

Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 88 (1990)

Heft: 2

Artikel: Bemerkungen zu wissensbasierten Systemen für die Kartographie

Autor: Spiess, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-234308>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

- comment les frontières linguistiques ont évoluées
- quelles sont les caractéristiques de la production agricole
- comment les diverses industries sont réparties
- quelles sont les caractéristiques du tourisme

Les cartes thématiques se basent sur la cartographie officielle la plus récente. La Suisse étant un petit pays, l'échelle 1:500 000 convient très bien pour la représentation détaillée de phénomènes à l'échelon national. Pour des représentations plus généralisées, on utilise les cartes de base à l'échelle 1:800 000 ou plus petite. La recherche dans le domaine de la cartographie thématique a été stimulée par l'établissement de l'atlas. Même si la plupart des planches de l'Atlas de la Suisse ont été élaborées selon les méthodes traditionnelles (esquisses et projets dessinés à la main et reproduits ensuite sur plaques de verre ou supports plastiques pour le travail cartographique), le soutien informatique est en plein développement et les expériences jusqu'ici sont très positives. Au niveau de l'élaboration du projet de carte, l'informatique permet de traiter les données statistiques elles-mêmes déjà informatisées et, à l'aide de systèmes infographiques, de générer les diagrammes ou figures représentant ces données statistiques automatiquement, de les placer sur le fonds de carte topographique rapidement et d'élaborer ainsi des variantes du projet de la carte pour faciliter le choix définitif de la représentation la meilleure [4]. Au niveau du travail cartographique

lui-même, l'informatique est d'une aide précieuse pour le cartographe. Spécialement dans le domaine de la cartographie thématique, certains systèmes actuellement sur le marché permettent un gain de temps considérable par rapport aux méthodes traditionnelles de stripping pour générer des surfaces colorées. Les moyens modernes de visualisation sont également envisageables pour diffuser une telle œuvre. Certes, si le papier a encore toute sa raison d'être comme support des cartes, la tendance à mettre celles-ci sous une forme compatible avec l'ordinateur existe déjà.

Haïe par les uns, glorifiée par les autres, l'infographie doit rester un instrument parfaitement maîtrisé par le cartographe. L'Atlas de la Suisse a une autre fonction que celle de répondre au besoin d'une information immédiate après l'«événement». Pour cela, on peut générer des cartes simples, rapidement et avec des moyens relativement modestes. Malheureusement, trop souvent, l'éditeur d'une telle carte essaie d'en rehausser le prestige par la mention «cartographie assistée par ordinateur»; ou bien, par cette mention, tenterait-il d'excuser parfois l'indigence de la carte?

L'Atlas de la Suisse a pour ambition de présenter des cartes d'un graphisme de haut niveau. Le choix des teintes, la clarté des graphiques ou des diagrammes, la sérieux des données de base concourent à en faire un ouvrage d'une haute qualité de l'information et agréable à consulter. Nous souhaitons donc au professeur Ernst Spiess plein succès à la tête de la rédaction de cet ouvrage et de contribuer

à sa parution selon les principes chers à son illustre prédécesseur, le professeur Eduard Imhof, dont le désir le plus cher fut de «respecter la simplicité, la clarté, de rendre aisée la lecture des cartes et leur interprétation, leurs légendes et leurs commentaires» [3].

Bibliographie:

- [1] Atlas der Schweiz/ Atlas de la Suisse/ Atlante delle Svizzera, 1ère édition 1965–1978, 2e édition dès 1981, Wabern, Office fédéral de topographie.
- [2] Gutersohn Heinrich: Atlas der Schweiz – ein Rückblick in: Geographica Helvetica 4/1979, Seite 181–188.
- [3] Imhof Eduard: Préface de l'Atlas de la Suisse, 1978, Wabern, Office fédéral de topographie.
- [4] Leuzinger Heinz: Graphische Probleme bei den Redaktionsarbeiten an der 2. Auflage des Atlas der Schweiz, in: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 2/1980.
- [5] Spiess Ernst: Atlas der Schweiz, Abschluss der Arbeiten an der ersten Auflage und Weiterführung, in: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 9/1978.
- [6] Spiess Ernst: Grundsätzliche Überlegungen der Nachführung des thematischen Atlases der Schweiz, in: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 2/1980.

Adresse de l'auteur:

F. Jeanrichard, ing. dipl. EPF
Directeur de l'Office fédéral
de topographie
CH-3084 Wabern

Bemerkungen zu wissenbasierten Systemen für die Kartographie

E. Spiess

In der Weiterentwicklung der computergestützten Kartenherstellung zeichnet sich als Trend ab, dass auch die Kartenkonzeption und der Kartenentwurf in einen umfassend geregelten Ablauf eingebaut werden. Diese Prozesse sollen durch Expertensysteme gesteuert werden. Dieser Beitrag beschreibt die Funktionalität, diskutiert die Vor- und Nachteile solcher wissenbasierter Systeme für die Kartographie und empfiehlt die Entwicklung offener Systeme, welche in entscheidenden Phasen der Kartenkonstruktion und -modellierung interaktive Eingriffe ermöglichen.

Le développement ultérieur de la production digitale de cartes se caractérise par la tendance d'y intégrer aussi la conception et la préparation des cartes par un processus contrôlé et entièrement réglé. Ces procédés seront dirigés par des systèmes-experts. Cette contribution décrit le fonctionnement, discute les avantages et désavantages de ces systèmes pour la cartographie et recommande le développement de systèmes ouverts, qui permettent des interventions interactives dans les phases décisives de la construction et du modelé de la carte.

