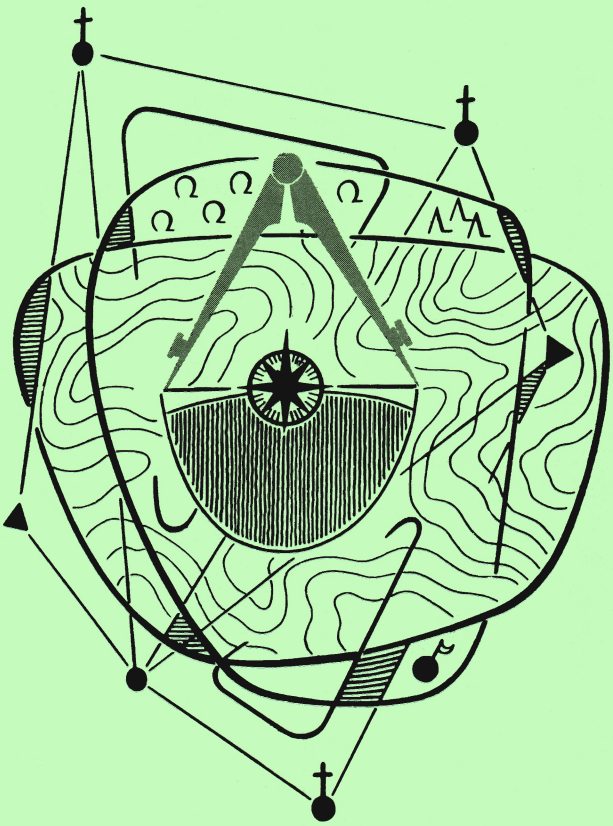
NACHRICHTEN DER NIEDERSACHS. VERMESSUNGS- UND KATASTERVERWALTUNG

H 6679 F



Nr. 4 HANNOVER · 41. Jahrgang 4. VIERTELJAHR 1991

NACHRICHTEN DER NIEDERSÄCHSISCHEN VERMESSUNGS- UND KATASTERVERWALTUNG

Herausgegeben vom Niedersächsischen Innenministerium, Hannover

Nr. 4 **Hannover, Dezember 1991** **41. Jahrgang**

INHALT

STAUFENBIEL — Verwaltungshilfe der Vermessungs- und Katasterverwaltung von Niedersachsen für die Vermessungs- und Katasterverwaltung von Sachsen-Anhalt – ein Zwischenbericht – 186

JÄGER — Aspekte zur digitalen Rasterdatenverarbeitung 194

GROTHENN — Kartographie ohne Feder und Gravierring – Zur rechnergestützten Bearbeitung der Topographischen Landeskartenwerke – 231

GROTHENN — Topographische Landeskartenwerke jetzt auch an der Ostgrenze Niedersachsens gleichmäßig aktuell 242

Fortbildungsveranstaltung Nr. 6/91 246

Presseinformationswettbewerb »Historische Karten« 249

Buchbesprechung 253

Anschriften der Mitarbeiter dieses Heftes 255

Einsendeschluß für Manuskripte 256

Die Beiträge geben nicht in jedem Falle die Auffassung der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung wieder

Schriftleitung: Ministerialrat von Daack, Lavesallee 6, 3000 Hannover 1 (Niedersächsisches Innenministerium)

Verlag, Druck und Vertrieb: Niedersächsisches Landesverwaltungsamt - Landesvermessung -, Warmbüchenkamp 2, 3000 Hannover 1

Erscheint einmal vierteljährlich · Bezugspreis: 2,00 DM pro Heft zuzüglich Versandkosten

Verwaltungshilfe der Vermessungs- und Katasterverwaltung von Niedersachsen für die Vermessungs- und Katasterverwaltung von Sachsen-Anhalt – ein Zwischenbericht –

Von Wilfried STAUFENBIEL

Inhalt

1 Konzept der Verwaltungshilfe

2 Organisation der Vermessungs- und Katasterverwaltung von Sachsen-Anhalt

3 Rechts- und Verwaltungsvorschriften

4 Personalprobleme

5 Aus- und Fortbildung

6 Haushalts- und Kassenwesen, Kosten

7 Technische Projekte

8 Kommunikation mit den Beratern, Dienstbesprechungen

9 Schlußbemerkungen

1 Konzept der Verwaltungshilfe

Über die ersten drei Monate Verwaltungshilfe der niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung für die Vermessungs- und Katasterverwaltung des Landes Sachsen-Anhalt (LSA) vom 16. 4. 1991 bis 15. 7. 1991 soll an dieser Stelle ein erster *Zwischenbericht* gegeben werden. Dabei wird ein *Ausblick* in die Zukunft angefügt. Die niedersächsische Verwaltungshilfe läßt sich folgendermaßen charakterisieren: *»Hilfe zur Selbsthilfe«*, relativ später Beginn, dafür intensiver, flächendeckender Einsatz.

