

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: 86 (1988)

Heft: 4: 150 Jahre Bundesamt für Landestopographie = 150 ans Office fédéral de topographie = 150 anni Ufficio federale di topografia

Artikel: Computergestützte Kartenherstellung und digitale Kartographie

Autor: Spiess, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-233750>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.03.2025

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

Computergestützte Kartenherstellung und digitale Kartographie

E. Spiess

Nach einem knappen Rückblick auf die Anfänge der computergestützten Kartenherstellung in der Schweiz werden die neuen technischen Möglichkeiten mit der hybriden Verarbeitung von Vektor- und Rasterdaten und die Ausgabe von reprofertigen Filmen auf dem Laserrasterplotter dargestellt. In der amtlichen Kartographie des Auslandes zeichnet sich verstärkt die Tendenz ab, in Zukunft auch digitale Kartendaten anzubieten. Die Landestopographie wird nach der Erstellung des digitalen Höhenmodells in erster Linie die Kartennachführung durch computergestützte Verfahren rationalisieren und dann schrittweise digitale Datensätze für die Benutzer bereitstellen.

Après une rétrospective sur le développement de la cartographie assistée par ordinateur en Suisse, les nouvelles possibilités techniques du traitement hybride de données sous la forme de vecteurs et de mailles, ainsi que la génération numérique de films tramés prêts à la reproduction graphique sont discutées. Dans la cartographie officielle des pays étrangers se profile une tendance accrue de mettre à disposition à l'avenir aussi des données cartographiques digitales. L'Office fédéral de topographie envisage en première ligne, après l'achèvement du modèle digital de terrain, de rationaliser la mise-à-jour des cartes à l'aide d'ordinateurs et de mettre peu à peu à disposition de l'utilisateur des données cartographiques informatisées.

Kurzer Rückblick

Der Einsatz von Computern für die Kartenherstellung setzte vor rund 30 Jahren ein, anfänglich unter dem Stichwort «Automation in der Kartographie». Die damaligen Bestrebungen waren in erster Linie auf die Kartenherstellung mit Hilfe von Computern und rechnergesteuerten Zeichenmaschinen ausgerichtet. Man realisierte bald, dass auch andere Möglichkeiten der Automation in der Kartenproduktion nicht ausgeschlossen werden konnten, so z. B. eine automatisierte Passerkontrolle an der Druckmaschine. Deshalb bevorzugte man in der Folge die Begriffe «rechnergestützte Kartographie» oder «computergestützte Kartographie» (engl. computer-assisted cartography oder kurz CAC).

Alle Bemühungen in dieser Richtung zielten auf eine beschleunigte, handwerklich weniger Ansprüche stellende, kostengünstigere Abwicklung des Kartenherstellungsprozesses ab. Erste Erfolge zeigten sich 1964 in den USA bei den geometrisch einfachsten Kartentypen, den Flugnavigationskarten, deren Inhalt am Bildschirm aufgebaut, manipuliert und editiert wurde. Druckfertige Filme wurden auf Präzisionszeichenmaschinen erstellt. Im Bereich der topographischen Kartenwerke beschränkte sich die Computerunterstützung auf partielle Aspekte, wie z. B. das Berechnen und Gravieren von neuen Kartennetzen, Kartenrahmen und Kartengittern oder auf die Wiedergabe von numerisch erfassten Grenzdaten. In der Herstel-

lung vollständiger Kartenblätter blieb man überall bei einigen Versuchsblättern stecken. Mit ihnen konnte zwar der Beweis erbracht werden, dass computergestützte Verfahren technisch realisierbar waren. Hingegen ergaben sich noch keine der erhofften Vorteile in zeitlicher und ökonomischer Hinsicht.

Der Einsatz computergestützter Verfahren erwies sich dagegen im Bereich der grossmasstäblichen Kataster- und Leitungspläne als wesentlich erfolgversprechender. In diesem Zusammenhang darf an die Bestrebungen in den Kantonen Aargau, Baselstadt, Baselland und Genf, in den Städten Zürich und Bern und in verschiedenen privaten Unternehmungen erinnert werden. Das Hardware- und Software-Angebot der Industrie richtete sich vornehmlich auf diesen weit grösseren, zukunfts-trächtigeren Markt aus. Aus verschiedenen Gründen waren hier die technischen Probleme weniger gravierend: die Datenmengen bewegten sich in einem Rahmen, der noch akzeptable Bearbeitungszeiten erlaubte und die Qualitätsansprüche an den graphischen Output waren im Vergleich zur Kartographie bescheiden. Trotzdem schritt die Entwicklung eher langsam voran. Fehlende Speicherkapazitäten an den Arbeitsstationen, daraus resultierende zeitaufwendige und umständliche Bearbeitungsprozeduren bei gleichzeitig hohen Investitionskosten verhinderten einen raschen Durchbruch der neuen Technologien. Das Spezialgebiet der Kartogra-

phie aber ist bis auf den heutigen Tag ein Stiefkind der in andern Bereichen rasanten Entwicklung geblieben. Die Aussicht, die aufwendigen Spezialentwicklungen für kartographische Anwendungen nur in relativ wenigen Anlagen absetzen zu können, wirkt auf verkaufsorientierte Industrie-kreise wenig motivierend.

Als weiterer Grund für dieses Hinauszögern wäre noch anzufügen, dass Daten in digitaler Form bis vor zehn Jahren noch kaum gefragt waren. Nur wenige Benutzer waren überhaupt für die Verarbeitung grosser Datenmengen mit spezifischen Datenstrukturen eingerichtet. Das änderte sich erst, als im Zusammenhang mit der Herstellung von Orthophotos und für eine Reihe weiterer, nicht zuletzt militärischer Anwendungen Forderungen nach digitalen Höhenmodellen laut wurden. In verschiedenen Ländern wurde nun mit erster Priorität der Aufbau solcher Höhenmodelle an die Hand genommen, sei es durch Digitalisieren von Höhenkurven aus bestehenden Karten oder durch direktes Ausmessen von Luftbildern am Stereoautographen.