Technische Voraussetzungen

Die Kartographie bedient sich in wachsendem Masse für den Kartenentwurf und die Kartenherstellung der Unterstützung durch Computer und Computerperipherie. Zu Beginn dieser Entwicklung war die Batch-Verarbeitung für einzelne geschlossene Arbeitsphasen die Regel. Mit den neuen technischen Möglichkeiten stiegen die Ansprüche an die Qualität der Produkte. Weil die Entwicklung spezifisch kartographischer Software um einiges hinter derjenigen von allgemein einsetzbarer Hardware zurückblieb, ergab sich der Zwang zu vermehrtem interaktivem Editieren am Bildschirm. Die Entwicklung von elementarer kartographischer Software ist im Grunde genommen heute noch nicht vollständig abgeschlossen. Die kartographischen Anwendungen spielen im ganzen CAD-Geschäft bestenfalls eine Aschenbrödelrolle. Sie können zwar von der allgemeinen Entwicklung profitieren, nicht aber was ihre speziellen Bedürfnisse anbetrifft. Dafür repräsentieren sie einen

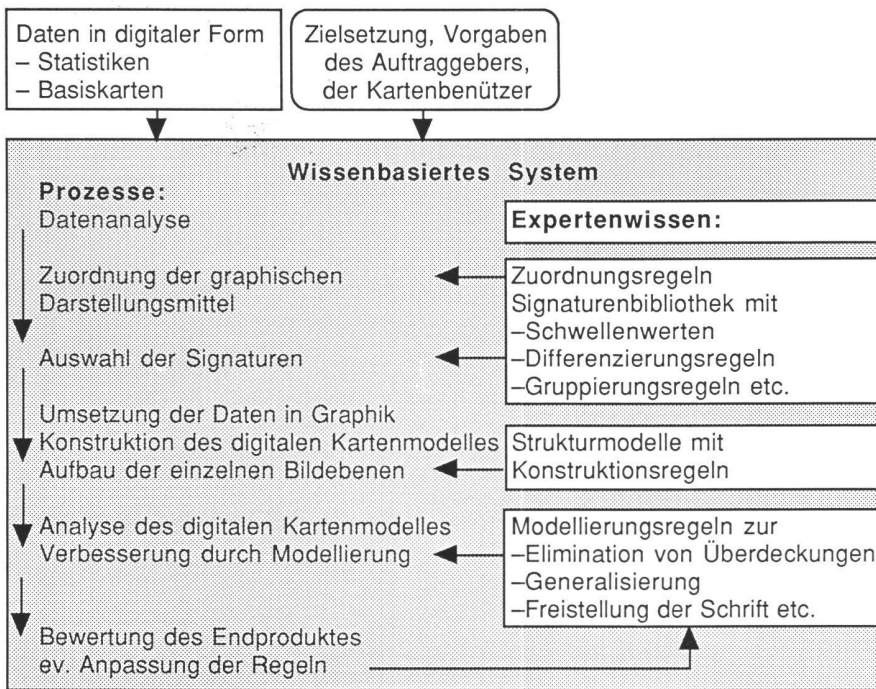


Abb. 1: Prinzip eines wissensbasierten Systems für die Kartographie.

zu bescheidenen Marktanteil. Diese Einschätzung begründet sich etwa darin, dass selbst in der Software für grosse moderne Arbeitsstationen wichtige grundlegende kartographische Funktionen fehlen oder hardwareseitig den extrem grossen Datenmengen, wie sie in der Kartographie fast immer anfallen, nicht genügend Rechnung getragen wird. Zudem sind die Arbeitsabläufe oft noch zu kompliziert und wenig transparent angelegt. Trotzdem lassen sich mit dieser Hard- und Software qualitativ anspruchsvolle Karten in druckreifer Form herstellen. Bis sie aber eine brauchbare Plattform für wissensbasierte Systeme abgeben, muss noch erhebliche Entwicklungsarbeit geleistet werden.

Wissensbasierte Systeme: Umschreibung und Forschungsprogramme

Wissensbasierte Systeme bearbeiten aufgrund von Zielvorgaben und Ausgangsdaten durch Steuerung von Entscheiden mit dem umfassenden Wissen, das von Experten eingebracht wurde, Probleme bis zu einer abschliessenden Lösung (Abb. 1). Sie stellen sich damit in den Gegensatz zur interaktiven Arbeitsweise. Geht man davon aus, dass inhaltliche und graphische Entscheide von Kartenredaktoren nicht nur auf Intuition oder auf einem achten Sinn beruhen, sondern wissenschaftlich erarbeiteten Gesetzmässigkeiten folgen, so liegt der Schluss nahe, dass auch manche dieser Regeln, welche die konzeptionellen Entscheide und die Entwurfsarbeit im Detail steuern, formalisiert werden können. Dieses sogenannte Expertenwissen bildet eine der Grundlagen von wissensbasierten Softwaresystemen für die Kartographie.

Der Forschungsbereich «Expertensysteme» expandiert gegenwärtig in allen Wissenszweigen ganz enorm. Für den Zeitraum zwischen 1986 und 1988 führt ein Verzeichnis von Doktorarbeiten über 600 Titel an, welche sich auf die verschiedensten Anwendungsgebiete erstrecken, allerdings nur sechs davon auf die Kartographie. In diesem Gebiet sind entsprechende Arbeiten noch im Anfangsstadium. Der Präsident der Int. Kartographischen Vereinigung, Fraser Taylor ist allerdings der Meinung, dass sich auch der im wesentlichen intuitive Charakter des Kartenentwurfs ändern wird, weil «Künstliche Intelligenz» und Expertensysteme auch in der Kartographie eingesetzt werden können.

Jürgen Bollmann von der Freien Universität Berlin hat am 2. Wiener Symposium für digitale Technologie ausführlich über solche Forschungsbestrebungen in der BRD im Bereich der thematischen Kartographie berichtet [1]. Die programm- und geräte-technischen Voraussetzungen für die computergestützte Herstellung von Karten seien heute erfüllt. Nicht eingeschlossen seien jedoch die Prozesse, die konzeptionelles, organisatorisches und gestalterisches Wissen verlangen. Deshalb würden die Anstrengungen nun auf diese Bereiche konzentriert. Ziel sei 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 aus Zuordnungsregeln und graphischen Regelwerten Parameter für die Kartenkonstruk-

tion 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, wenn ihre Häufigkeit als signifikant bewertet wird, überdies zur Änderung der Regelwerte benützt. Man spricht hier von einer selbstregulierenden Optimierung des Prozesses der Kartenherstellung, anderswo viel präventiver eben von künstlicher Intelligenz oder von lernfähigen Systemen.

Mit diesen Zielen werden im Rahmen des genannten Forschungsprogrammes von verschiedenen Gruppen einzelne Module bearbeitet. In einem spätern Stadium sollen sie zu einem Gesamtsystem zusammengefügt und ausgetestet werden. Eine Reihe weiterer Aktivitäten mit ähnlichen Zielsetzungen laufen gegenwärtig bei verschiedenen andern Forschungsinstitutionen.