Niedersachsen (Nds.) war im Zeitraum vom 15. 4. 1991 bis zum 15. 7. 1991 mit 26 *Beratern* – Beamte des höheren und gehobenen Dienstes – vor Ort im gesamten Land tätig: 3 im Innenministerium (MI), je 2 bei den Bezirksregierungen (BR) Halle und Magdeburg und dem Landesvermessungsamt (LVermA), je 1 auf den 17 Katasterämtern (KA). Zuletzt wurden 6 der Berater zusätzlich mit der Wahrnehmung von leitenden Funktionen betraut (Referatsleiter 43 im Innenministerium, alle Dezernatsleiter 35 der Bezirksregierungen, Leiter des Landesvermessungsamtes, Leiter eines Katasteramtes). Damit waren diese Berater außerdem auch relativ stark in das tägliche Verwaltungsgeschäft eingebunden.

Vom 15. 7. 1991 bis zum 15. 10. 1991 ist eine Verlängerung der Verwaltungshilfe in ähnlicher Form vorgesehen, allerdings mit einer *Konzentration der Hilfe* im Innenministerium (5 Berater), bei allen drei Bezirksregierungen – also auch in Dessau – und dem Landesvermessungsamt (je 2 Berater). Insgesamt sind dann noch 20 Berater in Sachsen-Anhalt tätig. Nach Abschluß dieses zweiten Teiles der Verwaltungshilfe sollte das Konzept mit folgender Zielrichtung überdacht werden:

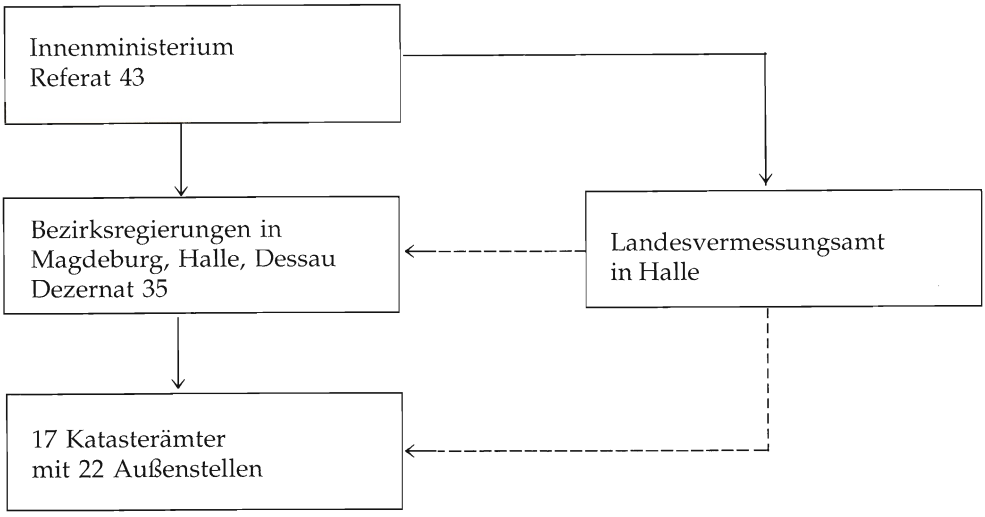
a) *Fortsetzung* der Verwaltungshilfe in dieser intensiven, flächendeckenden Form sollte auf Ausnahmen beschränkt werden, allenfalls in reduzierter Form für das MI, die eine oder andere BR und das LVermA.
b) Die mit Erlaß vom 30. 7. 1990 zwecks Erfahrungsaustausch bestimmten *»Patenschaftsämter«* in Niedersachsen (Nds.) müssen wieder stärker einbezogen werden; dazu ist es erforderlich, den entsprechenden Erlaß zu überarbeiten: 1 KA in Nds. sollte nur für 1 KA im LSA einschließlich aller Außenstellen zuständig sein. Ein entsprechender Vorschlag ist erarbeitet worden. Der überarbeitete Erlaß vom 29. 8. 1991 liegt jetzt vor.
c) *Hilfe* muß noch in starkem Umfange *in anderer Form* gewährt werden, z. B. durch ein- oder mehrtägige Dienstreisen auf Sachbearbeiterebene – auch vom LSA nach Nds. – mit jeweils thematisch engem Schwerpunkt, auf allen Ebenen der Verwaltungen (KA, BR, LVermA, MI), durch Aus- und Fortbildung, durch Versetzungen von Beamtinnen und Beamten aller Laufbahnen u. ä.

