc.!)

Zur Illustration der Problematik möchte ich zwei Beispiele einfügen. Im ersten (Abb.6) haben wir mit grossem Rechenaufwand verschiedene Typen von Bevölkerungsentwicklung in Schweizer Gemeinden in den letzten 80 Jahren berechnet. Mit einem Clusteralgorithmus wurden die 3000 Gemeinden sukzessive in 25, in 12 und schliesslich in 8 Klassen mit unterschiedlicher Entwicklung aufgegliedert. Trotzdem haben wir in der Endphase nach Augenmass und von Hand gewisse Retouchen angebracht. Diese Umverteilungen beruhen auf unsern Lokalkenntnissen und auf geringfügigen Unregelmässigkeiten der Entwicklung, die man zum voraus kaum

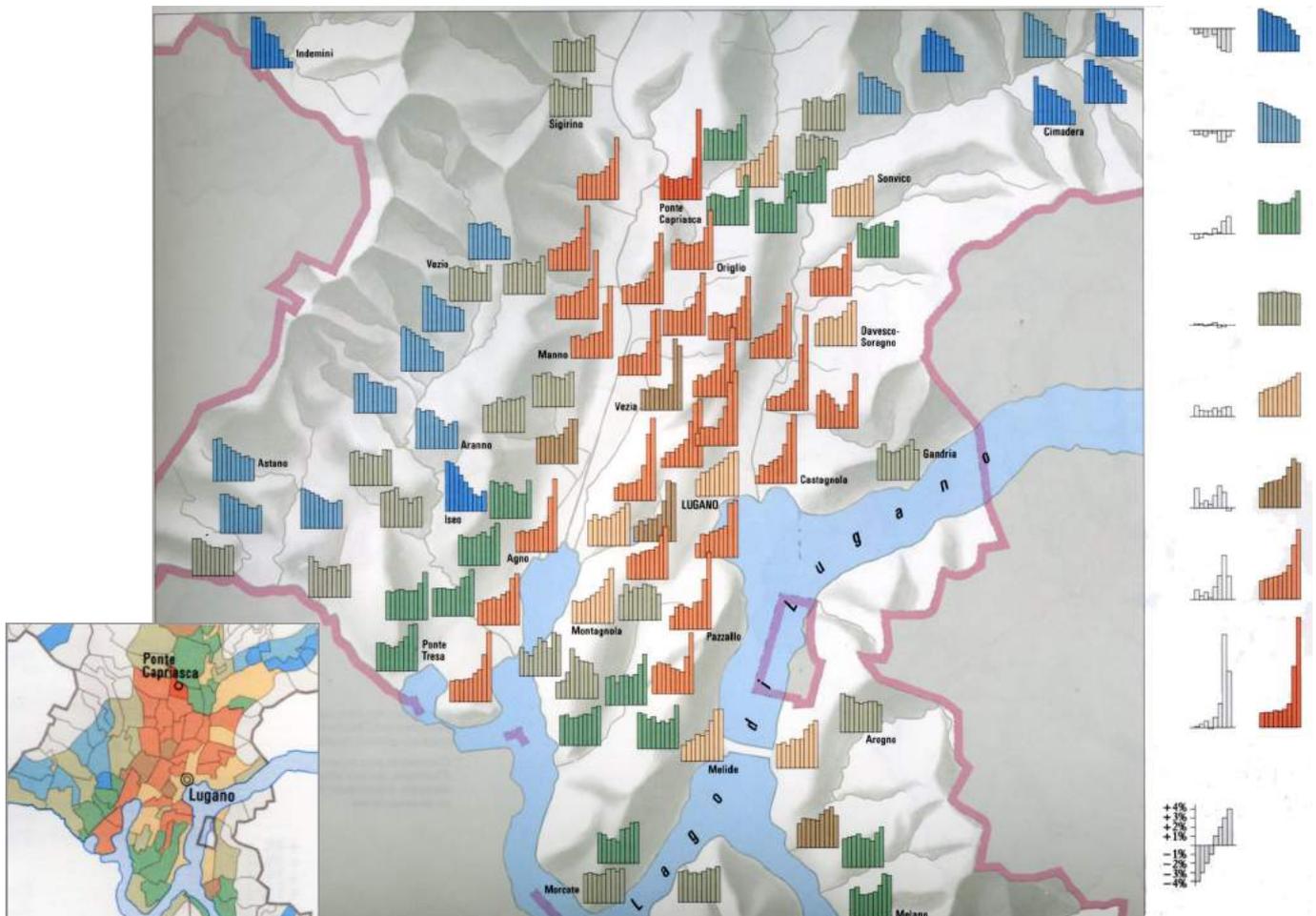


Abb.6 und 7: Rechnerische Klassierung der Gemeinden nach ihrer Bevölkerungsentwicklung zu 8 Typen und Darstellung mit Digrammen im Masstab 1: 100 000 und als Flächenmosaik im Masstab 1: 500 000 (links)

hätte spezifizieren können. Auch eine präzise gestellte Frage nach der Korrelation von zwei räumlich strukturierten Merkmalen kann mit Hilfe eines digitalen Datensatzes beantwortet werden. Zuerst liegt das Resultat in der Form eines digitalen Modells vor. Wenn möglich macht man es aber sogleich als einfache Graphik sichtbar wie in Abb.7.

Im zweiten Beispiel wurde Altersstruktur der Bevölkerung und die Erwerbsstruktur miteinander korreliert (Abb.8). Der visuelle Vergleich der nach Augenmass geordneten Verteilungen (Abb.9) führt auf eine zweckmässige Gruppierung und Formulierung der komplexen Legende. Mit der einfachen Kartengraphik (Abb.10) lässt sich die räumliche Verteilung der verschiedenen strukturellen Unterschiede besser sichtbar machen, als mit einer Tabelle von dreistelligen Korrelationskoeffizienten.

Gemeinde	Anteil der Altersstufe in Promillen									Erwerbssektor in Promillen			Berufstätige absolut
	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	I	II	III	
21 Adlikon	17	21	11	13	11	11	11	4	1	52	29	19	176
22 Benken (ZH)	16	17	12	11	12	14	11	6	1	30	43	27	229
23 Berg am Irchel	14	19	14	12	12	10	11	7	2	47	28	25	201
24 Buch am Irchel	16	21	11	10	14	10	9	8	1	52	26	22	201
25 Dachsen	14	20	11	12	11	12	11	7	2	9	64	27	348
26 Dorf	23	16	13	14	9	9	10	5	1	44	31	25	122
27 Feuerthalen	14	15	15	13	13	11	11	7	1	1	67	32	1474
28													

Abb. 8: Tabelle der Anteile pro Altersstufe und nach Erwerbssektoren



Abb. 9: Visuelles Sortieren der Alters- und Erwerbsstruktur für die Klassenbildung

Im obigen Fall ging man ursprünglich von der klaren Zielsetzung aus, die Korrelation zwischen Altersstruktur und Erwerbsstruktur aufzuzeigen. Was aber mit all den Fragen, die zuerst noch formuliert werden müssen? Woher kommen die Anregungen dazu? Sehr häufig eben gerade von einer Karte, von einer Graphik. Hier werden unbekannte Strukturen sichtbar, die dann zum Gegenstand von Untersuchungen gemacht werden können.