Fallbeispiel: Diagrammkarten zur Erwerbsstruktur

Auf konkrete Fälle in der Kartographie bezogen würde man mit wissensbasierten Systemen beispielsweise die folgende Aufgabe lösen können: Als Ausgangsdaten liefert man dem System die Zahl der Einwohner nach den Volkszählungen von 1960, 1970 und 1980 für alle 3000 Schweizer Gemeinden. Sodann steht je ein digitaler Datensatz mit allen Gemeindegrenzen, das Gewässernetz und ein Reliefbild zur Verfügung. Die statistischen Daten und die Grenzen jeder Gemeinde samt Siedlungsschwerpunkt sind über dieselbe Gemeindenummer verknüpft. Die primäre Zielvorgabe besteht z.B. darin, eine Übersicht über diese Daten in einer mehrfarbigen Karte im Format A4 im Vierfarbendruck auszugeben. Aufgrund dieser Angaben und der vorliegenden Daten und nach Massgabe der abgespeicherten Entwurfs- und Zeichenregeln bestimmt das Programmsystem den Kartenmassstab und entwickelt einen Layout für diese Karte. Im weiteren analysiert es die statistischen Daten, sucht nach Maximal- und Minimalwerten, entscheidet sich z.B. dafür, dass in diesem Falle nur zwei Stände, 1960 und 1980 dargestellt werden können, durchläuft dann einen Entscheidungsbaum von Zuordnungsregeln und endet schliesslich bei einem Diagramm mit zwei Halbkreisen und einem bestimmten Figurenmassstab. Es vergrössert darauf alle Figuren, die zu klein sind um visuell eindeutig erfasst zu werden, auf eine feste Minimalgrösse und wählt schliesslich noch die Strichstärken. Sodann werden die Farben für die verschiedenen Erwerbsstrukturtypen, die es statistisch berechnet hat, und die Hintergrundinformation festgelegt. Mit den derart ermittelten Parametern und den abgespeicherten Konstruktionsregeln für die

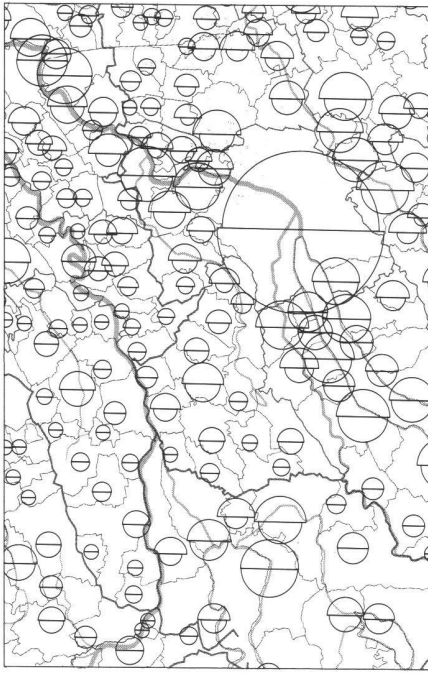


Abb. 2: Konstruktion des digitalen Kartenmodelles.

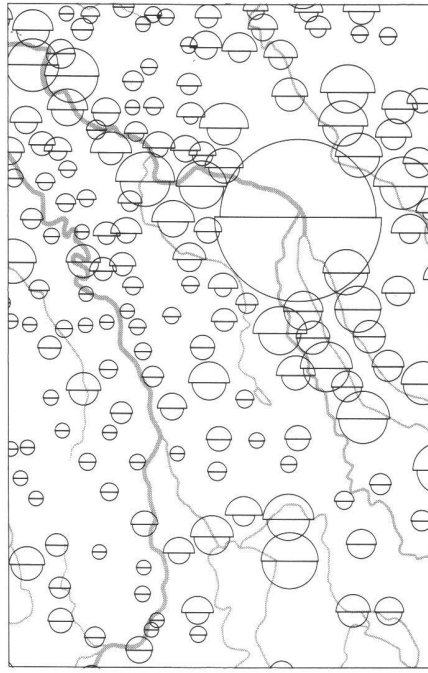


Abb. 3: Modellierung; u.a. optimales Plazieren.

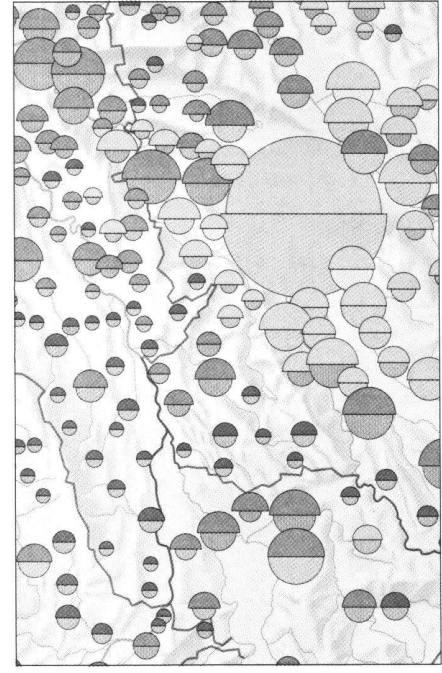


Abb. 4: Druckfertige Karte (Tafel 31, Atlas der Schweiz).

Diagramme wird der thematische Überdruck schliesslich konstruiert (Abb. 2).

In der folgenden Modellierungsphase werden die verschiedenen Komponenten überlagert und das Gesamtbild nach Überdeckungen abgesucht. Je nach dem Befund dieser Analyse werden nach festgelegten Modellierungsregeln unter Umständen der Figurenmasstab verändert, für die Überlappungen der Kreissektordigramme Prioritäten festgelegt und diese anschliessend nach weiteren Regeln in mehreren Durchgängen solange verschoben, bis sie optimal platziert sind (Abb. 3). Dabei wird auch die Überdeckung mit und zwischen den Gemeindegrenzen und dem Gewässernetz untersucht und optimiert. Wenn ein solches Kartenbild all diesen Regeln nicht gerecht wird, so kommt das Programm auf frühere Entscheide zurück und wählt z.B. eine andere Diagrammform aus, die dann wiederum allen nachfolgenden Prozessen unterzogen wird, oder es belässt in diesem Fall nur die Landes- und Kantons Grenzen statt sämtlicher Gemeindegrenzen, um das Bild zu entlasten.