2 Organisation der Vermessungs- und Katasterverwaltung von Sachsen-Anhalt

Ein *Beschluß der Landesregierung* LSA vom 7. 1. 1991 und der *Organisationserlaß* der Vermessungs- und Katasterverwaltung LSA vom 28. 3. 1991 lagen zu Beginn der Verwaltungshilfe bereits vor. Sie sind mittlerweile im Ministerialblatt LSA veröffentlicht worden (Seiten 116 und 117). Der Erlaß sieht folgende Verwaltungshierachie vor:

- MI – Referat 43 – in Magdeburg,
- 3 BR – Referate 35 – in Magdeburg, Halle und Dessau,
- 17 Katasterämter mit 22 Außenstellen,

daneben – 1 Landesvermessungsamt in Halle (vergleiche Übersicht).



Übersicht: Organisation der Vermessungs- und Katasterverwaltung LSA

Geschäftsverteilungspläne für das Referat 43 im *MI* und für die Dezernate 35 der *BR* sind erarbeitet worden und liegen vor. Sie müssen zu gegebener Zeit in Mustergeschäftsverteilungspläne für das MI und für die BR integriert und veröffentlicht werden. Dabei sollte die Anzahl der Bediensteten im Referat 43 von zunächst 7 auf mindestens 10, besser auf 15 aufgestockt werden. Auch die bisher festgesetzten Wertigkeiten der Stellen reichen nicht aus.

Für das *Landesvermessungsamt* und für die *Katasterämter* liegen bisher nur Entwürfe von Geschäftsverteilungsplänen vor. Sie müssen noch überarbeitet werden. Dabei ist beim Landesvermessungsamt von 6, nach Eingliederung eines Landesamtes für Datenverarbeitung von 7 Abteilungen, bei den Katasterämtern von 3 Abteilungen, ähnlich wie in Nds. auszugehen. Die Abteilung 2 des KA wird dabei mit den dringend notwendigen und sehr umfangreichen Umstellungsarbeiten beim Liegenschaftsbuch und bei der Liegenschaftskarte stark belastet. Ferner belasten die Auskünfte über historische Eigentümerangaben, die von der Grundbuchverwaltung nicht oder nicht vollständig beantwortet werden können, die Abteilung 3 des KA zur Zeit so stark, daß hier die Abteilung 2 mithelfen muß. Wegen der grundsätzlichen Wahrnehmung dieser Aufgabe müssen noch Gespräche mit dem Justizministerium geführt werden.

Neben den aktuellen Organisationsfragen müssen auch die »Altlasten« bewältigt werden. Diese haben zumindest die Berater im MI und im LVermA stärker beschäftigt, als es den Vorstellungen entsprach. Das Staatsunternehmen Geodäsie und Kartographie *(GuK)* ist mit Wirkung vom 1. 4. 1991 in die Vermessungs- und Katasterverwaltung des Landes Sachsen-Anhalt überführt worden. Die Abwicklung bzw. ab 1. 7. 1991 die Liquidation des Staatsunternehmens läuft bis Ende 1991. Es sollte versucht werden, die vom GuK erzielten Gewinne von ca. 3 Mio. DM durch Einrichten entsprechender korrespondierender Einahme-/Ausgabetitel für die besonders großen Probleme der Verwaltung zu nutzen (vergleiche Abschnitt 7).

Die Übernahme der Bediensteten und der Liegenschaften der Mitteldeutschen Kartographie und Druck GmbH *(MKD)* – vorher Militärkartographischer Dienst – ist für das Landesvermessungsamt von existentieller Bedeutung. Dies muß weiterhin energisch vom Land gegenüber der Treuhandanstalt vertreten werden.