Diese Entwicklung hat auch vor der Landestopographie nicht Halt gemacht. 1982 wurde das Projekt DIKART in die Wege geleitet [1], das mit erster Priorität die Erstellung eines Höhenmodells mit 25 m Maschenweite anstrebt. In diesem Zusammenhang werden gleichzeitig als Überlagerungsinformation zur Höhenmatrix die flächenhaften und die linearen Elemente aus der Landeskarte 1:25000 gescannt. Für eine weitergehende Aufbereitung digitaler Kartendaten sind vorderhand weder ein ausgewiesener, dringender Bedarf, noch günstige Voraussetzungen vorhanden. Bis zum Jahre 1978 musste die Fertigstellung aller Blätter der Landeskarte 1:25000 als vordringlich behandelt werden. Dazu war seit etwa 1960 mit ähnlich hoher Priorität die laufende Nachführung aller Blätter sicherzustellen. Beide Hauptaufgaben wickelten sich nach bewährten, im Hause entwickelten Verfahren mit ausschliesslich konventionellen Komponenten ab, von numerischen Verfahren bei der Fixpunktberechnung und der Orientierung von Luftbildern abgesehen. Daneben fehlten die erforderlichen zusätzlichen Kapazitäten für die Spezifizierung und die Einführung grundlegend neuer Technologien im Bereich der Kartenherstellung. Erst in jüngster Zeit zeichneten sich im Rahmen des Projekts DIKART, aber auch auf der Grundlage der neusten technischen Entwicklungen, weiterführende Möglichkeiten in Richtung digitaler Kartographie ab.

In mancher Hinsicht idealere Voraussetzungen waren für die Bearbeitung thematischer Karten mit Computerunterstützung gegeben, insbesondere auf der Grundlage von statistischen Daten. Ab 1968 wurde ein erstes, für diesen Zweck entwickeltes Programmsystem THEMKART ein-

gesetzt. Mit dem Nachfolgesystem DIAMANT [2], das sich durch wertvolle interaktive Komponenten auszeichnet, wurden weit über 100 Karten entworfen und weitgehend druckfertig auf der Lichtzeichmaschine aufbelichtet. Davon profitierte insbesondere auch der Atlas der Schweiz, der in enger Zusammenarbeit mit der Landestopographie bearbeitet wird. Zeitlich und kostenmässig konnten Einsparungen realisiert und die Qualität des Produktes verbessert werden.

Für die Entwicklung der computergestützten Kartographie bedeutende technische Neuerungen der letzten Jahre

Die neue Generation der 32bit-Rechner brachte für kartographische Anwendungen wesentliche Erleichterungen. Manche der frühern Beschränkungen, etwa des Kartenformates oder des Koordinatenbereiches, die in den Datenstrukturen der 16bit-Rechner begründet waren, sind entfallen. Eine Koordinate lässt sich auf mm genau bequem in einem 32bit-Wort unterbringen und das für einen Koordinatenbereich von mehr als 2000×2000 km. Parallel mit dieser Entwicklung ergab sich eine beträchtliche Erweiterung der Kern- und Massenspeichergrössen. Sie erst ermöglichte die Handhabung der unverhältnismässig grossen Datenmengen, wie wir sie in der Kartographie kennen. Auf die relativ grossen Files muss aber auch problemlos zugegriffen werden können und das mit akzeptablen Reaktionszeiten. Für das Editieren von kartographischen Daten sind heute geeignete Arbeitsstationen verfügbar, nur teilweise allerdings auch an diese angepasste, die neuen Hardware-Möglichkeiten nutzende Software. Für die Datenübertragung zwischen den verschiedenen Arbeitsstationen stehen leistungsfähige, lokale Netzwerke zur Verfügung.

Einige bedeutsame Entwicklungen im Bereich der Rasterbildverarbeitung haben auch der Kartographie neue Impulse gegeben. Die Erfassung von Kartenbildern im Rasterformat mit grossformatigen Scannern erlaubt die Digitalisierung grosser und komplexer Kartenbilder. Allerdings muss man sich bewusst sein, das damit auf Antrieb nur ein grosser Haufen unstrukturierter Bildelemente (Pixel) abgespeichert ist. Es bedarf aufwendiger und spezieller Verarbeitungstechniken um daraus sinnenthaltende Kartenobjekte abzuleiten. In diesem Bereich sind weitere Entwicklungen erforderlich, Verfahren der Mustererkennung, sowie verschiedenartigste Kombinationen von Software-Funktionen, aber auch vertiefte Ausbildung der Operateure in diesen Belangen, sodass die gegebenen Möglichkeiten voll genutzt werden können.

Für die Ausgabe kartographischer Daten scheint der Laserrasterplotter ganz besonders geeignet, vorausgesetzt dass auch hierzu die notwendige Software verfügbar ist. Die Erfahrungen mit eigenen praktischen Anwendungen im Bereich der thematischen Kartographie, die wir mit dem Rastersystem SCITEX der Firma Kümmerly+Frey AG sammeln konnten, waren sehr zufriedenstellend. Die sogenannte elektronische Rasterung erspart das reprotechnische Aufaddieren aller Teilvorlagen zu druckfertigen Filmen. Zudem ist der elektronische Rasterpunkt von guter Qualität und Konstanz (Abb. 1), korrekte Justierung des Ausgabegerätes vorausgesetzt.