Fällt die Analyse der entworfenen Lösung befriedigend aus, so schliesst sich, ebenfalls als automatisierter Ablauf, die technische Herstellung der druckfertigen Filme an, die sich im konkreten Fall etwa in folgende Teilprozesse unterteilt: Rasterung der Vektordaten für die Gemeindegrenzen und für das Gewässernetz und Aufteilung auf die verschiedenen Druckplatten, Kontraständerung des Reliefbildes, vollständige oder teilweise Freistellung der aufgesetzten Diagramme in diesem Hintergrundbild und im Relief, Rasterung der Diagrammkonturen und Farbtöne für die

Kreisektorflächen nach den Regeln des Vierfarbendruckes (Abb. 4), Beschriften der Legendenfelder und Beifügen der Kartentitel.

In einer zusätzlichen Phase überprüft das Programmsystem die vorgegebenen Regeln, indem es die erreichte Endstufe mit dem ersten Ansatz vergleicht und bei wiederholtem Auftreten gleichartiger Diskrepanzen die Regeln entsprechend modifiziert.

Die Begeisterung über ein solches Programmsystem wird besonders bei allen denjenigen Kartenautoren gross sein, für welche der eben beschriebene Ablauf eines Kartenentwurfes ein Buch mit sieben Siegeln ist. Sie sehen darin eine Möglichkeit, ohne spezielle Kenntnisse zu einem Resultat zu kommen, das offensichtlich der Meinung von Experten in jeder Beziehung entspricht. Andere Gefühle dürften hingegen diejenigen Kartenautoren entwickeln, für die die beschriebenen Überlegungen und Entscheide zum täglichen Brot gehören. Sie dürften mit wachsender Skepsis und Spannung dem Endprodukt entgegenblicken und – nach einem Moment der echten Überraschung – sich wie die Geier über das wehrlose Produkt des Systems hermachen. Ihre Kritik wird an Dutzenden von Stellen ansetzen, zum Teil vielleicht allzu kleinlich, zum grösseren Teil aber vermutlich nicht unberechtigt.

In der Tat ist es für den erfahrenen Kartographiker beinahe unvorstellbar, dass all das, was er im Laufe einer Bearbeitung einer Karte an einzelnen und ganzheitlichen Beurteilungen und an sorgfältig erwogenen graphischen Entscheiden trifft, durch ein noch so komplexes Programmsystem

in gleicher Weise bewältigt werden könnte. Die Fähigkeit der graphikgewohnten Fachleute, selbst stark ineinander verwobene graphische Konfigurationen so zu entwirren, dass sie zweifelsfrei interpretiert werden können, dürfte von einem Programmsystem nur mit unverhältnismässig grossem Aufwand reproduziert werden können. Immer wieder gilt es für neuartige, erstmalige und vielleicht auch einmalige Konstellationen eine individuelle Lösung zu finden. Ein Rezept, das für verschiedene gegebene Situationen erfolgreich ist, versagt unter Umständen bereits bei einer nächsten.

Fallbeispiel: Wetterkarten

Vielleicht haben wir mit dem gewählten konkreten Beispiel unbewusst die Grenzen des Machbaren überschritten. Suchen wir deshalb nach einer leichter zu lösenden Aufgabe: Tagtäglich entstehen für die Tagesschau des Fernsehens aktuelle Wetterkarten nach einem offenbar gängigen Muster und eingespielten Ablauf. Aufgrund der eingegangenen Messungen, eines festgelegten Massstabes und eines vorbereiteten Kartenausschnittes wird das Isobarenbild der Luftdruckverteilung mit einem vorgegebenen Interpolationsprogramm aus den Werten der einzelnen Stationen berechnet und ausgezeichnet. Regenzonen werden als schraffierte Flächen über und zwischen diejenigen Stationen gelegt, die Regen gemeldet haben usw. Alles wird in vorbestimmten Strichstärken ausgezeichnet. Aber auch in diesem Fall, wo manche Entscheide schon vorwegge-

Partie rédactionnelle

nommen sind, gilt es einige Probleme zu lösen: Wie bearbeitet das Contouring-Programm z.B. flache Druckverteilungen? Vermutlich entstehen viel zu komplizierte Isolinenbilder für die kurze Betrachtungszeit am Bildschirm. Wenn es gelingt, diese Tatsache überhaupt noch rechtzeitig festzustellen, so könnten in einem zusätzlichen Durchlauf mit spezifischen Generalisierungsregeln solche Mängel noch behoben werden. Wie müssten aber Algorithmen gestaltet sein, die Kaltfronten finden und die Isobaren an der Kaltfront mit dem typischen Knick versehen können? Das sind nur zwei von vielen Massnahmen, die der erfahrene Meteorologe aufgrund einer ersten Entwurfszeichnung und seiner Gesamtschau mit ein paar Strichen von Hand treffen könnte. Auf die Beschriftung einiger Stationen verzichtet man vielleicht unfreiwillig, um das leidige Problem der Platzierung von Namen zu umgehen.

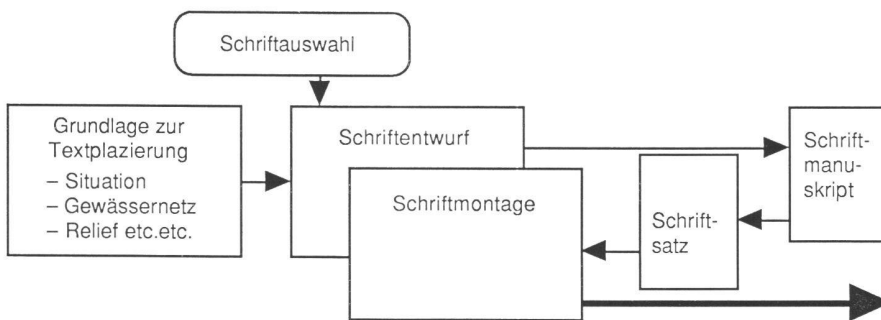
Fallbeispiel: Automatische Schriftplatzierung