3 Rechts- und Verwaltungsvorschriften

Die Arbeit im Ministerium konzentrierte sich im wesentlichen auf den Erlaß von Rechts- und Verwaltungsvorschriften. Dabei sind das Vermessungs- und Katastergesetz (VermKatG LSA) und das Gesetz über die Öffentlich bestellten Vermessungsingenieure (ÖbVermIngG LSA) am 11. 7. 1991 in der 1. Lesung im Landtag eingebracht und federführend an den Innenausschuß überwiesen worden. Die Arbeit an den *Gesetzen* ist vielfältig: Beteiligung der anderen Ressorts, Abstimmung mit Niedersachsen, Beteiligung der Verbände, Einarbeitung der Stellungnahmen, Formulierung der Begründungen für die Gesetze, der Presseerklärungen, der Sprechzettel und Einbringungsreden fürs Kabinett und für den Landtag u. a. Parallel zu den nach der Sommerpause stattfindenden Beratungen der Gesetze im Landtag müssen die Verordnungen – insbesondere die Übergangsvorschriften des VermKatG – konzipiert werden, um gegebenenfalls im Landtag entsprechende Fragen in den Ausschüssen beantworten zu können.

Die Entwürfe der beiden Gesetze orientieren sich an den niedersächsischen Gesetzen. In wichtigen Punkten mußten allerdings die besonderen Verhältnisse im LSA berücksichtigt werden, z. B. beim *VermKatG LSA* die Vorlage von Unterlagen anderer Stellen auch für das Liegenschaftskataster, die Erweiterung der Landesluftbildsammlung, zusätzliche Definitionen für Zweck und Inhalt des Liegenschaftskatasters und besondere Übergangsvorschriften zur Erweiterung des Kreises der Befugten für die Wahrnehmung der Aufgaben Landesvermessung und Führung des Liegenschaftskatasters.

Beim *ÖbVermIngG LSA* war z. B. zu regeln, wie der relativ große Kreis der Urkundsvermessungsberechtigten nach altem »DDR-Recht« zukünftig zu behandeln ist. Ferner war und ist es erforderlich, daß wegen des dringenden Bedarfs an Vermessungsleistungen für einen Übergangszeitraum von zunächst drei Jahren auch ÖbVermIng anderer Länder befugt sind, entsprechende Aufgaben im LSA wahrzunehmen. Das ÖbVermIngG LSA schafft außerdem die Möglichkeit, daß Angehörige des gehobenen vermessungstechnischen Verwaltungsdienstes mit mindestens 6jährigen Erfahrungen und nach Feststellung einer besonderen fachlichen und verwaltungsmäßigen Eignung zum ÖbVermIng bestellt werden können. Bei der Zuweisung des Amtssitzes für den ÖbVermIng ist schließlich versucht worden, den auch in Nds. verwendeten unbestimmten Rechtsbegriff »geordnetes amtliches Vermessungswesen« stärker auszufüllen.

Die Verordnung (VO) über die *Bodenordnung* wird in enger Zusammenarbeit mit dem neu gebildeten Ministerium für Raumordnung, Städtebau und Wohnungswesen erarbeitet. Sie liegt im Entwurf vor.

Die Bestimmungen über die *Wertermittlung* sind vollständig vorhanden: die VO über die Gutachterausschüsse ist im Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Sachsen-Anhalt veröffentlicht worden (1991, Seite 131), der Werterlaß, die Beschreibung der Elemente der Kaufpreissammlung, die vorläufigen Gebührenbestimmungen und eine Vorschriftenmappe zur Grundstückswertermittlung sind fertiggestellt worden. Sie wurden in einer Dienstbesprechung der amtierenden Behördenleiter vorgestellt und werden in weiteren Fortbildungsveranstaltungen näher erläutert. Wegen der noch zu erwartenden Kreisreform sind die Gutachterausschüsse für den Bereich jedes Katasteramtes gebildet worden. Die gegenüber Nds. teilweise vereinfachten Erfassungsbelege für die Kaufpreissammlung werden zunächst als Kaufpreiskartei manuell geführt bis die Voraussetzungen zur Anwendung der ADV auch im LSA vorliegen.