Da der gesamte Karteninhalt, bestehend aus Punktmarkierungen, Linien, Flächentönen und Schrift, aus kleinen Bildelementen aufgebaut ist, zeigen sämtliche Konturen die typische Treppenstruktur (Abb. 2). Sofern diese Bildelemente klein genug sind, wird das unbewaffnete Auge auf normale Lesedistanz diese Absätze nicht mehr auflösen und somit auch nicht mehr wahrnehmen können. Es bleibt höchstens

ein gewisser Eindruck der Unschärfe bestehen, der aber nicht wirklich störend ist. Das breite Publikum hat sich längst an diese Form der Ausgabe gewöhnt, allerdings ohne es sich wirklich bewusst zu sein. Die Druckvorlagen für die Telefonbücher und unzählige andere Texte werden seit Jahren mit elektronischer Rasterung produziert. Auch die Filme für die Texte dieser Zeitschrift werden mit einem Laserrasterplotter aufbelichtet (Abb. 3).

Dieser Satz wurde in der selben Schriftgrösse im Lichtsatz oder Photosatz abgesetzt.

Dieser Satz wurde in der selben Schriftgrösse auf einem elektronischen Satzsystem abgesetzt.

Abb. 3: Vergleich des Schriftbildes von zwei verschiedenen Satzsystemen.

Beim elektronischen Satz hat sich eine Grösse des Bildelementes von 25µm eingebürgert. Das entspricht einer Auflösung von 400 Pixeln pro cm. Was sich in der Typographie bereits bewährt hat, sollte auch in der Kartographie als Minimalforderung festgelegt werden. Denn in den Karten sind die Schriften besonders empfindlich, da sie durch andere Kartenelemente zusätzlich konkurrenziert werden. Sollen Flächenfarbtöne im Dreifarben-Druck mit Gelb, Cyanblau und Magentarot in Rasterstufen von zirka 2%, wie bisher unter autotypischer Rasterung, mit zirka 60 Farbpunkten pro cm wiedergegeben werden, so ergibt sich daraus, dass für jeden dieser Farbpunkte 50 Pixel zur Verfügung stehen sollten. Diese Überlegung führt ebenfalls auf eine Auflösung von 400 Pixeln pro cm oder auf eine Pixelgrösse von 25 µm. Alle diese Pixel sind auf die Gitterung mit 25 µm Maschenweite festgelegt; sie können keine andern Plätze einnehmen. Das bedingt eine ungewohnte Disposition und auch etwas unterschiedli-

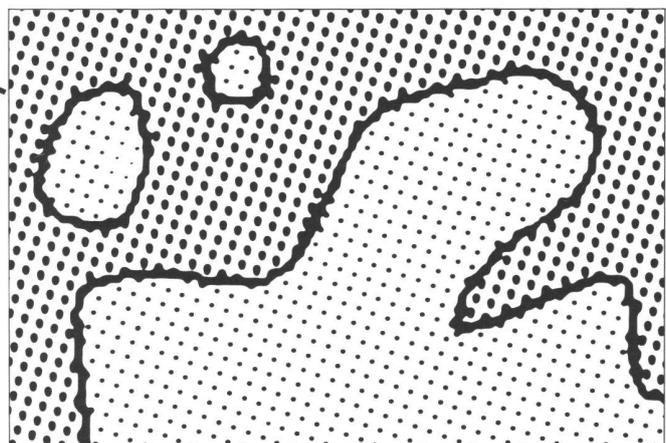
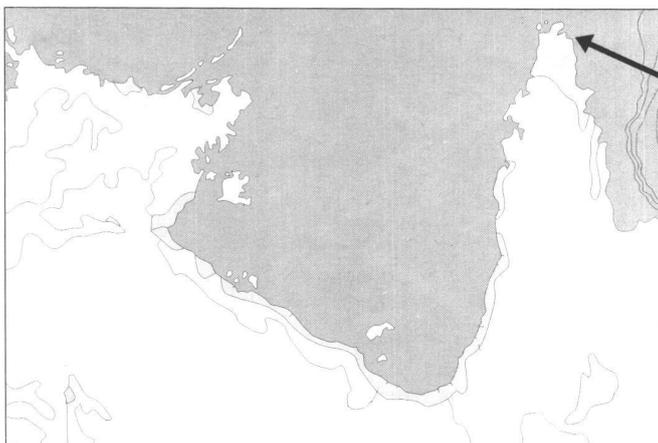


Abb. 1: Ausschnitt aus einem Farbauszug für Cyan, der auf dem Laserrasterplotter aufbelichtet wurde.

Abb. 2: 20fache Vergrösserung eines Teiles der Abbildung 1.

Partie rédactionnelle

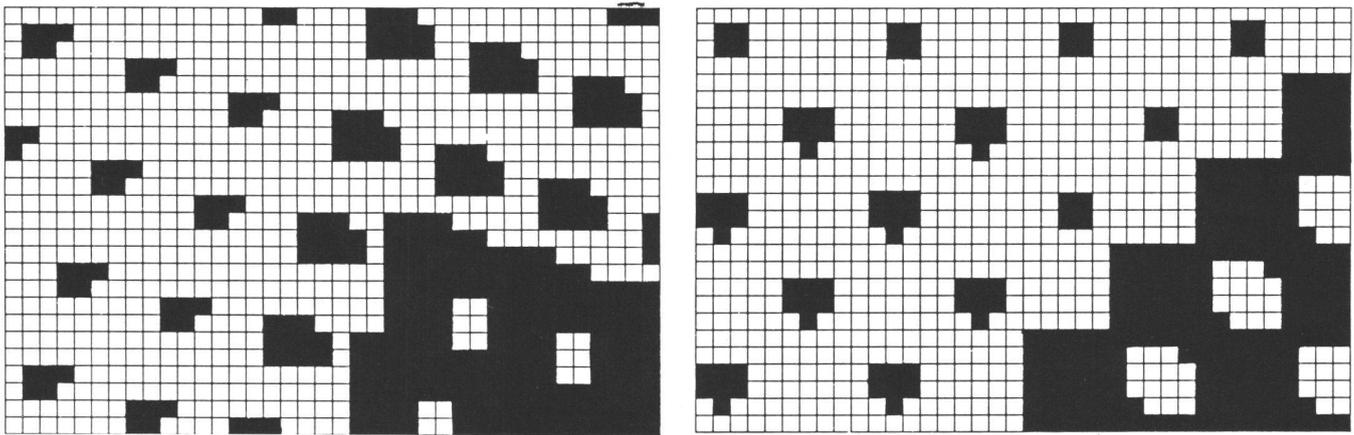


Abb. 4: Rastermuster des Cyan- und Schwarz auszuges mit 18°, resp. 45° Rasterwinkelung und einer Pixelgrösse von 25 µm.

che Abstände der Rasterpunkte, sobald die Raster zur Vermeidung von Moiré-Mustern gedreht werden müssen (Abb. 4).