Die sogenannte automatische Schriftplatzierung ist einer der sehnlichsten Wünsche im Hinblick auf eine Beschleunigung und Rationalisierung der Kartenentwurfs- und Kartenherstellungsprozesse. In der Tat kann nach unseren Erfahrungen mit dem neuen Schulatlas die Beschriftung bis zu 30% der Gesamtkosten einer Karte ausmachen. Automatisierte Abläufe wären deshalb in diesem Bereich ganz besonders willkommen. Das Absetzen von Namen in einer gegebenen Schriftart und Schriftgrösse an einen vorbestimmten Platz in der Karte ist heute technisch einwandfrei gelöst. Die verbleibenden Hauptprobleme sind somit die Schriftauswahl und die Suche nach einem geeigneten Platz für jeden Namen. Es liegt deshalb nahe, die Regeln, die sich um die 106 Ab-

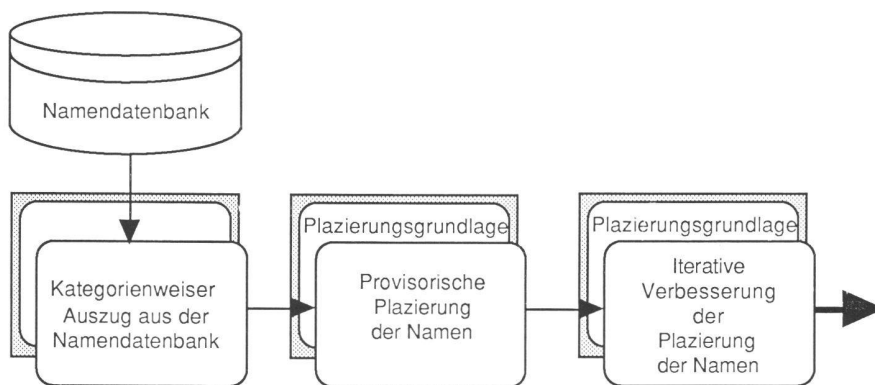
bildungen des Experten Eduard Imhof in seinem Beitrag über die Anordnung der Namen in der Karte [2] ranken, da und dort noch zu ergänzen, mit Regeln zur Schriftauswahl zu erweitern und dieses Modul in die oben beschriebenen wissenbasierten Systeme einzubauen (Abb. 5).

Wenn man sich an den häufigsten Platzierungsaufgaben orientiert, wie etwa dem Einfügen von rund 600 Namen in ein topographisches Kartenblatt mit einem dicht besetzten Situationsbild, so wird einem bewusst, wie empfindlich Schriftzüge und Situation auf jede einzelne Platzierung reagieren. Zu beurteilen ist auch, in welchem Bereich die zweifelsfreie Zuordnung zum Objekt noch gewährleistet ist. Fast jede Verschiebung zeigt auch Auswirkungen auf die optimale Lage der benachbarten Namen oder z.B. auf die genaue Platzierung von einzelnen Buchstaben derjenigen Namen, die über ein grösseres Gebiet hinweg gesperrt werden. Der Tatsache, dass mit jeder vorgenommenen Veränderung der ganze Prozess von neuem beginnt, zum mindesten im lokalen Bereich, versucht man anderswo durch Parallelverarbeitung mit einem speziellen Rechnernetz für Mehrfachinstruktionen beizukommen. Die Anwendung dieser Methode wurde unter anderem für die automatische Namenplatzierung vorgeschlagen. Dabei scheint allerdings der Hardware-Aufwand im Vergleich zu einer interaktiven Feinplatzierung ins Unverhältnismässige zu wachsen.

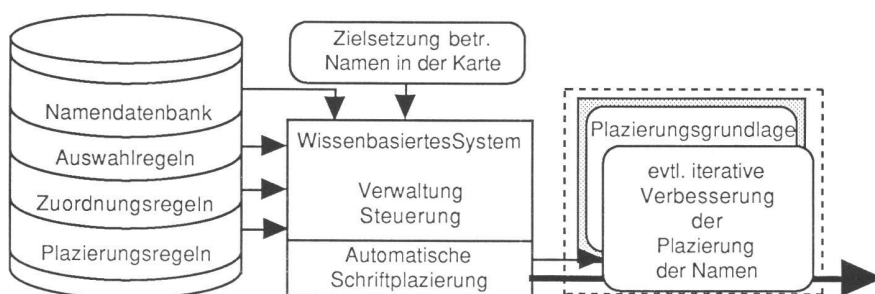
Betrachten wir diese Alternative zum automatisierten Platzierungsprozess: Aus der Namendatenbank werden die für die Karte relevanten Namen aussortiert, kategorienweise Schriftgrösse und Schrifttypus zugeordnet und mit den zugehörigen Koordinaten provisorisch ein graphisches File auf dem Bildschirm aufgebaut. Als Hintergrundbild werden die für die Platzierung relevanten Datenebenen zugeladen. Sodann besorgt der Operateur interaktiv die definitive Platzierung, indem er die einzelnen Namenszüge selektiert, an den optimalen Platz schiebt, allenfalls dreht, biegt oder sperrt. Allerdings muss hierzu erwähnt werden, dass dieses Verfahren nur praktikabel ist, wenn Schrift und Situation in der endgültigen Auszeichnung, im Fachjargon WYSIWYG genannt, vorliegen. Sehr aufwendig kann dieses Vorgehen selbst bei 600 Namen pro Blatt kaum sein. Zeitlich erfordert es jedenfalls nur einen Bruchteil des Aufwandes gegenüber dem traditionellen Weg über Schriftentwurf, Schriftmanuskript, Satz und Schriftmontage. Eine einwandfreie Datenbank vorausgesetzt, dürfte es auch praktisch frei von Satzfehlern sein. Der wesentliche Unterschied gegenüber dem Einsatz eines wissenbasierten Systems besteht darin, dass der Operateur alle Platzierungsregeln kennen muss, also idealerweise das kartographische Handwerk beherrschen sollte.



Herkömmliches Verfahren der Schriftplatzierung



Interaktive Platzierung von Namen aus der Namendatenbank



Automatisierte Schriftplatzierung im wissenbasierten System

Abb. 5: Drei Alternativen für die Herstellung der Schriftplatte von Karten.