Fertiggestellt sind weiterhin ein verwaltungsverfahrensrechtlicher Teil eines Erlasses über *Liegenschaftsvermessungen* (LiegVermErlaß – VR) und ein *Bezugssysteme*-Erlaß. Die vorher in der DDR gültige Ordnung Nr. 112/82 über die vermessungstechnischen Regelungen für Liegenschaftsvermessungen bleibt zunächst weiterhin gültig. Dies Trennung war zweckmäßig, weil einerseits das Verwaltungsverfahrensgesetz des Bundes vom Tage des Beitritts der neuen Bundesländer zur Bundesrepublik Deutschland an galt, andererseits eine vollständige Erarbeitung eines LiegVermErlasses zu viel Zeit beansprucht hätte.

4 Personalprobleme

Es zeigte sich bald, daß die zu bewältigenden Personalprobleme der Vermessungs- und Katasterverwaltung LSA von zentraler Bedeutung sind. Mit allen amtierenden Behördenleitern der Katasterämter und mit den als Abteilungsleiter vorgesehenen Bediensteten des

Landesvermessungsamtes wurden deshalb Personalgespräche geführt (Ausbildung, bisheriger Einsatz, Wünsche). Daraus ist ein *Personalkonzept* erarbeitet worden. Diese Vorgehensweise wurde im Hause des Innenministeriums abgestimmt. Als vorläufiges Ergebnis der Vorgehensweise wurden 19 wichtige Dienstposten verwaltungsintern im LSA und in Nds. ausgeschrieben. Die Ergebnisse der *Ausschreibung* haben das Personalkonzept in den Führungsebenen weitgehend gefüllt. Von den 17 Behördenleitern der KA stammen 7 aus Nds., davon wiederum 2 als Aufsteiger vom gehobenen in den höheren Dienst. Das Schwergewicht des Einsatzes der Bediensteten aus Nds. liegt im Bezirk Magdeburg. Die 10 KA-Leiter aus LSA sind etwa zur Hälfte Dipl.-Ing. mit Universitätsabschluß und zur anderen Hälfte Ingenieurschulabsolventen.

Verbleibende Lücken im Personalkonzept (AL 2 oder AL 3 der KA, Beamte des gehobenen Dienstes u. a.) sollten gegebenenfalls in einer zweiten Aktion wieder im LSA und in Nds. ausgeschrieben werden. Für Dienstposten des gehobenen Dienstes im LSA ließen sich so einige erfahrene Beamte des mittleren Dienstes aus Nds. für den *Aufstieg* in den gehobenen Dienst durch Ausschreibung gewinnen. Die bisher erfolgten Anforderungen von Beamten des mittleren Dienstes sind Ergebnisse von »Zufallsaktionen«.

Parallel hierzu liefen sehr viele Bewerbergespräche und *Einstellungen* aufgrund einer allgemeinen Ausschreibung in verschiedenen, auch westdeutschen Tageszeitungen. Den Einstellungsvorschlägen der KA, des LVermA, der BR mußte zunächst vom MI in jedem Einzelfalle zugestimmt werden. Grundlagen der Einstellungsvoraussetzungen (Arbeitsverträge, Rahmen-Kollektiv-Vertrag [RKV] oder BAT-Ost u. ä.) waren mit dem Personalreferat im MI zu erarbeiten. Mittlerweile sind die personalrechtlichen Befugnisse teilweise im Vorgriff auf einen zu erwartenden Erlaß auf die BR übertragen worden. Die Voraussetzungen für die ersten Beamtenernennungen sind geschaffen worden.

Insgesamt waren Mitte Mai 1991 etwa 600 Bedienstete in der Vermessungs- und Katasterverwaltung LSA tätig. Ca. 130 Einstellungen bzw. Abordnungen mit dem Ziele der Versetzung, davon etwa 40 Bewerber aus den alten Bundesländern, konnten bisher vorgenommen werden. Mit der kurz bevorstehenden Übernahme von etwa 180 Bediensteten der Mitteldeutschen Kartographie und Druck GmbH (MKD) und nach vollständiger Auswertung der Ausschreibung wird ein *Personalbestand* von ca. 910 Bediensteten in der Vermessungs- und Katasterverwaltung LSA erreicht. Es bedarf noch großer Anstrengungen, um die erforderlichen etwa 1670 Stellen möglichst bald besetzen zu können. Hier müssen alle nur denkbaren Wege der Ausbildung, Umschulung und Gewinnung von Fachkräften aus anderen Ländern genutzt werden.