H. Meurisch und W. Weber haben in [3] 1985 anhand von Kartenproben 1:200000 gezeigt, dass mit solchen Verfahren im Endeffekt einwandfreie Druckergebnisse erzielt werden können. Ein anderes Verfahren besteht darin, dass man an der konventionellen Rasterwinkelung des Vierfarbendruckes mit 45° für Schwarz, 75° für Cyan, 90° für Gelb und 105° für Magenta festhält und rund um das der berechneten Punktlage nächstgelegene Pixel die für den gesuchten Rasteranteil erforderliche Anzahl Pixel zufällig verteilt gruppiert.

Wir haben uns etwas ausführlicher zu diesen Fragen der digitalen Rastertechnik geäussert, weil sie die zentrale Grundlage für einen qualitativ hochstehenden graphischen Output mit dem Rasterplotter sind. Erst auf dieser Basis wurde es möglich, für Karten aller Art nicht nur Punktsignaturen und Linien, sondern auch Flächen und mit gewissen Einschränkungen Schrift graphisch optimal und rationell zu bearbeiten. Die Rasterplot-Technologie kann der computergestützten Kartenherstellung entscheidende neue Impulse verleihen, jedoch nur unter der Voraussetzung von einwandfrei funktionierender Hardware und Software. Vor allem die Softwareseite lässt heute noch einiges zu wünschen übrig. Entweder werden nur Funktionen mit gewissen Einschränkungen und keine offenen Schnittstellen für eigene Entwicklungen angeboten oder die anwendungsorientierte Rasterplot-Software ist gerade erst den Kinderschuhen entwachsen und zeigt noch einige fundamentale Mängel.

Sofern mehr als einige wenige Exemplare von farbigen Karten benötigt werden, sind die verschiedenen, von einschlägigen Firmen heute angebotenen Farbplotter keine Alternative. Auch bezüglich graphischer Qualität können sie üblichen Ansprüchen an Karten kaum genügen. Hingegen kön-

nen sie für Verifikationszwecke im gesamten Arbeitsablauf eine willkommene Hilfe sein.

Für die Bildverarbeitung im Rasterformat sind die enormen Datenmengen trotz aller Entwicklungen im Bereich Massenspeicher noch immer ein beachtliches Hindernis. Möchte man zum Beispiel die Reliefplatte einer Landeskarte im Kontrastumfang und in den Tonwerten verändern und anschliessend digital rastern, so könnte man sie mit einer Auflösung von 100 Punkten pro cm und 256 Graustufen scannen. Dieses Vorgehen produziert eine Datenmenge von 35 MBytes. Versuche haben allerdings ergeben, dass man in der Wiedergabe eines Reliefs bei guter Wahl der Graustufen sogar mit weniger als 16 Stufen auskommt, aber nur wenn diese Grauwerte optimal gewählt werden können. Deshalb wird man sich nicht schon bei der Erfassung allzusehr einschränken wollen. Auch muss beachtet werden, dass ein solches Bild bei der Verarbeitung mehrfach zwischengespeichert werden muss. Eine Höhenkurvenplatte wird im Gegensatz dazu nur binär erfasst. Im Projekt DIKART wird mit einer Auflösung von 160 Pixeln pro cm gescannt, was 1 bis 2 Pixel pro Linienbreite ergibt. Ohne Datenkomprimierung beansprucht ein Kartenblatt 90 Mbits Speicherplatz. Durch Lauflängenkodierung kann der Speicherbedarf je nach Geländetyp noch spürbar reduziert werden, insbesondere aber durch die Vektorisierung der Höhenkurven nach erfolgter Bereinigung.

Die Verfügbarkeit der Kartendaten im Rasterformat und im Vektorformat wäre eine grosse Erleichterung für alle Editierarbeiten. Gewisse Funktionen lassen sich besser in einen, andere wiederum in andern Format durchführen. Flächen füllen, Flächen schrittweise erweitern oder abmagern, Linien verstärken, verdünnen oder skelettieren, Flächen ausmaskieren oder mit Rastermustern füllen und Signaturen freistellen sind Operationen, die sich elegant mit Rasterbildern durchführen las-

sen. Für Objektauswahl, Linieninterpolation, Kartennetzberechnungen und andere geometrische Konstruktionen eignet sich eher das Vektorformat. Ideal wäre deshalb eine hybride Verarbeitung, aber nur wenn sichergestellt ist, dass jede Änderung im Datensatz im einen Bereich im andern laufend nachgeführt wird (Abb. 5 und 6). Diese Wunschvorstellungen sind jedoch noch in keinem System voll realisiert.

Die Systemzwänge, unter denen heute die Verarbeitung von Kartendaten durchgeführt werden muss, stellen hohe Anforderungen an die Kenntnisse, Flexibilität und Phantasie der Operateure. Gute Fachleute, die sowohl in graphischen Belangen versiert, wie auch mit den vielfältigen Möglichkeiten und Tücken kartographischer interaktiver Systeme vertraut sind, sind deshalb eher selten. Die verschiedenen Unzulänglichkeiten hemmen nicht selten ihre Motivation. Zudem sind die mit grosser interner Leistung ausgestatteten Arbeitsstationen im Verhältnis zum realisierbaren Durchstoss immer noch teuer. Eine wesentliche Verbesserung gegenüber dem heutigen Zustand wäre auch ein Angebot an offenen Systemen, die nach eigenen Erfordernissen und Vorstellungen erweitert werden könnten.