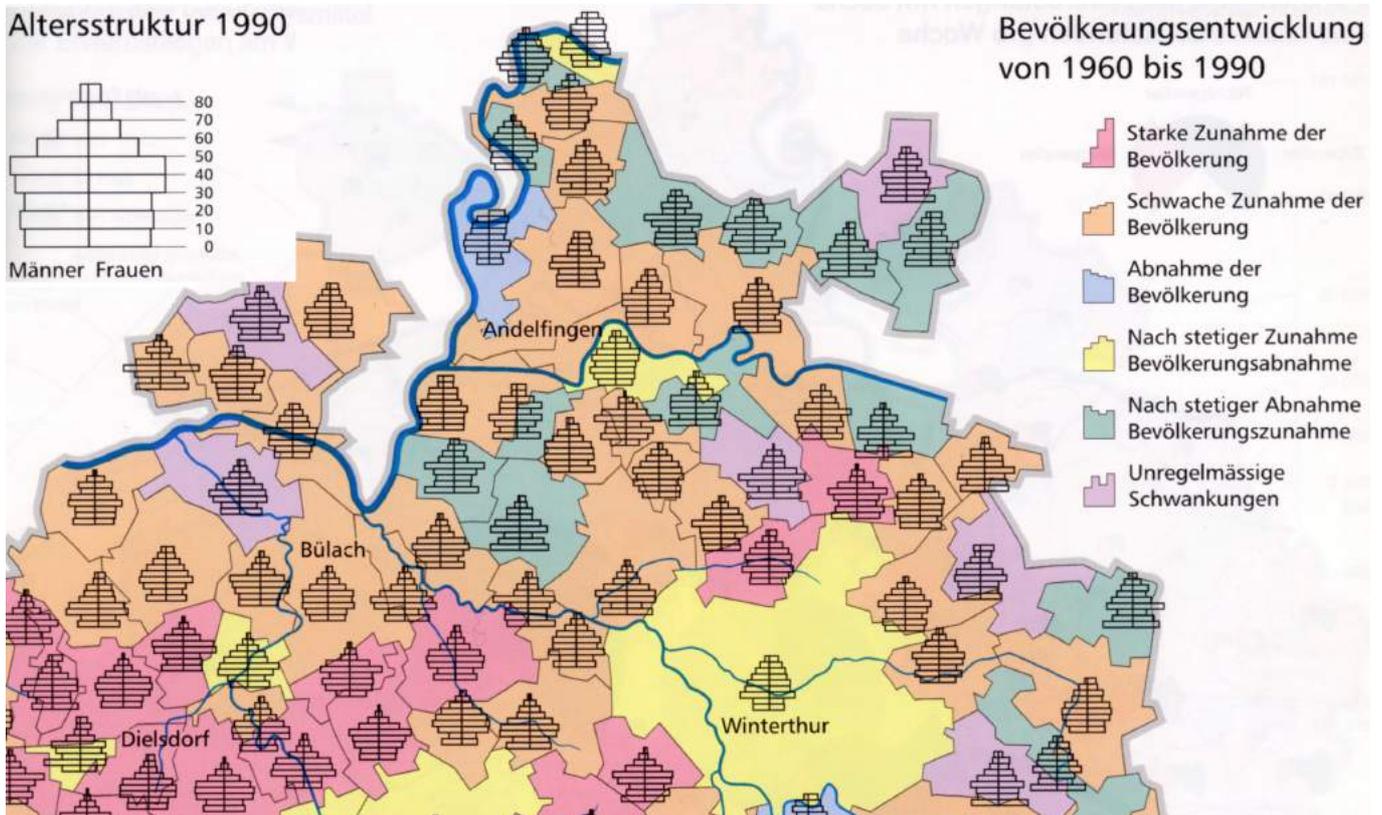


Abb. 10: Darstellung der sechs Typen – in diesem Falle der Bevölkerungsentwicklung zwischen 1960 und 1990 – als Farbmosaik. Die aufgesetzte Ebene zeigt die Alterspyramiden (Praktikumsarbeit Institut für Kartographie der ETH Zürich).

Nicht zuletzt können wir auch aus sozialen Gründen auf das Bild und die Papierkarte nicht verzichten. Das Wissen über räumliche Zusammenhänge und Zustände darf nicht einer elitären Gruppe vorbehalten bleiben, die sich mit Computern und ihren Graphikprogrammen auskennt; es soll weitgehend Allgemeingut bleiben. Die Vorstellung, dass man für jedermann im Moment des Bedarfs auf dem Computer jedem Kunden seine eigene Karte zusammenstellen und ausgeben kann, muss als Illusion bezeichnet werden. Sie mag für einige wenige spezialisierte Benutzer sehr sinnvoll und auch möglich sein, nicht aber für breite Volksschichten, die in ganz besonderem Masse ein Recht auf graphische Information beanspruchen dürfen.

Wir erleben heute in der Schweiz eine heftige Kontroverse um die Reform der amtlichen Vermessung, die manche Mehrleistung verspricht, das meiste jedoch auf Kosten des Benutzers. Der bisherige Grundbuchplan wird in digitaler Form erhältlich sein, dazu z.B. ein umfassender Leitungskataster gegen Zusatzkosten. Auf kartographisch bearbeitete Pläne möchte man verzichten (Abb. 11 und 12).



Abb. 11: Grunddatensatz automatisch signaturiert und in 1:5000 geplottet, als Ersatz für die aufwändige kartographische Bearbeitung



Abb. 12: Übersichtsplan 1:5000 als mehrschichtige, einfarbige Printausgabe für ein breites Spektrum an Bedürfnissen

Aus alledem erhellt, dass der Kartographik nicht nur weiterhin die bisherige Bedeutung zukommt, sondern dass ihre Erkenntnisse auch auf die neuen Medien auszudehnen und noch zu erweitern sind. Diese Ausgabemedien unterliegen etwas andern Regeln als die Karte. Als Stichworte mögen genügen: Geringere Auflösung und anderes Kontrastverhalten der Bildschirme, sowie Beschränkung der Zeit, während der das Bild dargeboten wird, was einem die Karte rascher wieder vergessen lässt, weil keine Verstärkung durch wiederholtes Einprägen möglich ist. Als Vorteil ist hingegen zu werten, dass die dadurch erzwungene Aufmerksamkeit offenbar im Moment zu einer effizienteren und genaueren Information führt. Diese Technik der Kurzdarbietung geographischer Information scheint aber aus den oben genannten Gründen kaum geeignet, das für jedermann unentbehrliche räumliche Bezugssystem aufzubauen, das für das Einordnen aller geographischen, ökonomischen und ökologischen Fakten und Vorgänge und für ihr Verständnis so wesentlich ist.

Die kartographische Forschung und Ausbildung hat sich in letzter Zeit fast zwangsläufig einseitig auf die neuen Technologien ausgerichtet. Die Graphikschulung wurde entsprechend vernachlässigt. Wenn wir ein Beispiel aus einem Randgebiet der Kartographie anführen dürfen, aus dem Bereich Desktop Publishing: PC-Benützer haben sich mehr und mehr begeistert an den vielfältigen und einfach zu nutzenden Möglichkeiten, verschiedene Schriftarten und -größen zu mischen und selber den Umbruch für eine Publikation bearbeiten zu können. Die Produkte dieser Euphorie sind Ihnen allen zur Genüge bekannt. Mit Kreativität haben solche Elaborate wenig zu tun. Erst jetzt ertönt der Ruf nach Satzregeln und Anleitungen für die Gestaltung des Layouts. Auch in der Kartographie sollten wir dieses etwas vernachlässigte Wissen wieder reaktivieren. In gleichem Masse gilt dies aber auch für den gesamten übrigen Bereich der Kartographik, für die Signaturengestaltung und -abstufung, für Farb- und Musterzusammenstellungen und für die geometrische Modellierung und die Generalisierung. Ganz im neuen Trend liegen Computerkarten ohne Basiskarte, vermutlich weil damit ein gewisser Aufwand verbunden wäre. Ihnen fehlt somit jeder Raumbezug; die Information lässt sich geographisch gar nicht lokalisieren. Was bezwecken wir mit einer guten Kartographik? Allgemein ausgedrückt stellen wir in erster Linie sicher, dass die zu vermittelnde Information den Benutzer überhaupt erreicht. Was soll er mit einer Karte, wenn die Namen nicht lesbar, die Signaturen zu klein sind, oder sich nach Form, Farbe, Helligkeit oder Grösse nicht genügend unterscheiden. Überlagerungen und Durchmischungen der verschiedenen Merkmale führen zu oft zu einem unentwirrbaren Chaos. Das Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten des Karteninhaltes sollte reibungslos und zweifelsfrei funktionieren. Die charakteristische Struktur einer Komponente muss gewahrt bleiben; ein Fluss schlängelt sich durch das Tiefland, ein Schienennetz hat keine Knicke, die Konturen von Häuserblocks sind dagegen eckig und nur selten gerundet, um nur einige wenige Beispiele anzuführen. Die Analogien zwischen den Strukturen der Karteninhalte und den Strukturen der Graphik mit denen diese umgesetzt werden, müssen spielen. Die Relationen zwischen verschiedenen Dimensionen der Merkmale und der für sie verwendeten Zeichen müssen stimmen. Nur mit guter Graphik findet man Interesse, nur sie überzeugt und prägt sich ein.

Die Rolle der Kartenbenützer

Wenn wir eingangs als primäre Forderung aufgestellt haben, alles zu unternehmen, damit die Information den Kartenbenützer möglichst richtig und vollständig erreicht, so wird man die Reaktion der Benutzer in die weitere Entwicklung der Kartographik ebenfalls einbeziehen müssen. Wieviel und auf welche Weise Karteninhalt von verschiedenen Benutzergruppen erfasst wird, versucht man in der Perzeptionsforschung zu beantworten. Untersuchungen über menschliche Faktoren geben Auskunft über die Fähigkeit, Kartenzeichen zu erfassen und zu unterscheiden, über die Leistungsfähigkeit des einzelnen Benützers und dessen Beeinflussung durch das gesamte Umfeld. Daraus leiten sich dann neue Graphikregeln ab. In Wien wurden in dieser Hinsicht beispielhafte Arbeiten durchgeführt. Es handelt sich allerdings um ein sehr komplexes Gebiet, weil die Befunde jeweils von einer Vielzahl von Parametern und überdies in ausgesprochenem Masse von der spezifischen Art der Fragestellung abhängen und somit nicht ohne weiteres verallgemeinert werden dürfen. Das Profil an

Vorkenntnissen quer durch alle Benutzer hindurch ist meistens extrem unterschiedlich. Sehr breit ist auch das Spektrum der möglichen Fragestellungen mit denen die Kartenleser an eine bestimmte Karte herantreten. John S. KEATES hat es, seinem englischen Text folgend, etwa so formuliert:

«Da die Kombination von Karteninhalt und Darstellungsmethode eine unendliche Vielfalt von Möglichkeiten einschliesst, kann ihre Wirkung auf einen einzelnen Kartenbenutzer nicht mit Sicherheit vorausgeahnt werden. Sogar wenn eine Karte speziell für eine vollständig bestimmte Aufgabe und einen ganz bestimmten Benutzerkreis erstellt wurde, wird es noch immer von der Anstrengung jedes Einzelnen abhängen, ob die Information richtig vermittelt werden kann.»

Diese Unsicherheit wirkt sich so aus, dass manche Untersuchungsergebnisse nicht signifikant sind und nicht zwangsläufig zu allgemein akzeptierbaren Regeln führen. Trotzdem darf man in der ersten Enttäuschung darüber nicht die unüberlegte Schlussfolgerung ziehen, dass alle Regeln der Kartengraphik nichts als nutzloses Bemühen sind.