Weitere Vor- und Nachteile wissenbasierter Software-systeme

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 auf die aufgebaute, riesige Wissensbasis voller Fakten und Erfahrungen, mit der der Fachmann bisher argumentierte, zurückgegriffen. 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 Entscheidungsgebäude konsistenter ist als nur die Summe aller Teilentscheide. Mit Vorteil werden wissenbasierte Systeme auch dann eingesetzt, wenn ihre Anwender wenig oder keine Kenntnisse der Kartographie haben, wenn es an fähigen Kartenredaktoren und Kartographen mangelt. Das ausgeklügelte System optimiert das Kartenbild aufgrund weniger, allgemein verständlicher Vorgaben selbsttätig bis zum fertigen Endprodukt. Der Operateur hat nur noch dafür zu sorgen, dass Daten zugeladen werden, die richtig strukturiert, für das System kompatibel und vollständig sind. Der weitere Ablauf steuert

sich weitgehend selbst. Ohne weiteres Zutun entsteht eine Karte, welche den gestellten Randbedingungen entspricht. Da der Operateur die Variabilität der möglichen Lösungsansätze gar nicht kennt, wird er auch keine Zweifel hegen, sondern das produzierte Resultat gutgläubig und unbesehen akzeptieren. Gerade dies ist aber auch ein wesentlicher Nachteil dieser Systeme.

Seitdem für die gängigen Arbeitsstationen, nicht zuletzt auch für PC's von der instrumentellen und programmtechnischen Seite her viele graphische Parameter freigegeben wurden, hat der unkundige Anwender unendlich viele Möglichkeiten. Seinem «schöpferischen Tun» sind keine Grenzen gesetzt. Graphische Greuelthaten häufen sich und werden oft damit entschuldigt, dass diese Karten dafür mit Computer hergestellt worden seien (Abb. 6 und 7). Auf diese Produkte trifft zu, was Jürgen Mittelstrass, der Konstanzer Philosoph in anderem Zusammenhang [5] als «Bildung die sich anschickt, ihr Wissen in wuchernden Bilder- und Informationswelten aufzulösen» apostrophierte. Volkstümlich ausgedrückt würde man sagen: Bei manchen dieser Produkte ist es schade um das Papier. Wissenbasierte Systeme brächten mindestens den nicht zu unterschätzenden Vorteil, dass auch der kartographisch nicht geschulte Anwender zu einer einigermaßen gesunden Kartographie zurückfinden würde.

Aus ökonomischen Gründen wäre der Einsatz von wissenbasierten Systemen überall dort besonders erfolgreich, wo der Aufwand für konzeptionelle Entscheide und für die Entwurfsarbeit relativ gross ist. Bei

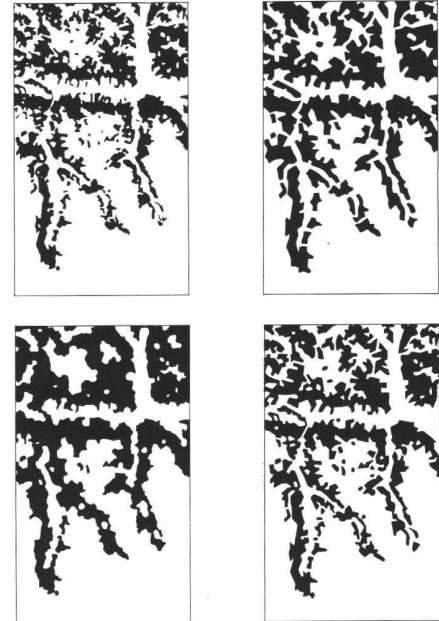


Abb. 8: Waldgeneralisierung; oben links: Ausgangsbild; unten links: mit Filteroperationen am Rasterbild; rechts: unabhängig durch zwei Kartographen.

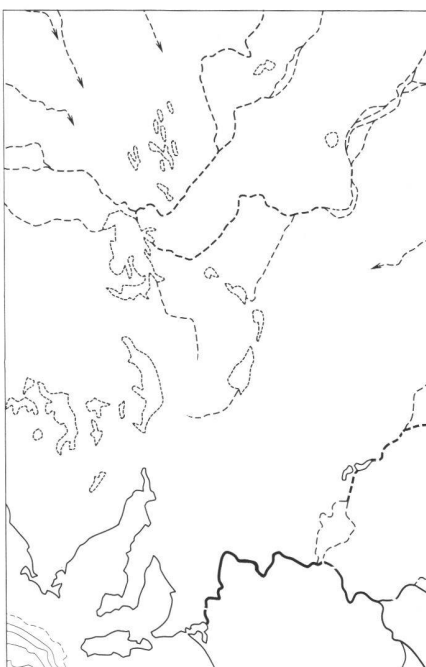


Abb. 6: Vom Kartographen mit allem Raffinement graviertes Gewässernetz.

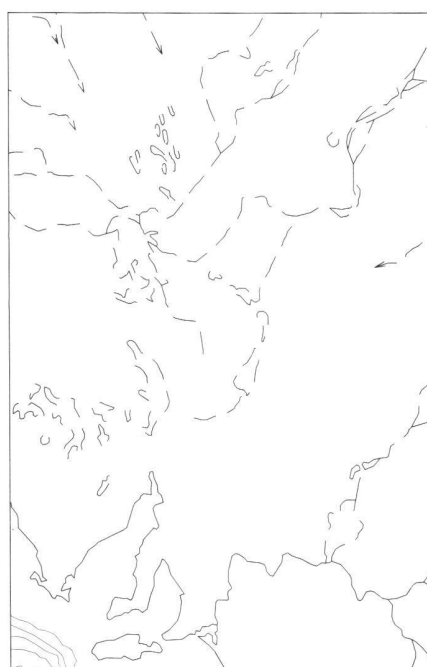


Abb. 7: Von Nichtfachleuten auf einem Graphiksystem erstellter Filmplot.

der Nachführung der offiziellen Kartenwerke, der Landeskarte und dem Übersichtsplan, trifft dies kaum zu. Konzeption und Signaturenzuordnung liegen bereits unveränderlich vor. Auch in der Datenerfassungsphase kann ein solches System nichts beitragen. Dort ist die interpretatorische und klassierende Arbeit des fachkundigen Auswerters, z.B. von Luftbildern, gefragt. Automatische Mustererkennung (pattern recognition) und automatisches Erfassen von Veränderungen (change detection) können den Interpretationsprozess vielleicht unterstützen, gewisse Hinweise geben oder Lücken ergänzen, jedoch diese anspruchsvolle und auf die besonderen menschlichen Fähigkeiten zugeschnittene Arbeit nicht vollständig ersetzen. Die in einem ersten Schritt erfolgte Einpassung der erfassten Nachträge in die bisherige Situation der betreffenden Karten und Pläne erfordert aber anschliessend eine intensive Überarbeitung. Diese kann nur interaktiv ausgeführt werden, da das Kartenbild an zahlreichen Stellen durch individuelle und immer wieder andersartige Entscheide, von denen verschiedene Datenebenen betroffen sind, bereinigt werden muss.