Wenn wir uns im Vorstehenden zur Hauptsache mit der computergestützten Kartenherstellung befassen, so soll im folgenden der Bereich der digitalen Kartographie hinzugenommen werden. Nach einer Umschau in andern Ländern werden die spezifisch schweizerischen Probleme diskutiert.

Nationale Datenbanken – ein Blick ins Ausland

Einen guten Querschnitt durch die neuesten Bestrebungen in verschiedenen Ländern gab die Berichterstattung anlässlich

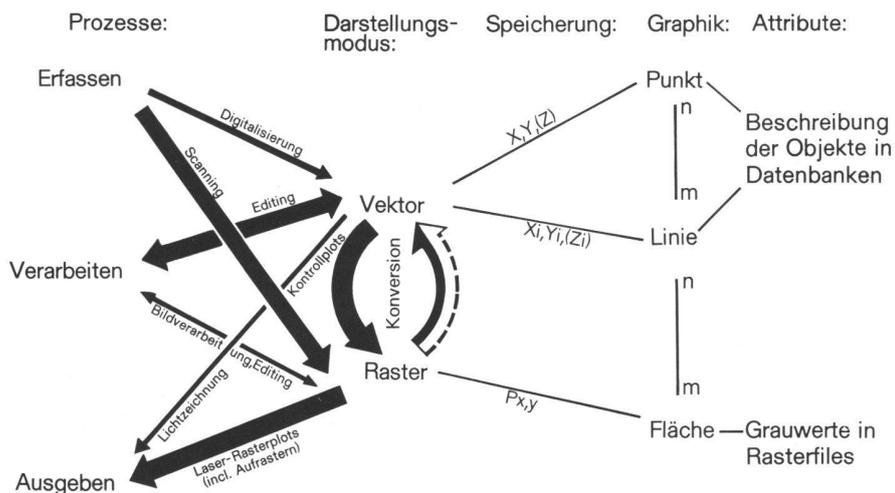


Abb. 5: Schema eines für die Kartographie geeigneten interaktiven Graphiksystems [nach E. Hutzler].

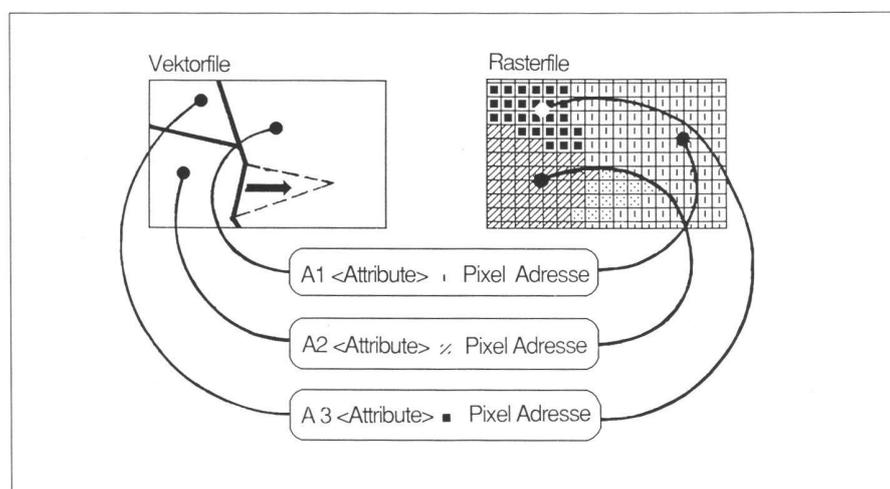


Abb. 6: Prinzip der hybriden Verarbeitung von Vektor- und Rasterdaten [nach E. Hutzler].

der 13. Internationalen Konferenz für Kartographie in Morelia, Mexiko, vom 12. bis 21. Oktober 1987. Vor dem Hintergrund der neusten technischen Entwicklungen, die für die Kartographie geeignete, leistungsfähige Arbeitsstationen und in beschränktem Umfang auch neue Software brachte, könne mit rasch steigendem Interesse an digitalen Kartendaten von seiten spezieller Benutzergruppen gerechnet werden, war die allgemein vertretene Auffassung. Die Verbreitung von Karten und Kartendaten über Telekommunikationsnetze auf dezentrale Arbeitsplatzrechner und auf die Monitore von PC's sei technisch gelöst. Damit verstärkte sich der Trend hin zu digitalen Kartenmodellen oder Kartendatensätzen.

Diese Entwicklung hatte sogar direkte Auswirkungen auf die Definition des Begriffes Kartographie. Von verschiedener Seite wurde die bisher gültige Umschreibung als zu sehr auf die papierende Karte beschränkt kritisiert. Sie lautet nach De Brommer: «Gesamtheit der wissenschaftlichen, künstlerischen und technischen

Studien und Arbeitsgänge, welche ausgehend von den direkten Beobachtungsergebnissen oder von der Auswertung verschiedener Quellen im Hinblick auf die Erstellung von Karten, Plänen und andern kartographischen Ausdrucksformen, aber auch für deren Benutzung erforderlich sind» [4]. Schon damals hatte De Brommer beigefügt: «Diese Definition ist vielleicht ein bisschen lang, aber sie ist genau», und weiter: «Man kann sagen, dass die Hauptaufgabe der Kartographie in der Visualisierung der Information besteht». Aus den nun unterbreiteten Vorschlägen entnehmen wir zum Beispiel: «Kartographie ist die Vermittlung von raumbezogenen Informationen» oder «Kartographie ist die Lehre von der Darstellung von Raummodellen» oder «Kartographie ist ein Informationsvermittlungsprozess, der sich auf eine räumliche Datenbasis konzentriert, die selber wieder als vielschichtiges Modell der geographischen Realität betrachtet werden kann und als Kern für die ganze Folge kartographischer Prozesse dient, von den erfassten Daten bis zu verschie-

denen Typen von Informationsprodukten» oder kürzer «Kartographie ist die Wissenschaft und die Technologie der Vermittlung von Rauminformationen, normalerweise mittels Karten». Die Tendenz ist unverkennbar. Man möchte nicht nur die graphische Darstellung als Studienobjekt oder Produkt der Kartographie verstanden wissen, sondern auch ein Modell digitaler raumbezogener Daten miteinbeziehen.