Die Entwicklung von wissensbasierten Expertensystemen

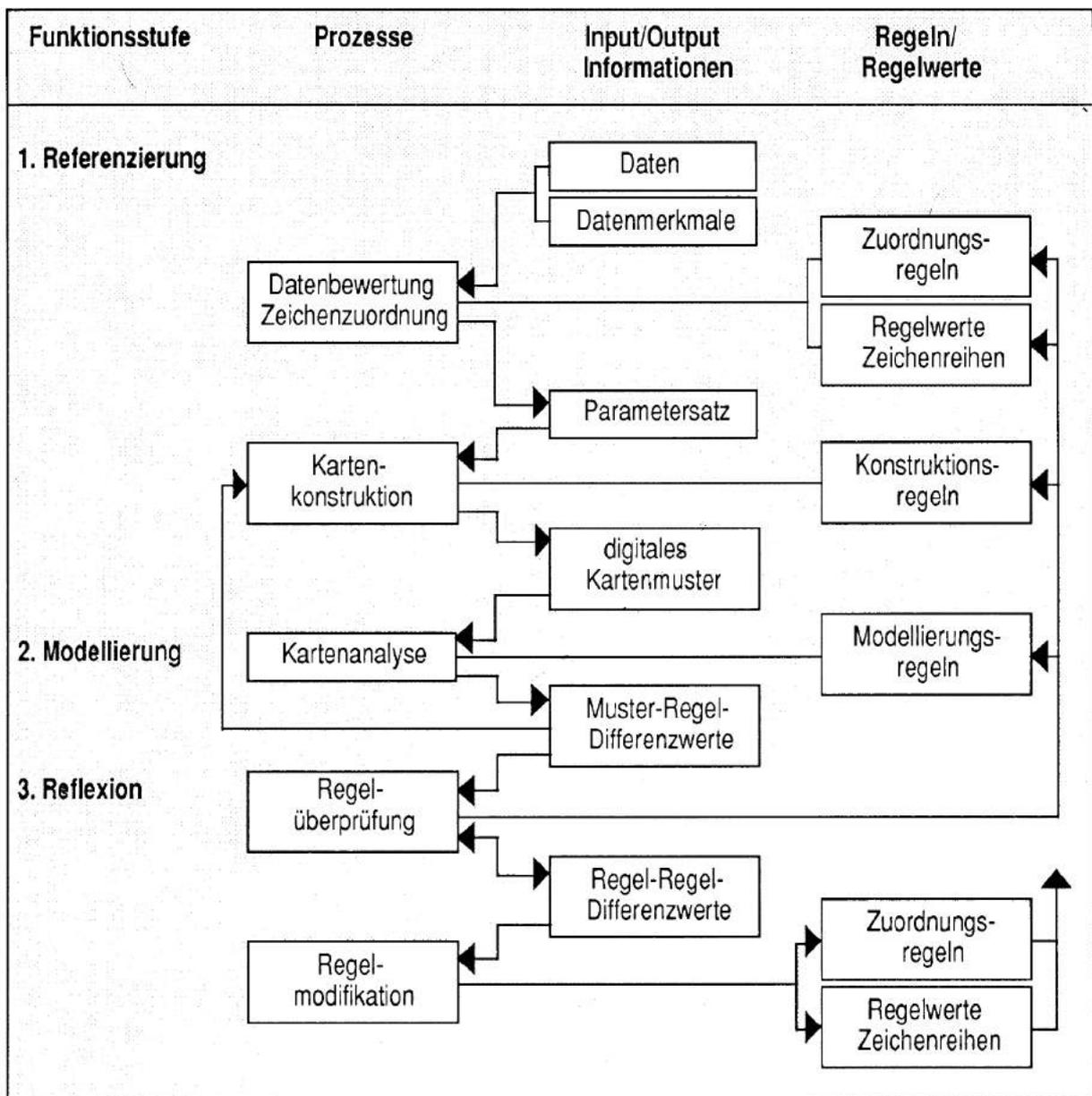


Abb. 13: Modell zur automatischen Kartenkonzeption und -gestaltung (nach Jürgen BOLLMANN, 1989)

Geht man davon aus, dass inhaltliche und graphische Entscheide von Kartenredaktoren nicht nur auf Intuition oder auf einem achten Sinn beruhen, so liegt der Schluss nahe, dass manche dieser Regeln auch formalisiert werden können. Dieses so genannte Expertenwissen bildet die Grundlage für wissensbasierte Softwaresysteme. Dieser Forschungsbereich expandiert gegenwärtig in allen Wissenszweigen ganz enorm. Für den Zeitraum zwischen 1986 und 1988 führt ein Verzeichnis von Doktorarbeiten über 400 Titel an, welche sich auf die verschiedensten Anwendungsgebiete erstrecken, allerdings kaum eine Handvoll davon auf die Kartographie. IKV-Präsident FRASER TAYLOR äusserte vor drei Jahren, dass sich der im wesentlichen intuitive Charakter des Kartenentwurfs ändern müsse, besonders weil «Künstliche Intelligenz» und Expertensysteme auch in der Kartographie angewendet würden.

Jürgen BOLLMANN hat 1988 am 2. Wiener Symposium für digitale Technologie ausführlich über solche Bestrebungen im Bereich der thematischen Kartographie berichtet, die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt werden (Abb.13). Ziel ist es, «Programmsysteme zu schaffen, die dieses Expertenwissen abfragen, verarbeiten, überprüfen, korrigieren und zielgerichtet ausgeben können.» Er beschreibt ein Modell zur automatischen Konzeption und Gestaltung von thematischen Karten, bei dem die eingegebenen Daten nach ihren Merkmalen untersucht und bewertet, sodann über Zuordnungsregeln und graphische Regelwerte Parameter für die Kartenkonstruktion abgeleitet und schliesslich die Ausgangsdaten in ein digitales Kartenmuster überführt werden. Dieses wird dann analysiert, überprüft und bei aufgedeckten Mängeln neu modelliert. Die durchgeführten Korrekturen werden überdies zur Anpassung der Regelwerte benützt, wenn ihre Häufigkeit als signifikant bewertet wird. Man spricht hier von einer selbstregulierenden Optimierung des Prozesses der Kartenherstellung, anderswo viel präventiöser eben von künstlicher Intelligenz oder von lernfähigen Systemen.

Wo liegt der entscheidende Vorteil von Expertensystemen zur Lösung kartographischer Darstellungsprobleme? Selbst bei stark verzweigtem Entscheidungsfluss werden die einzelnen Festlegungen auf der Grundlage eines umfangreichen Fachwissens in der Form einer grossen Zahl von Faustregeln nach dem Muster «wenn ..., dann ...» getroffen. Zu diesem Zweck wird sukzessive eine riesige Wissensbasis aufgebaut, voller Fakten und Erfahrungen, auf die der Fachmann beim Argumentieren in der Regel zurückgreift. Die Struktur des Programmsystems ist so konzipiert, dass es die einzelnen Entscheide in Richtung der wahrscheinlich optimalen Lösung beeinflusst. Diese Regeln werden ergänzt und verbunden durch formal logische Entscheide. Für die Qualität der so gefundenen Lösung bürgt der Synergieeffekt, der dadurch entsteht, dass das Ganze mehr wiegt als die blosse Summe seiner Teile.

Einige Zweifel an der Machbarkeit von Systemen mit Selbstregulierung

Wie lassen sich die Erfolgchancen solcher Systeme abschätzen? Gehen wir dazu in der technischen Entwicklung einen Schritt zurück und erinnern uns an einfache Expertensysteme der ersten Stunde. Ich meine damit CAD-Systeme mit vorbereiteten festen Zeichensätzen und Parametern, z.B. für die Gestaltung von Liniemustern (Abb.14).

Das waren keine Graphikexperten, die uns solche graphischen Greuel verpasst haben. Trotzdem wurden diese Signaturen in Tausenden von Plänen und auch in manchen Karten eingesetzt. Beim Benutzer entschuldigte man sich in der Regel für die qualitativ schlechtere Graphik mit dem Hinweis, dass der Plan oder die Karte dafür mit dem Computer erstellt worden sei. Ähnliche Katastrophen ereigneten sich, nachdem «das Rennen auf die Farbe am Bildschirm» freigegeben wurde. Anfänglich mag die Farbauswahl noch sehr stark beschränkt gewesen sein. Heute aber versprechen die Prospekte z.B. 4096 Farbnuancen aus einem Spektrum von 16 Millionen verschiedenen Farbtönen. Da ist es eigentlich unbegreiflich, dass sich immer noch häufig chaotische, unreflektierte Farbfluten über die Kartenblätter ergiessen.