Somit verbleibt den wissenbasierten Systemen zur Hauptsache der Bereich der thematischen Kartographie. Sind die Ausgangsdaten erfasst und entsprechende Vorgaben für das Endprodukt gemacht, so führt in der Tat eine Kette von konzeptionellen und organisatorischen Entscheidungen, die auf einigermaßen allgemein anerkannten Regeln basieren, zu einem ak-

zeptablen Resultat. Aus diesem ist allerdings nicht ersichtlich, warum und auf welcher Stufe Entscheide so und nicht anders getroffen worden sind. Oft sind es minime Nuancen in den Vorgaben, welche ein Endprodukt konditionieren. Wäre es da nicht sinnvoller, die verschiedenen Alternativen mit einer Beschreibung aller Vor- und Nachteile für den Kartenbenutzer dem Kartenredaktor und dem Auftraggeber zum Entscheid vorzulegen, ihnen also im gesamten Ablauf Eingriffsmöglichkeiten anzubieten?

Ein weiterer Bereich, der aller Softwareentwicklung zum Trotz bisher kreativem Gestalten vorbehalten blieb, ist zweifellos die Generalisierung mit all ihren vielseitigen Aspekten. Allerdings wird immer wieder der Anspruch erhoben, die digitalen Generalisierungsverfahren seien objektiv. Wo früher ein Kartograph sich subjektiv bemühte, z.B. die Struktur einer Originalwaldplatte möglichst charakteristisch für einen kleinen Massstab wiederzugeben, werden heute analytische Verfahren eingesetzt, u.a. Filteroperationen im Rasterformat (Abb. 8). Vor kurzem überliess es ein Referent jedem einzelnen Zuhörer, zu beurteilen, ob das vorgestellte Resultat 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 objektiveren Prüfung unterzogen werden kann. Aber welche Parameter eingesetzt werden, bleibt ein höchst subjektiver Entscheid, um den sich die Experten noch gehörig streiten werden.

Solche Selektions- und Umformungsprozesse über ein Regelwerk lösen zu wollen, zieht einen unverhältnismässig grossen Programmieraufwand nach sich. Das sei in aller Kürze an einem einfachen Beispiel erläutert: Aus einer Landnutzungskarte 1 : 7500 (Abb. 9) soll unter Benützung der topographischen Basiskarte eine entsprechende Karte im Massstab 1 : 25000 (Abb. 10 und 11) entworfen werden. Die generalisierten Entwürfe müssen sowohl gewissen Minimalgrössen Rechnung tragen, also zum Teil mit andern aggregiert werden, sich aber auch dem neuen Situationsbild anpassen und sollen dabei ihre charakteristische Parzellenstruktur beibehalten. Das resultierende Mosaik weicht unter Umständen beträchtlich von der allzu feingliedrigen Wirklichkeit ab. Mit welchen Algorithmen würde man solche Probleme im Expertensystem angehen? 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 muss im konkreten Falle als gangbarer Weg offen bleiben.

Als einen grossen Unsicherheitsfaktor betrachten wir die Formulierung der Zielsetzung für ein Kartenprodukt. Man erlebt es als Kartenredaktor immer wieder, wie vage einerseits diese Vorstellungen im Moment noch sind, wo das Konzept für die Karte zusammen erarbeitet wird, ganz im Gegenteil zu den oft sehr entschiedenen Meinungen und Kritiken, wenn die Karte einmal fertig vorliegt. Andererseits kämpft man oft gegen starke Voreingenommenheit mit fixen Vorstellungen darüber, wie die endgültige Form der Karte aussehen muss. Ob man solche Auftraggeber mit der Erklärung befriedigen wird, die produzierte Karte sei unter den gegebenen Voraussetzungen die nach Meinung der Experten einzig richtige, ist zum mindesten fraglich. Überzeugen lässt man sich wohl erst dann, wenn man die verschiedenen Alternativen studieren könnte. Das ist jedoch bei wissenbasierten Systemen a priori nicht vorgesehen.

Die Reaktion der Kartenbenutzer wird man für die weitere Entwicklung ebenfalls berücksichtigen müssen. 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 dies so formuliert [4]: «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 die abschliessende Beurteilung des Resultates durch die Benutzer oft nicht signifikant ist und nicht zwangsläufig zu allgemein akzeptierbaren Regeln führt. Trotzdem darf man in der ersten Enttäuschung darüber nicht die unüberlegte Schlussfolgerung ziehen, dass alle Regeln der Kartengraphik nichts als nutzloses Bemühen sind.

Umfassende Regelwerke oder Intuition und Interaktion?

Ziehen wir nun die Bilanz, so stehen sich zwei Konzepte gegenüber. Einerseits könnten wir mit ausgeklügelten und mit dem richtigen Expertenwissen gefütterten, ständigen Anpassungen unterworfenen Konstruktions- und Regelsystemen, aufgrund von Vorgaben über die Zielset-

zung, automatisch die optimale Karte produzieren. Andererseits haben wir die Möglichkeit, für den Kartenentwurf und die Kartenherstellung interaktive Editiersysteme einzusetzen, die mit wenigen Grundregeln und einigen vorbereiteten, exemplarischen Parametersätzen ausgerüstet sind und über viele Freiheitsgrade und eine benutzerfreundliche Oberfläche verfügen. Sie werden von einem in graphischen Belangen geschulten und mit allen hervorragenden menschlichen Fähigkeiten und Mängel behafteten Kartographen bedient. Hierzu wäre ein Satz von Eduard Imhof zu zitieren [3]: «Das graphische Gefüge feingliedriger Karten verlangt überall, auf jedem Quadratcentimeter der Papierfläche, menschliche Entscheidungen.»