In diesem Zusammenhang ist von besonderem Interesse, wie die grossen staatlichen Kartenorganisationen ihre zukünftige Funktion sehen. In einigen Ländern steht man am Ende einer Planungsphase und ist im Begriff, die sich daraus ableitenden Massnahmen zu formulieren. Das Spektrum der anvisierten Konzepte ist trotz einheitlicher Grundtendenz noch recht breit. In Spanien, wo schon seit 1976 die Karte 1:200000 digital erfasst wurde, hat man 1985 mit der Digitalisierung sämtlicher 4400 Kartenblätter 1:25000 begonnen. Ein Viertel aller Farbauszüge wurde bereits erfasst und man hofft, diese Arbeit bis 1995 zur Hälfte abschliessen zu können. Die computergestützte Herstellung der Karte 1:25000 ist dabei nur ein Teilziel. Man glaubt, dass dieser Datensatz auch viele andere Anwendungen unterstützen wird, vor allem in der Raumplanung, im Umweltschutz, im Bergbau, in der Landnutzungsplanung, in der Wasserversorgung und im Bodenschutz [5, 6].

In Frankreich soll durch die Provinzen ein neuer digitaler «Plan topocadastral 1:5000» erstellt werden. In Schweden steht man vor dem Abschluss der Arbeiten am digitalen Höhenmodell mit 50m Maschenweite. Für die Kartenmassstäbe 1:250000 bis 1:2 Mio. sind bereits digitale Datenbasen vorhanden. Der Regierung wurde ein Antrag unterbreitet, mit der Datenerfassung für die ökonomische Karte 1:10000 zu beginnen. Sie könnte 1995 abgeschlossen sein. Für eine Strassendatenbank werden die Strassenachsen aus Luftbildern 1:150000 auf 2m genau erfasst und jährlich nachgeführt. 1988 werden 400000 Namen in einer Namendatenbank verfügbar sein. Versuchsweise wurde die Hälfte aller Kartenblätter analog auf einer Bildplatte festgehalten. Bei digitaler Speicherung könnte man höchstens 6 Kartenblätter 1:50000 auf einer CD-ROM ablegen [7, 8].

Eine Projektgruppe des U.S. Geological Survey hat im Detail die Pläne entwickelt, wie man rund 1500 Forschern über das WRD-USGS-Computernetzwerk die Daten eines umfassenden geographischen Informationssystems auf ihren eigenen Arbeitsstationen zugänglich machen will. Es ist vorgesehen, drei massstabsspezifische Datenbanken aufzubauen und zwar für die Bereiche 1:24000 bis 1:63000, 1:100000 bis 1:250000 und 1:1 Mio. bis 1:2,5 Mio. Bis 1992 sollen die Hälfte des grössten Massstabsbereiches sowie die