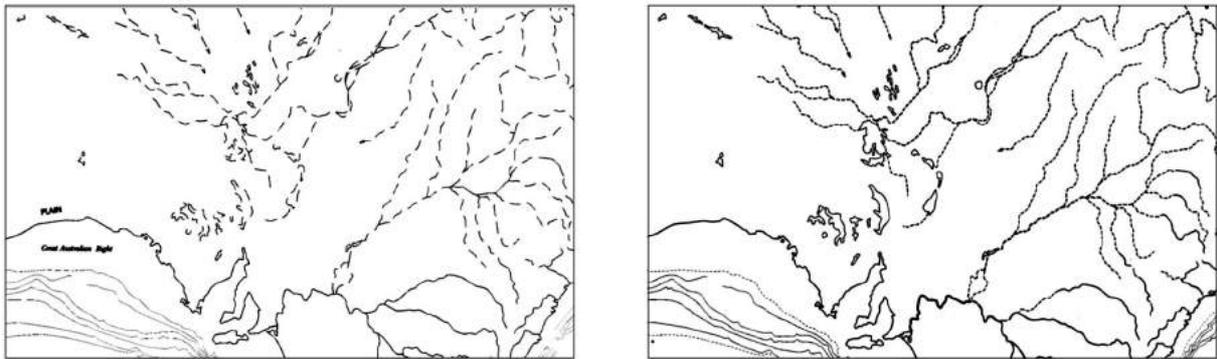


Abb. 14: Automatische Strichlierung schafft keine klaren Formen, benötigt deshalb interaktive Bearbeitung

Nachdem mit neueren Systemen, nicht zuletzt auch für PC's, von der instrumentellen und programm-technischen Seite her viele graphische Parameter freigegeben wurden, hat der unkundige Anwender unendlich viele Möglichkeiten. Seinem schöpferischen Tun sind keine Grenzen gesetzt. Auf viele dieser Produkte trifft leider zu, was Jürgen MITTELSTRASS, der Konstanzer Philosoph in etwas anderem Zusammenhang als «Bildung die sich anschickt, ihr Wissen in wuchernden Bilder- und Informationswelten aufzulösen» apostrophierte. Noch direkter ausgedrückt: Bei vielen dieser Produkte ist es schade um das Papier.

Die Experten auf der andern Seite sehen sich herausgefordert, alle diese Parameter möglichst rasch in den Griff zu bekommen und sie den Expertensystemen einzufügen, um sich und andere von immer wiederkehrenden ähnlichen Entscheidungen zu entlasten und grobe Fehler a priori zu vermeiden. Im Extremfall gehen die Vorstellungen soweit, zu fordern, dass sogar alle Signaturen in thematischen Karten international vereinheitlicht werden, dies mit der, oberflächlich betrachtet, einleuchtenden Begründung, der Schüler brauche sich dann die Bedeutung jedes Zeichens im Leben nur einmal zu merken (Abb.15).

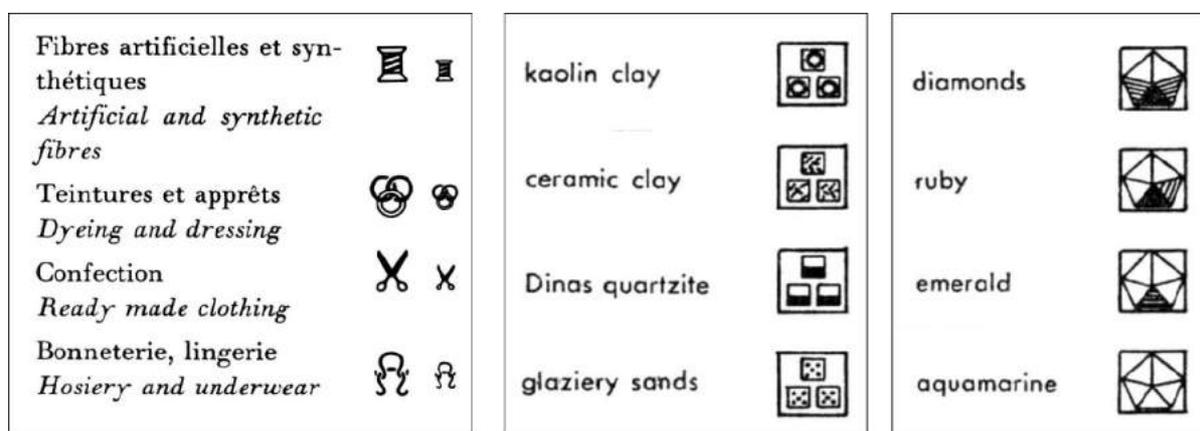


Abb. 15: Zwei Ausschnitte aus Vorschlägen zur internationalen Normung aller Signaturen von Fernand JOLY und Lech RATAISKI illustrieren die Unmöglichkeiten eines solchen, auch graphisch fragwürdigen Vorhabens

Die logische Konsequenz dieser Entwicklung wäre, dass sich alle auf diesem System und nach diesen Normen produzierten Karten in ihrer Konzeption aufs Haar gleichen. Eine bewährte Strichabstufung, eine gelungene Farbkombination taucht immer wieder auf. Linienmuster scheinen alle verwandt zu sein, usw. Alles ist graphisch kaum anfechtbar, wirkt aber mit der Zeit ermüdend. In diesem Zusammenhang ein Satz von Eduard IMHOF:

«Jede Uniformierung führt zur Verarmung, zur Ausdruckslosigkeit».

Es fehlt der Reiz des Neuen und die Neugierde, dieses Neue zu entdecken. Es dominiert die Monotonie und die Langeweile und vielleicht auch eine schiefe Lehrmeinung von Experten.

Dazu noch einmal Jürgen Mittelstrass:

«Wo sich Bilder und Informationen anstelle von Wirklichkeiten und selbst erworbenem und selbst beherrschtem Wissen zu setzen beginnen und Expertenkleinkram die Kammern unseres Bewusstseins besetzt, ist es um das Nachdenken und Vorausdenken schlecht bestellt.»

Auch für die Kartographie sehen wir darin eine Warnung, nicht alles mit der neuen Technologie Machbare zu machen, nicht endlose Serien von Normkarten zu produzieren, sondern mit Überlegung auszuwählen und sich auf das für die Zukunft Bedeutsame zu beschränken.

Es gilt also offenbar, wenn man solchen negativen Tendenzen begegnen will, in diesem Bereich mit viel Feingefühl vorzugehen. Einerseits sind Regeln sicher da, um beachtet zu werden. Andererseits erinnern wir uns an die alte Weisheit «keine Regel ohne Ausnahme», hier besonders vor dem Hintergrund der sehr unterschiedlichen und oft diametralen Reaktionen der Kartenbenützer. Langsam mehren sich die Zweifel an der Machbarkeit des oben beschriebenen Systems mit selbst regulierender Optimierung.

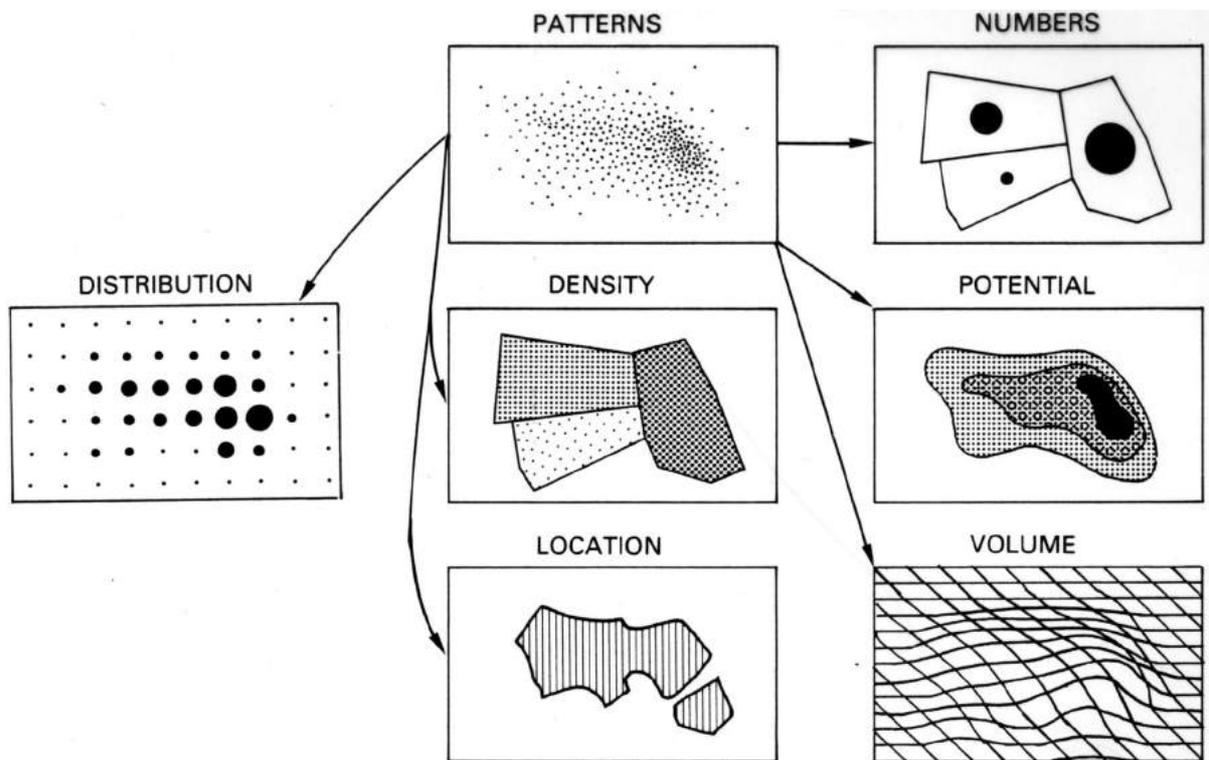


Abb. 16: Aus einem Datensatz können verschiedenste Darstellungsmethoden abgeleitet werden, sofern sie in der Logik des Kartenlesers auch Sinn machen.