In gewissem Rahmen sind Regeln sicher nützlich; sie verhindern zum mindesten, dass gänzlich unbrauchbare Karten produziert werden. Man kann sich von ständig wiederkehrenden, ähnlichen Entscheidungen entlasten und grobe Fehler a priori vermeiden. 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 wir hier vertreten, lautet, dass das zweite Konzept 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 mittleren Experten in Kartengraphik ausbilden muss. Denn genau in diesem Bereich liegt seine Stärke im Wettbewerb mit Informatikern und andern Konkurrenten.

Der Wunsch nach einem offenen System

Aus den obigen Beurteilungen und Überlegungen drängen sich nach meiner Meinung offene Expertensysteme auf, die anstelle von Prozessabläufen ohne jede Eingriffsmöglichkeit schrittweise kommentierte Varianten zum Entscheid vorlegen. Die Wahl der Parameter könnte durch Vorgaben gelenkt werden. Anstelle von alphanumerischen Parameterlisten könnten die Legendenvorschläge als Entscheidungshilfe bemustert und mit kleinen Ausschnitten dokumentiert werden. Das System würde nur reagieren, wenn die so ge-

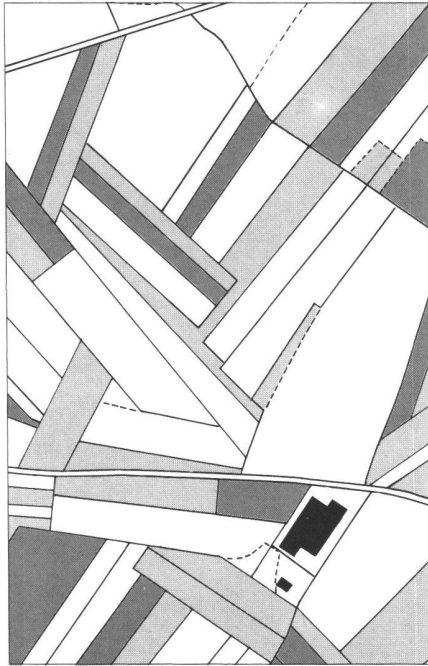


Abb. 9:
Landnutzungskarte 1:7500



Abb. 10:
Generalisierung für 1:25000

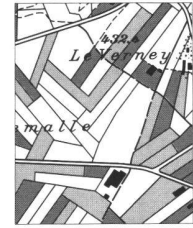
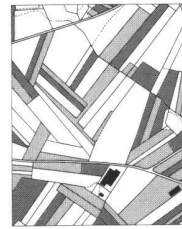


Abb. 11:
Abb. 9 und 10 auf 1:25000 reduziert

setzten Werte den Regeln zuwiderlaufen oder gewissen Vorgaben nicht gerecht würden. Im vollen Bewusstsein möglicher Probleme sollte man sich gelegentlich nach dem Prinzip «Keine Regel ohne Ausnahme» auch über solche Sperren hinwegsetzen und die weitere Ausgestaltung in eine bestimmte Richtung zwingen können. Der gesamte Ablauf müsste so fragmentiert werden, dass in entscheidenden Konstruktions- oder Modellierungsphasen ein Einblick in Zwischenergebnisse gewonnen und nötigenfalls interaktiv eingegriffen werden könnte. Niemand wird sich einer sinnvollen Unterstützung durch das System widersetzen, wenn er in wichtigen Phasen noch die letzten Unebenheiten und Mängel ausbügeln kann. Einem derart strukturierten Expertensystem könnten wir manche Vorteile abgewinnen. Die Entwicklung wissenbasierter Systeme wird nicht stehen bleiben und nicht aufzuhalten sein. Viel Arbeit bleibt allerdings noch zu leisten bis ihr Einsatz operationell erfolgen kann. Die Experten müssen sich noch eingehend mit vielen Regeln auseinandersetzen, bis sie den Expertensystemen eingefügt werden können. Sich auf ein bescheidenes Sortiment festzulegen, hätte zur Folge, dass man sich in den Anwendungen allzu stark einschränken müsste. In der Tat stellt man eher die entgegengesetzte Tendenz oder Gefahr fest, nämlich, dass man möglichst alle Fälle abdecken möchte. Im Extremfall gehen die Vorstellungen bereits soweit, zu fordern, dass alle Signaturen in thematischen Karten international vereinheitlicht werden, dies mit der, oberflächlich betrachtet, ein-

leuchtenden Begründung, der Schüler brauche sich dann die Bedeutung jedes Zeichens im Leben nur einmal zu merken. Ähnliche Vorschläge wurden schon vor 25 Jahren gemacht, haben sich aber nicht durchsetzen können. Die logische Konsequenz einer solchen Entwicklung wäre, dass sich alle auf diesem System und nach diesen Normen produzierten Karten in ihrer Konzeption aufs Haar gleichen würden. Eine bewährte Strichabstufung, eine gelungene Farbkombination taucht immer wieder auf. Liniemuster scheinen alle verwandt zu sein, usw. Alles wäre graphisch kaum anfechtbar, wirkt aber mit der Zeit ermüdend. In diesem Zusammenhang sei noch ein Satz von Imhof zitiert [3]: «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 einseitige oder widersprüchliche Lehrmeinung von Experten. Dazu noch einmal Mittelstrass: «Wo sich Bilder und Informationen anstelle von Wirklichkeiten und selbst erworbenem und selbstbeherrschtem Wissen zu setzen beginnen und Expertenleinkram 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.

Literatur:

- [1] Bollmann J.: Ansätze zur Automatisierung von kartographischen Konzeptions- und Gestaltungsprozessen. In: Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 2, 1989. S. 140–154, 12 Abb.
- [2] Imhof E.: Die Anordnung der Namen in der Karte. – In: Int. Jahrbuch für Kartographie II, 1962. S. 93–129, 106 Abb.
- [3] Imhof E.: Landkartenkunst, gestern, heute, morgen. Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, 1968. 35 S., 20 Abb., 3 Taff.
- [4] Keates J. S.: Understanding Maps, Longman Group Limited, London, 1982. 139 S., 36 Abb.
- [5] Mittelstrass J.: Vortrag über Wissen, Erkennen, Bildung, Ausbildung heute, 3. Würzburger Symposium, 1988.

Adresse des Verfassers:
Prof. Ernst Spiess
Institut für Kartographie
ETH-Hönggerberg
CH-8093 Zürich