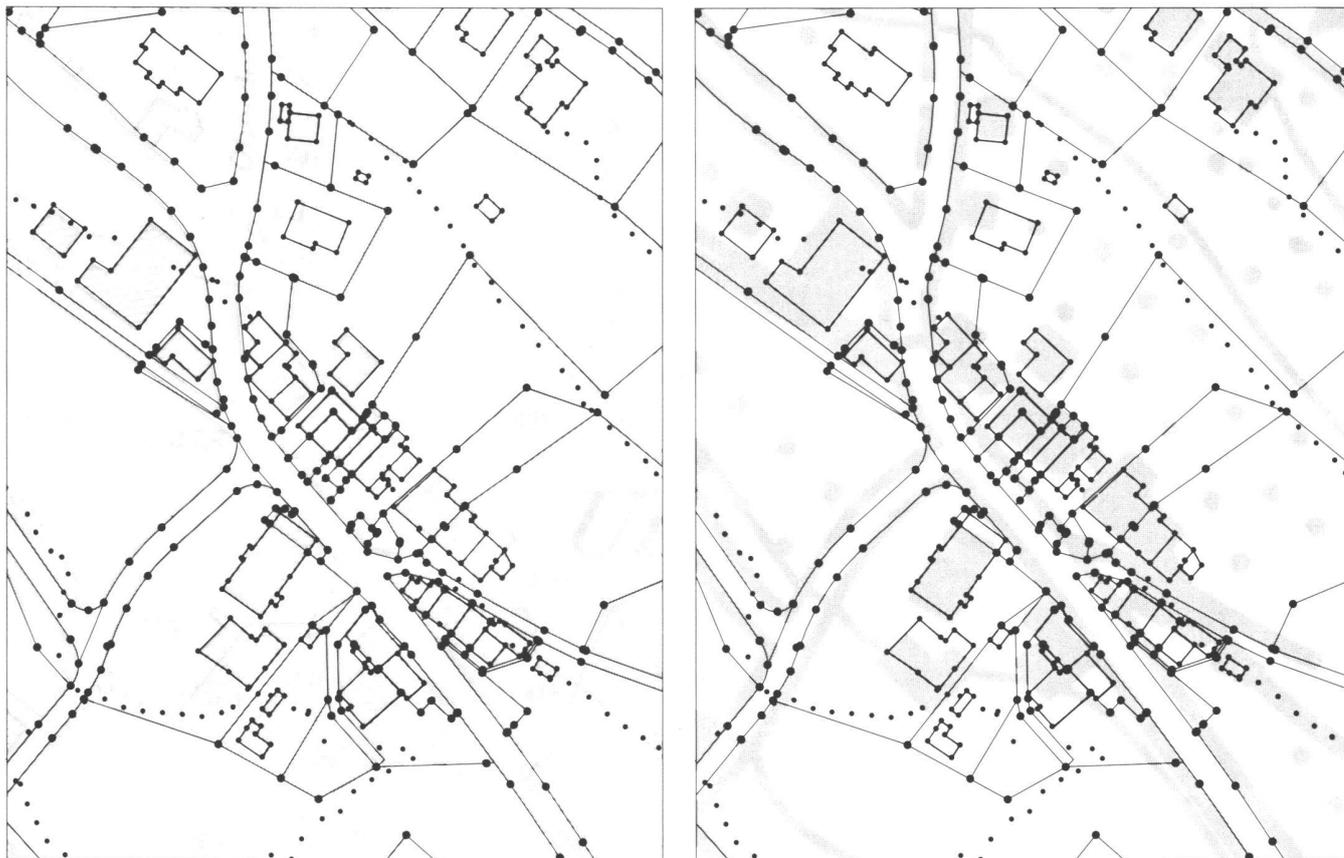


Abb. 7: Grenzpunkte, Hausecken und Stützpunkte der Höhenkurven aus dem Grunddatensatz 1:500 übertragen auf den Übersichtsplan 1:5000 und auf die Landeskarte 1:25000, beide auf den Massstab 1:2000 vergrössert und aufgerastert. Man erkennt, dass vor allem in der Landeskarte ganz andere Koordinaten erforderlich wären, als sie von der Katastervermessung geliefert werden.

beiden ändern vollständig erfasst werden, wozu Verfahren mit Massendigitalisierung mit dezentralen Digitalisierstationen vorgesehen sind. Mit diesen Datenbanken sollen kartographische Produkte digital hergestellt und nachgeführt werden. Auszüge daraus will man als grosse zentrale Datenbank für den Zugriff für GIS-Anwendungen bereitstellen [9, 10].

In gewissem Gegensatz dazu stehen die Vorstellungen, wie sie eine Arbeitsgruppe des Ordnance Survey für Grossbritannien entwickelt hat [11]. Ziel ist die vollständige Umsetzung der grossmassstäblichen Planwerke in digitale Datenbanken. Von den total 220000 Blättern in den Massstäben 1:1250 und 1:2500 sind 35000 bereits digitalisiert. Man rechnet mit Kosten von insgesamt 150 Mio. £, gegenüber 500 Mio. £ für eine komplette numerische Neuaufnahme. Die Kosten für die Nachführung dieser Daten belaufen sich pro Jahr auf 20 Mio. £. Es sollen keine Pläne auf Lager gehalten werden. Es würden keine Zeichner und nur noch wenige Kartographen gebraucht. Die Kartenproduktion soll vollautomatisiert werden und nur auf Bestellung erfolgen, dann aber immer mit nachgeführten Daten. Zwischen der grossmassstäblichen und der kleinmassstäblichen Kartengruppe wird keine Verbindung gesucht.

Sie sollen getrennt aufgebaut werden. Beschlüsse über die Realisierung dieses Konzeptes werden in Bälde erwartet.

Eine gemeinsame Arbeitsgruppe der Int. Kartographischen Vereinigung und der Int. Geographischen Union hat einen Bericht verfasst [12], der das Vorgehen zur Schaffung einer digitalen Weltdatenbasis (WDDDB) skizziert. Im Massstab 1:1 Mio. sollen Küstenlinien, Flüsse, Höhenkurven, Staats- und Provinzgrenzen und Ortsnamen erfasst werden. Man schätzt, dass eine Datenmenge von einem Gigabyte entstehen wird. Für die Topographie des Meeresbodens begnügt man sich mit der gröbern Auflösung der 18 GEBCO-Blätter im Massstab 1:10 Mio.

Aktivitäten und Absichten der Landestopographie im Bereich der digitalen Kartographie

Das primäre Ziel bei der Erfassung der Farbauszüge der Landeskarte 1:25000 ist der Aufbau eines digitalen Höhenmodells über das ganze Land mit einer Maschenweite von 25m. Die Farbauszüge auf Film werden mit dem SCITEX-Scanner abgetastet. In den Höhenkurvenbil-

dern, die sich unter Umständen aus drei Farbauszügen zusammensetzen, müssen noch diverse Lücken gefüllt werden, z.B. überall dort, wo Höhenkurvenzahlen stehen oder wo die Höhenkurven in künstlichen Böschungen verlaufen, vor allem aber in Felsgebieten, wo die Kurven durch die Felsschraffen unterbrochen sind. Diese Arbeit ist recht zeitaufwendig. Anschliessend werden die bereinigten Rasterbilder vektorisiert und die Kurven mit dem Attribut ihrer Höhe versehen. Die übrigen Farbauszüge eines Kartenblattes werden vorderhand nur für diese Bereinigungsarbeiten an den Höhenkurven benötigt. Sie stehen aber für andersweitige Verwendungen zur Verfügung.

Als Sekundärziel wird ins Auge gefasst, die Kartenherstellung und die Kartennachführung zu rationalisieren und zu beschleunigen. In dieser Absicht wurde versuchsweise ein Kartenblatt 1:25000 weitgehend digital nachgeführt. Diese Arbeiten stehen unmittelbar vor dem Abschluss. Die Ergebnisse sind ermutigend. Sie bilden die Grundlage für weitere Dispositionen im Hinblick darauf, dass früher oder später digitale Datensätze bereitgestellt werden müssen. Im bescheidenen Rahmen der noch freien Kapazitäten wird eine Namendatenbank für alle Namen in

den Landeskarten aufgebaut. Auch die computergestützte Erstellung thematischer Karten soll schrittweise erprobt und das Anwendungsgebiet erweitert werden. Die Erwartungen gehen vor allem in Richtung der Elimination der zeitaufwendigen Reproduktionsverfahren und deren Ersatz durch die digitale Rastertechnik für die Erstellung der Farbauszugsfilme. Aber auch bei den Gravur- und Maskenherstellungsarbeiten scheinen Einsparungen realisierbar zu sein, sodass kürzere Durchlaufzeiten möglich würden.