Umfassende Regelwerke oder Intuition und Interaktion?

Versuchen wir uns nur vorzustellen, wie viele Kartenzwecke Ausgangspunkt für den Entscheid über das Konzept einer Karte sein können und für alle diese Varianten müsste man sich vorsehen. Dieselben Daten können je nach Wunsch zu ganz verschiedenen Kartenmodellen verarbeitet werden (Abb.16). Wie will man über die Kartenprojektion und den Kartenausschnitt aufgrund einer Vorgabe automatisch entscheiden? Wir haben häufig aus den unendlich vielen flächentreuen Projektionen eine Auswahl geplottet und dann jene ausgewählt, welche einen natürlich abgegrenzten geographischen Raum möglichst lückenlos wiedergab, ohne Rücksicht auf etwas grössere Verzerrungswerte (Abb.17). Wie soll der Auftraggeber zum voraus solche lokale

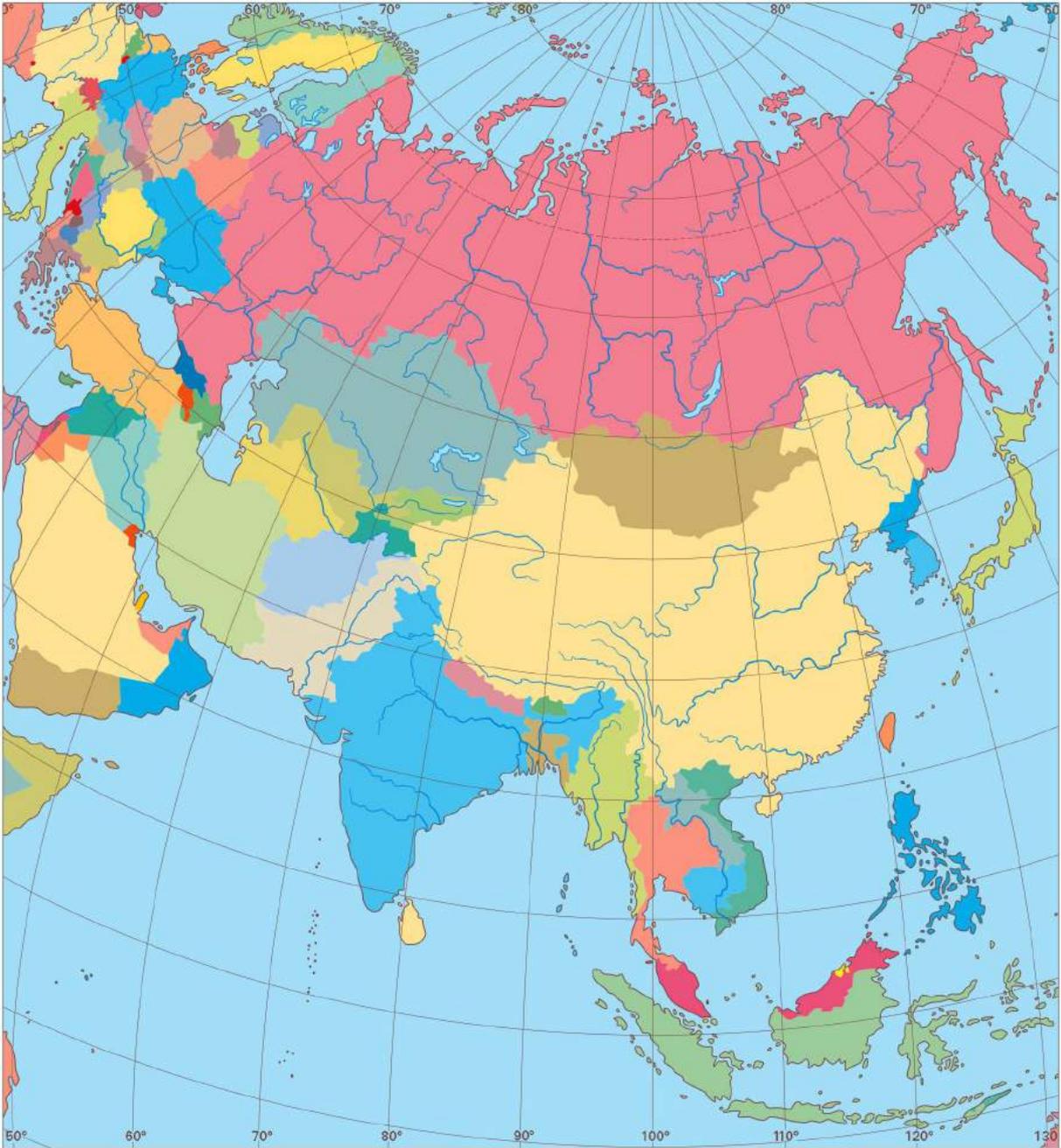


Abb. 17: Die Wahl der Projektions-Parameter ist durch das darzustellende Gebiet beeinflusst. Karte «Asien, Politisch» für den Schweizer Weltatlas, Ausg. 1993. © EDK

Präferenzen formulieren? Auch im Bereich der graphischen Regeln sind Fälle denkbar, die man nicht unbedingt voraussehen kann. Nehmen wir als Beispiel die Prägnanz von gestrichelten Linien. Oft kommt es dabei auf kleine Nuancen an, die der geübte Kartograph auf einen Blick erfasst und optimal umarbeiten kann (Abb. 18).

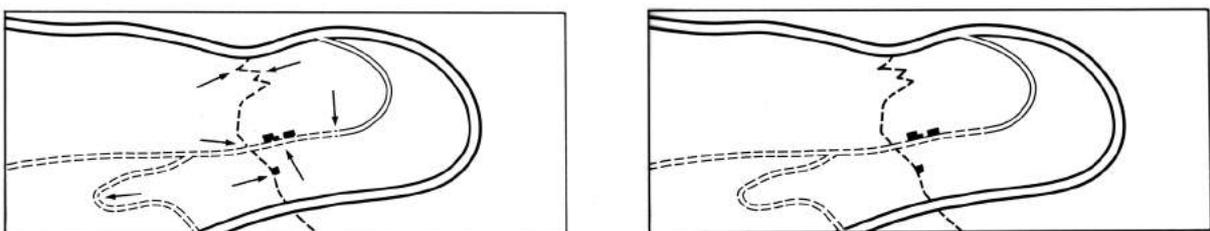


Abb. 18: Die automatische Zeichnung berücksichtigt keine besonderen Situationen in den Linienformen und im Zusammenspiel der Elemente

Als weiteres Beispiel sei das Problem der Überdeckungen in Diagrammkarten angeführt (Abb.18 und 19). Mit dem Rechner lassen sie sich mit Sicherheit berechnen, kaum aber mit bescheidenem Aufwand automatisch optimieren. Die Regel «kleinere über grössere» würde meistens zu einem verwirrenden Bild führen. Gar nicht selten liegt die beste Lösung darin, ausnahmsweise jede Regel zu missachten. Ein Regelwerk, das allen diesen Eventualitäten Rechnung tragen wollte, müsste rasch ins Uferlose wachsen und sich in seinen eigenen Regeln verlieren. Ist es wirklich von Vorteil, einen Kartenentwurf per Software auf alle Eventualitäten zu testen, von denen die grosse Mehrzahl im konkreten Fall gar nicht auftreten. Andere würde man bei interaktiver Bearbeitung auf den ersten Blick erkennen oder als von sekundärem Einfluss bewerten und ausscheiden können.

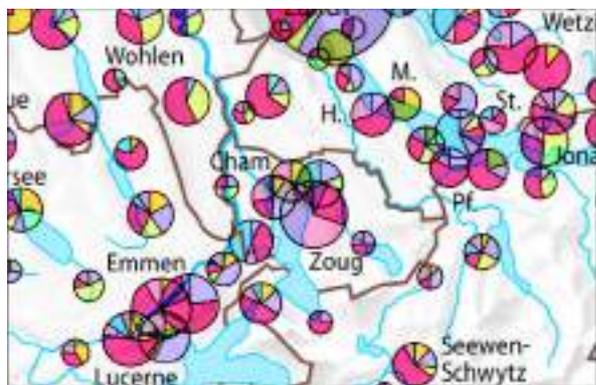


Abb. 18: Ausgangssituation mit lagerichtigen, sich überlappenden Kreisdiagrammen

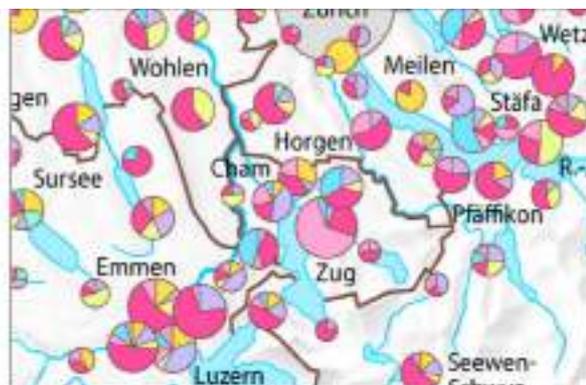


Abb. 19: Die Überlappungen sind soweit gelöst, dass jeder einzelne Sektor noch identifizierbar ist

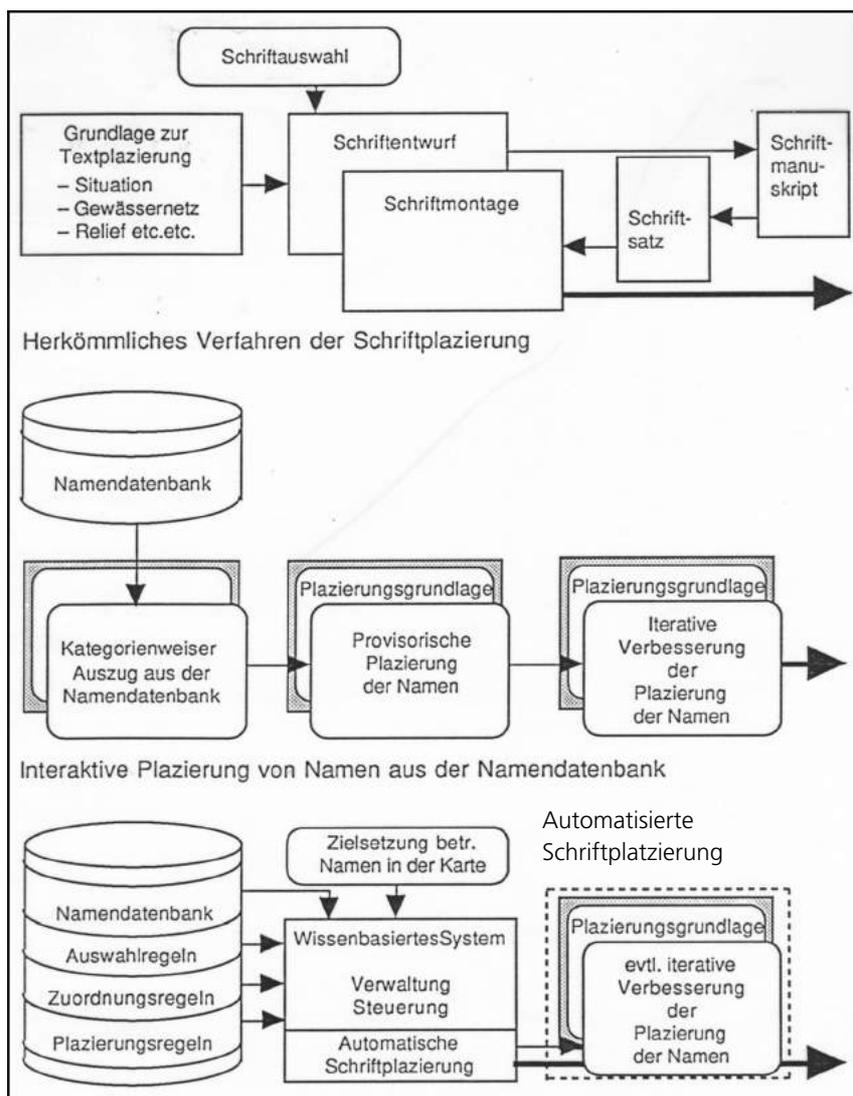


Abb. 20: Verschiedene Verfahren zur Schriftplatzierung

Ziehen wir nun die Bilanz, so stehen sich zwei Konzepte gegenüber: Einerseits könnten wir mit ausgeklügelten, mit dem richtigen Expertenwissen gefütterten, ständigen Anpassungen unterworfenen Konstruktions- und Regelsystemen aufgrund von Vorgaben über die Zielsetzung automatisch die optimale Karte produzieren. Andererseits hätten wir die Möglichkeit, für den Kartenentwurf und die Kartenherstellung interaktive Editiersysteme einzusetzen, die mit wenigen Grundregeln und einigen vorbereiteten, exemplarischen Parametersätzen mit vielen Freiheitsgraden und einer benutzerfreundlichen Oberfläche ausgerüstet sind, und von einem in graphischen Belangen geschulten und mit allen hervorragenden menschlichen Fähigkeiten und Mängeln behafteten Kartographen bedient werden. Gestatten Sie mir, nochmals Eduard IMHOF zu zitieren:

«Das graphische Gefüge feingliedriger Karten verlangt überall, auf jedem Quadratcentimeter der Papierfläche menschliche Entscheidungen.»

In gewissem Rahmen braucht es Regeln. Sie verhindern zu 80 % Unsinn. Aber ob man diese Entscheide alle in einem raffinierten Regelwerk vorwegnehmen und den Rest dem Computerprogramm überlassen kann, das ist hier die Frage.

Die These, die ich hier vertrete ist, dass die zweite Alternative sich langfristig für die Kartographie als fruchtbarer erweisen wird. Man sollte den Kartographen mit seinen spezifischen Fähigkeiten, mit seiner gesunden Selbstkritik, seiner kulturellen Einbindung in der Gesellschaft und seinem Sensorium für ihre laufenden Veränderungen, seiner Anpassungsfähigkeit, seiner Originalität und samt seiner Unvollkommenheit im Spiele belassen, um den Fortbestand einer lebendigen, attraktiven Kartographie sicherzustellen. Das setzt jedoch voraus, dass er über die angesprochenen Eigenschaften auch wirklich verfügt oder sich zum mindesten darum bemüht, und dass sich jeder Kartenredaktor nicht nur als Operateur, sondern auch zu einem Experten in Kartographie ausbilden muss. Denn genau in diesem Bereich liegt seine Stärke im Wettbewerb mit Informatikern.

Wo kann Kreativität noch stattfinden?

Welchen Platz nimmt nun in dieser geschilderten Entwicklung die Kreativität ein? Im Laufe unserer Betrachtungen über die Anwendungen der digitalen Technologie haben wir verschiedentlich die Kreativität gestreift, ohne sie direkt zu erwähnen. Als einen der grössten Unsicherheitsfaktoren haben wir die Benutzerwünsche bei der Formulierung der Zielsetzung für ein Kartenprodukt herausgestellt. Man erlebt es immer wieder, wie vage diese Vorstellungen im Moment, wo das Konzept der Karte zusammen erarbeitet wird, noch sind, - ganz im Gegenteil zu den oft sehr dezidierten Reaktionen, sobald die Karte fertig vorliegt. Es ist deshalb die vornehme Pflicht und dankbare Aufgabe des Kartenredaktors, in dieser Phase schöpferisch mitzugestalten, anzuregen, kreativ tätig zu sein. Den Entscheid darüber, welcher Strukturtyp der Karte zugrunde gelegt werden soll, kann er sehr oft massgeblich beeinflussen.

Kreativität steckt im weitern teilweise auch in allen Bemühungen von Experten oder Kartographen, den Regeln der graphischen Darstellung auf die Spur zu kommen. Manche Gesetze mögen physiologisch bedingt und der Beobachtung direkt zugänglich sein, für andere braucht es innovative Forschungsansätze. Bei aller gebotenen Zurückhaltung bezüglich des Anspruchs auf Kreativität ist beispielsweise nicht einzusehen, warum die Gestaltung der Farbskala für jede einzelne Karte nicht auch als ein kreativer Akt betrachtet werden kann (Abb.21).

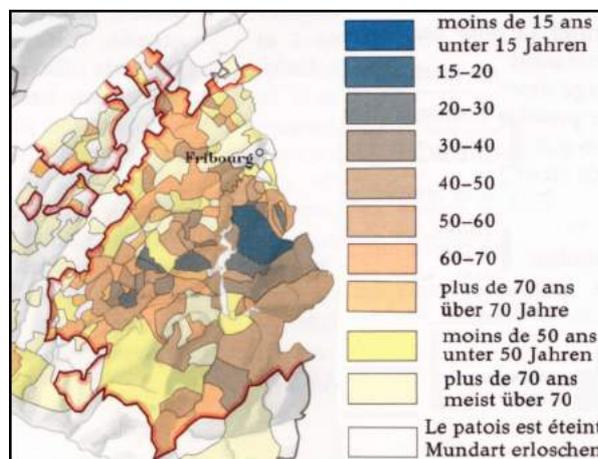


Abb. 21: «Faux-cmaïeux»-Farbskala für eine Karte über Dialekte im Atlas der Schweiz, 1. Ausgabe 1967

Die Auswahlmöglichkeiten, welche die heutige Technik anbietet, sind fast grenzenlos, dazu ist das Verteilungsmuster auf jeder Karte wieder ein anderes. Das lässt dem kreativen Kartengestalter doch einen weiten freien Gestaltungsraum. Nicht anders liegt der Fall z.B. bei den Flächenmustern mit ihren fünf Variablen, Helligkeit, Farbe, Rasterweite, Orientierung und Form, die zum Teil wiederum eine endlose Zahl von Werten annehmen können (Abb.22).