Gelegentlich wird die Meinung vertreten, der aktuelle Stand des Grunddatensatzes, wie ihn die Reform der amtlichen Vermessung vorsieht, könnte direkt für die Nachführung der Landeskarten dienen. Schon die Vorstellung, dass sämtliche Koordinaten von neuen Strassenparzellen und Gebäudegrundrissen u. a. m. für ein Kartenblatt von den Ingenieur-Geometerbüros zeitgerecht und lückenlos an die Landestopographie übermittelt werden könnten, ist wenig realistisch. Wie die Abbildung 7 zeigt, wäre anschliessend noch das Generalisierungsproblem zu lösen. Für die Grundbuchvermessung werden häufig nicht diejenigen Punkte erfasst, welche für die Karte nötig wären. Schliesslich verkennen diese koordinationsbeflissenen Berufskollegen, wie speditiv, umfassend und homogen flächendeckend die Landeskarten aus Luftbildern nachgeführt werden

können. Auch in den vorgenannten Ländern werden die verschiedenen Massstabsbereiche getrennt erfasst und laufendgehalten.

Die Umstellung auf die computergestützte Herstellung und Nachführung der Landeskarten ist ohne zusätzliche Mittel nicht zu realisieren. Ohne beträchtliche Investitionen könnten die Dienstleistungen, wie sie heute erbracht werden, nicht gewährleistet werden, nicht zu reden von allen zusätzlichen Erwartungen. Die Landestopographie steht in den nächsten Jahren vor einer schwierigen Aufgabe, die sich am ehesten mit einem Totalumbau vergleichen lässt, währenddem die laufende Produktion nicht unterbrochen werden kann.

Literatur:

- [1] Eidenbenz, Ch.: Aufbau einer digitalen Karte. In: Krieg im Äther, Folge XXV, 1986. 23 S. 17 Abb.
- [2] Hutzler, E.: Programmsystem DIAMANT zur interaktiven Bearbeitung thematischer Karten mit Diagrammen. In: VPK 2/80. S. 49–56. 10 Abb.
- [3] Meurisch, H. und Weber, W.: Reproduktion der topographischen Karte 1:200 000 im digitalen Rastermodus. In: Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen. Reihe I, Nr. 95, 1985. S. 107–114.
- [4] Brommer, St. de: Rapport de la Commission I de l'A.C.I. In: Int. Jahrbuch der Kartographie, Band VII, 1967. S. 216.
- [5] Barrosa, A.A.: Le rôle de la cartographie dans la planification et la gestion. Morelia 1987.
- [6] Llaños, A. und Mas, S.: Numerical cartographic data bases – a new concept in computerized topographical map series. Morelia 1987.
- [7] Ottoson, L.: A programme for national geographic data bases in Sweden. Morelia 1987.
- [8] Rystedt, B.: Compact disks for distribution of maps and other geographic information. Morelia 1987.
- [9] Starr, L.: Digital Systems Development at the U.S. Geological Survey. Morelia 1987.
- [10] Guptil, S.C.: Techniques for Managing Digital Cartographic Data. Morelia 1987.
- [11] Haywood, P.: A New System for the Ordnance Survey of Great Britain. Morelia 1987.
- [12] Bickmore, D. and Murray, J.: World Digital Database for Environmental Sciences: An ICA Collaboration Activity. Morelia 1987.

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

Photogrammetrie und Fernerkundung als Informationsquelle zur Kartenherstellung

Ch. Eidenbenz

Der Einsatz der Luftphotogrammetrie an der Landestopographie hat sich in den letzten sechzig Jahren entwickelt. Heute sind Luftaufnahmen unentbehrliches Hilfsmittel für die Kartennachführung.

Die Entwicklung geht aber weiter. Computergraphik, Satellitenbilddaten und digitale Bildverarbeitung haben in den letzten zehn Jahren zu Entwicklungen geführt, die unsere Arbeitsweise an der Landestopographie revolutionieren werden.

L'utilisation de la photogrammétrie aérienne à l'Office fédéral de topographie a été développée au cours des 60 dernières années. Aujourd'hui les photos aériennes sont un moyen indispensable à la mise à jour des cartes.

Le développement se poursuit. Infographie, données de photos par satellite, traitement digital de l'image ont conduit au cours des dix dernières années à des développements qui révolutionneront les méthodes de travail de l'Office fédéral de topographie.

1. Einleitung

Jede Neuaufnahme oder Nachführung topographischer Karten gliedert sich in zwei Schritte:

1. Objektauswahl, Objektmessung und Objektspeicherung in geometrisch korrekter Form (graphisch oder digital)
2. Transformation dieser Daten in eine graphisch klare, einfach lesbare Form durch Symbolisierung und Generalisierung unter Berücksichtigung der Objektbedeutung, der Topologie und der Geometrie.

Der erste Schritt führt von der Wirklichkeit zu einem graphischen oder digitalen Landschaftsmodell und ist Aufgabe des Topographen. Einsatz von Photogrammetrie und Fernerkundung sind vorwiegend auf diese Aufgabe beschränkt. Der zweite Schritt ist Arbeitsgebiet des Kartographen. Er wandelt das Landschaftsmodell in ein entsprechendes Kartenmodell um. Im folgenden beschäftigen wir uns ausschliesslich mit dem ersten Arbeitsschritt.