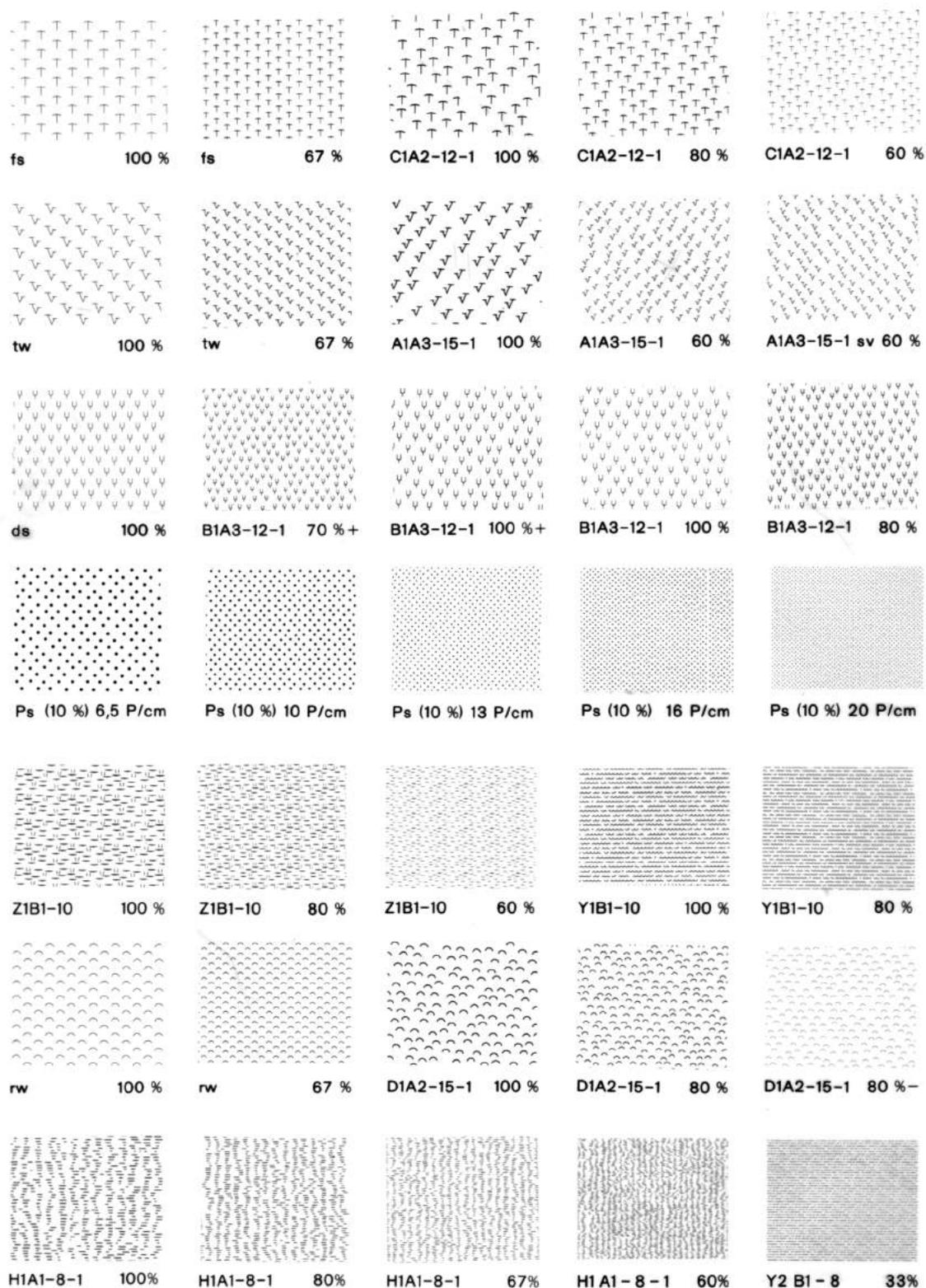


Abb. 22: Für den Schweizer Weltatlas entwickelte Flächenmuster mit unterschiedlicher Rasterweite und zum Teil zufallsverteilten Signaturen

Wir gestehen aber auch dankbar ein, dass uns die Hardware- und Softwaresysteme bei unserm kreativen Gestalten in mancher Hinsicht wirkungsvoll unterstützen, etwa durch die Berechnung von Mindestabständen zwischen Farbnuancen im Farbraum, die noch deutlich unterscheidbar sein müssen, oder indem sie grössere Testreihen für Experimente oder eine Reihe von Kartenproben rasch und in druckreifer Qualität verfügbar machen.

Das Streben nach Objektivität in der Generalisierung

Ein weiterer Bereich, der aller Softwareentwicklung zum Trotz kreativem Gestalten offen bleibt, ist zweifellos die Generalisierung in all ihren vielseitigen Aspekten. Allerdings wird gerade in diesem Punkt immer wieder der Anspruch erhoben, die digitalen Entwurfsverfahren seien objektiv. Wo früher ein Kartograph sich subjektiv bemühte, z.B. die Struktur einer Originalwaldplatte möglichst charakteristisch für einen kleinern Massstab wiederzugeben, werden heute analytische Verfahren eingesetzt, u.a. Filteroperationen im Rasterformat (Abb.23). Vor kurzem überliess es ein Referent jedem einzelnen Zuhörer, zu beurteilen, ob das vorgestellte Verfahren den individuellen Ansprüchen genüge. Das dürfte denn doch der Gipfel der Subjektivität sein! Zuzugeben ist allerdings, dass die Generalisierung heute auf objektiveren Grundlagen abläuft und mit Hilfe digitaler Verfahren einer objektiven Prüfung unterzogen werden kann. Aber welche Parameter eingesetzt werden, bleibt ein höchst subjektiver Entscheid, wiederum mit einer stark kreativen Komponente.



Abb. 23a: Waldgeneralisierung; Originalbild auf den Endmassstab reduziert

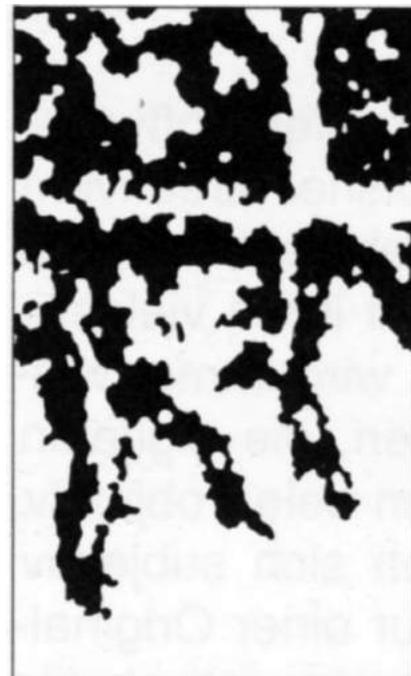


Abb. 23b: Rasterbild mit Filteroperation «generalisiert»



Abb. 23c und 23d: Manuelle Generalisierung der Abb. 23a durch zwei Kartographen

Solche Selektionsprozesse über ein Regelwerk lösen zu wollen, zieht einen unverhältnismässig grossen Programmieraufwand nach sich. Das sei in aller Kürze abschliessend an zwei Beispielen erläutert:

1. Nachführung einer Karte der Pendlerströme aus dem Atlas der Schweiz, bei der die Komplexität der sich schneidenden Ströme extrem hoch ist und kaum ohne interaktives Eingreifen geklärt werden kann (Abb.24 und 25). Von einer eigentlichen Nachführung kann nicht die Rede sein. Es war jedoch beabsichtigt, an der Darstellungsmethode festzuhalten. Die Karte ist aus den aktuellen Daten, mit Ausnahme der Basiskarte, komplett neu erstellt worden. Jede einzelne Linie musste sorgfältig platziert werden.

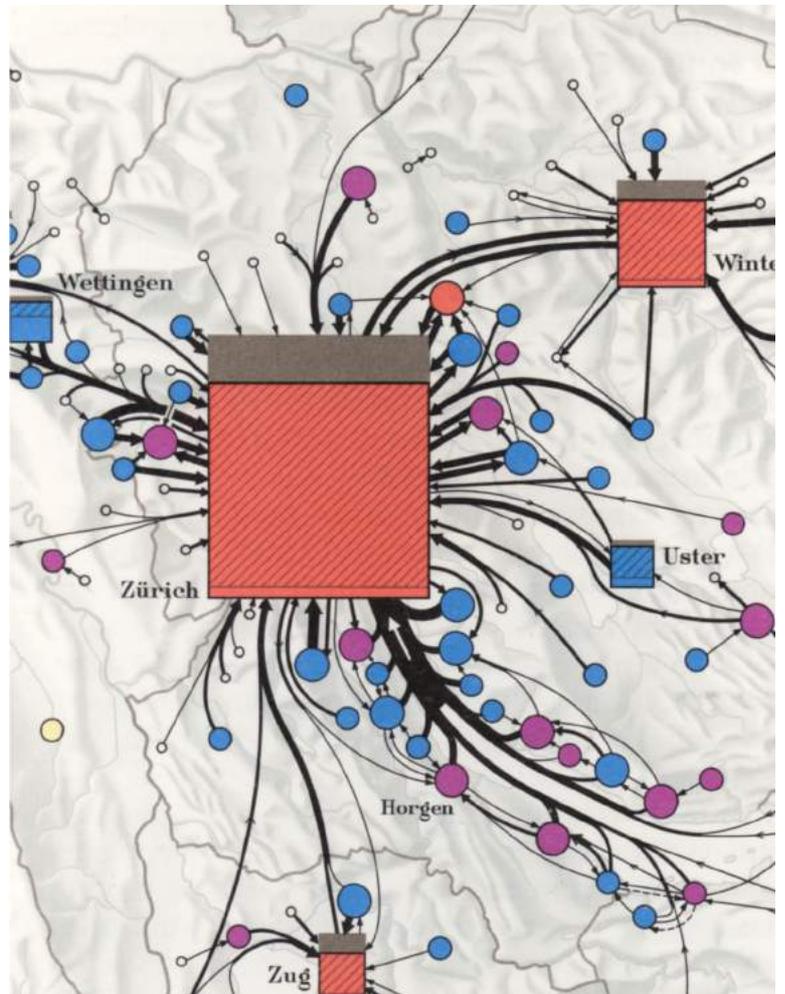


Abb. 24: Pendlerströme im Jahre 1960, Ausschnitt aus der Karte im Atlas der Schweiz, 1. Ausgabe, 1967

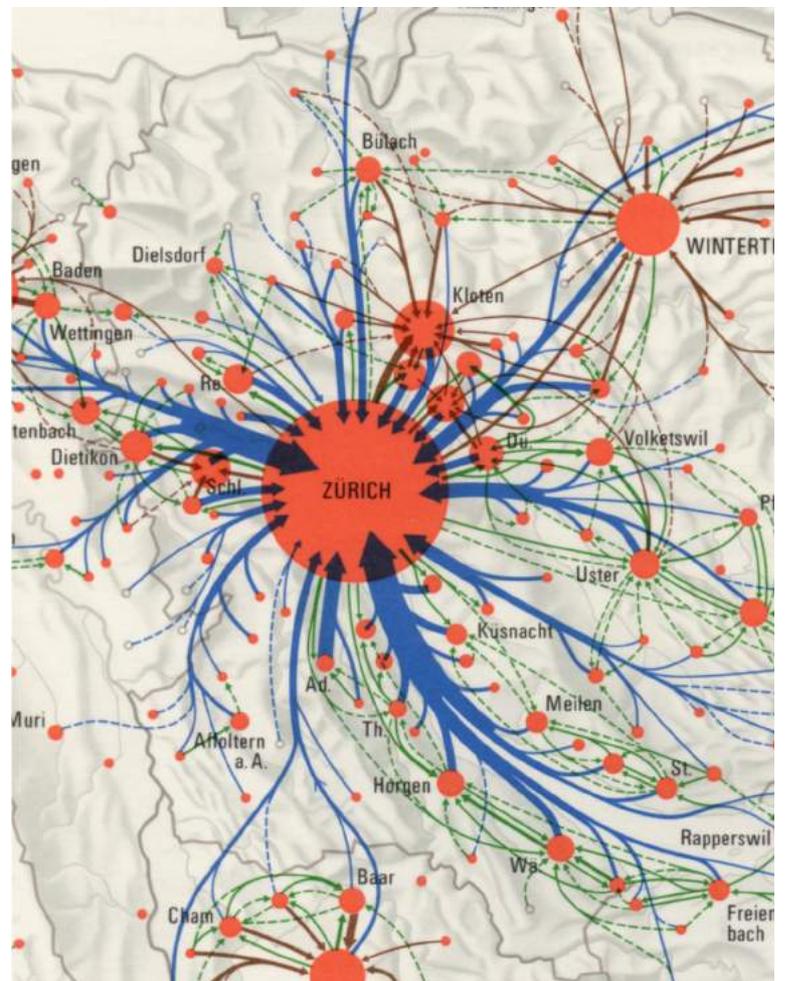
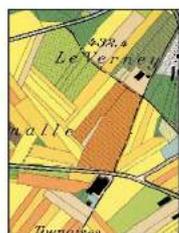


Abb. 25: Pendlerströme im Jahre 1980, Ausschnitt aus der Karte im Atlas der Schweiz, 2. Ausgabe, 1990. Die Überschneidungen sind so krass, dass eine regelgesteuerte Bearbeitung der Karte aussichtslos ist.

2. Aus einer Landnutzungskarte 1:7500 soll unter Benützung der topographischen Basiskarte eine entsprechende Karte im Massstab 1: 25 000 entworfen werden (Abb.26 und 27). Die generalisierten Parzellen müssen sowohl gewissen Minimalgrössen Rechnung tragen, also zum Teil mit anderen aggregiert werden, sich aber zudem dem neuen Situationsbild anpassen und die charakteristische Parzellenstruktur beibehalten. Die Aufgabe ist legitim, auch wenn das resultierende Mosaik unter Umständen beträchtlich von der allzu feingliedrigen Wirklichkeit abweicht. Aber gibt es dafür ein objektiv gesteuertes Regelwerk? Eigenwillige, kreative Lösungen zu vielen Generalisierungsproblemen können durchaus erwünscht sein. Durch die Generalisierung konzentriert man die Aufmerksamkeit auf einen Teil der Information zulasten der übrigen, dies mit dem Ziel, trotz weniger Inhalt ein Optimum an Wissen vermitteln zu können. Die visuelle Prüfung als Grundlage für einen persönlich zu verantwortenden Entscheid und die interaktive Bereinigung bleibt im konkreten Falle als gangbarer Weg offen.

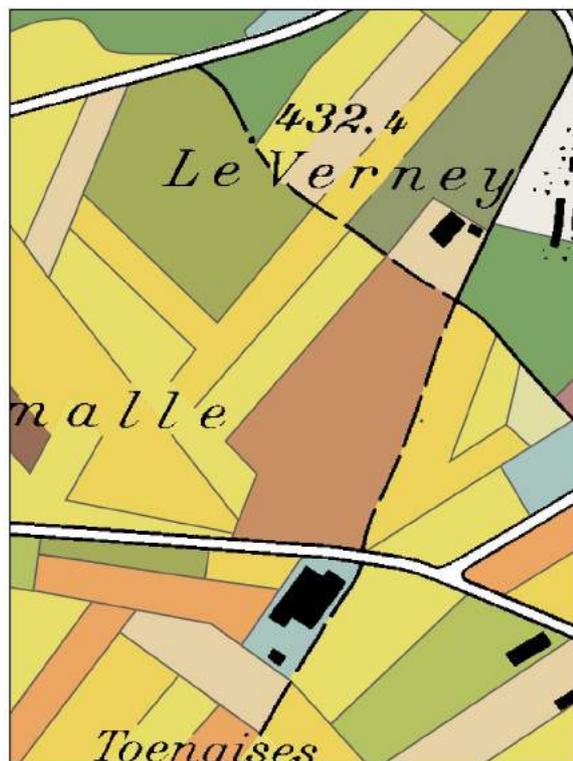


Cartigny: Landnutzung 1: 7500



reduziert auf 1: 25 000

Abb. 26: Originalaufnahme der Landnutzung im Massstab 1:7500 im Rahmen des Projektes Kulturlandschaftswandel



generalisiert in 1: 7500



reduziert auf 1: 25 000

Abb. 27: Generalisierung des Flächenmosaiks für eine Publikation auf der Basis der Landeskarte 1: 25 000

Schlussfolgerungen

Kartographen in der amtlichen wie in der privaten Kartographie werden sich in zunehmendem Masse die Werkzeuge der digitalen Kartographie zunutze machen, nicht zuletzt aus ökonomischen Gründen. Sie werden soweit sinnvoll zur Weiterentwicklung von Expertensystemen beitragen. Sie werden die Nachfrage nach neuen Medien wie Bildplatten und diejenige nach neuen Produkten befriedigen. Ob man überall bereits ein wird, auch die damit anfallenden Kosten zu tragen, muss sich erst noch weisen. Sie werden aber auch die vielen dankbaren Kunden nicht im Stiche lassen, welche die Papierkarte nicht missen möchten. Will sich der Kartograph in der verwirrenden Welt der Computergraphik behaupten, so muss er seine Stärke und seine Erfahrung als Kartographiker wieder vermehrt zur Geltung bringen.

Kartographen jeglicher Herkunft können auch unter dem Regime der digitalen Technologie weiterhin kreativ sein, ja müssen sich diese Freiheit in ihrem eigenen Interesse bewahren. Lassen Sie mich schliessen mit einem Wort des Schriftstellers Max FRISCH:

«Was meint Freiheit anders als eine Art von Zusammenleben von Menschen, das Selbstverwirklichung zulässt, wenn möglich kreativ leben, glücklich sein oder zumindest lebendig, zum Beispiel durch eine Arbeit, die nicht nur Lohn einbringt, sondern Befriedigung.»

Diese Befriedigung in Freiheit und durchaus auch mit der digitalen Kartographie wünsche ich jedem Kartographen für die Zukunft.

Literaturhinweise:

MITTELSTRASS, Jürgen: Vortrag über Wissen, Erkennen, Bildung, Ausbildung heute, am 3. Würzburger Symposium, 1988

IMHOF, Eduard: Landkartenkunst, gestern, heute, morgen – Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 1968. 35 S., 20 Abb., 3 Taff.

FREITAG, Ulrich: Do we need a new cartography.- In: Proceedings of the 13th International Cartographic Conference, volume IV, Mexico, 1988. p. 593-601.

FRASER TAYLOR, D.R.: Cartographic communication on computer screens - The effects of sequential presentation of map information.- In: Proceedings of the 13th International Cartographic Conference, volume I, Morelia, Mexico, 1988. S. 593-611.

BOLLMANN, Jürgen: Ansätze zur Automatisierung von kartographischen Konzeptions- und Gestaltungsprozessen.- In: Digitale Technologie in der Kartographie, Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 2, 1989, S.140-154, 12 Abb.

KELLER, Stefan: Ein wissensbasiertes System zur Unterstützung der Konzeption thematischer Karten. - Diplomarbeit. Geographisches Institut der Universität Zürich, 1989, 110 S.

Bundesamt für Landestopographie: Atlas der Schweiz, 1. Ausgabe 1967, 2. Ausgabe, Wabern, 1990.

Studiengruppe KLV der SGgK: Siedlung, Bodennutzung und Grundeigentum der KLV-Testgemeinden in den 70er Jahren.- Veröffentlichung Nr.9 der Schweiz. Geographischen Kommission, 1986.