Parallel hierzu lief die *Bewertung der Arbeitsplätze* aller bisherigen Bediensteten nach BAT-O zum 1. 7. 1991. In diese Aufgabe wurden die Berater vor Ort und eine Arbeitsgruppe im MI intensiv einbezogen. Dazu wurden Richtlinien und Bewertungsgrundsätze erarbeitet.

Die Einstellung/Weiterbeschäftigung aller Bediensteten muß noch von einer *Personal-Kommission* bestätigt werden. Dabei spielt insbesondere die politische Vergangenheit eine entscheidende Rolle. Näheres ist noch zu regeln.

5 Aus- und Fortbildung

Die *Ausbildung* der Vermessungs- und Kartographiefacharbeiter in der ehemaligen DDR ist bisher ausschließlich außerhalb des Landes in Eichwalde bei Berlin, Gotha oder Dresden vorgenommen worden. Ingenieure für Kartographie und Vermessungstechnik werden an

der Fachschule Dresden, Diplomingenieure – ebenfalls beider Fachrichtungen – an der Unversität Dresden ausgebildet. LSA verfügt bisher über keine eigenen Ausbildungsmöglichkeiten im Lande. Die Ausbildung der Vermessungstechniker soll ab Herbst 1991 durch das duale System der alten Bundesländer ergänzt werden. Dazu werden etwa 6 Berufsschulklassen mit insgesamt ca. 110 Auszubildenden für die Vermessungs- und Katasterverwaltung in Magdeburg, Halle, Dessau und Sangerhausen eingerichtet. Bei der Bereitstellung von Fachkräften für den Berufsschulunterricht muß vermutlich zunächst von Nds. geholfen werden. Die zuständige Stelle nach dem Berufsbildungsgesetz ist beim Landesvermessungsamt in Halle eingerichtet. Der Berufsbildungsausschuß wird demnächst gebildet. Ausbildungs- und Prüfungsverordnungen für den höheren, den gehobenen und später auch für den mittleren Dienst müssen noch erlassen werden. Entwürfe liegen vor. In der Anfangsphase ist LSA auf die Mithilfe von Nds. angewiesen, z. B. Einstellung der Anwärter im LSA, wesentliche Teile der Ausbildung durch Abordnung nach Nds.

Die *Fortbildung* der vorhandenen Bediensteten ist bisher in umfassender Form geschehen und muß fortgesetzt werden. Der Umfang der Veranstaltungen ist mit 34 Tagen in wenigen Monaten bereits als relativ stark zu bezeichnen. Die Bediensteten können den Stoff kaum verkraften, aber es gibt keine Alternative. Fortbildung ist zwingend erforderlich. Zukünftig sollten die Probleme des Landes stärker im Vordergrund stehen, es müssen die Bediensteten vom LSA noch häufiger als Vortragende einbezogen werden; die Gruppenarbeit sollte intensiviert werden und die Sachbearbeiter-Ebene ist einzubeziehen.

6 Haushalts- und Kassenwesen, Kosten

Der Landtag hat im Mai 1991 den *Grundhaushalt*, Ende Juni 1991 den *1. Nachtragshaushalt 1991* verabschiedet. Am Nachtragshaushalt ist bereits mitgewirkt worden. Dem Referat 43 sind vor kurzem Haushaltsmittel per *Kassenanschlag* zugewiesen worden. Die Unterverteilung der Mittel auf die Bezirksregierungen und das Landesvermessungsamt ist erfolgt und die zentrale Beschaffung der Großgeräte ist eingeleitet worden. Im Juni 1991 war der Haushaltsplanentwurf 1992 binnen 14 Tagen aufzustellen. Dies war nur mit tatkräftiger Unterstützung von »Spezialisten« aus dem MI Nds. möglich.

Das *Verwaltungskostengesetz* LSA ist im Gesetz- und Verordnungsblatt veröffentlicht worden. Bis zum Erlaß der Allgemeinen Gebührenordnung und der Kostenordnung für das Vermessungswesen gelten die bisherigen vorläufigen Gebührenordnungen vom Bezirk Magdeburg und vom Bezirk Halle weiter. Teile für eine Allgemeine Gebührenordnung *(AllGO)* – GOGut und Kostentatbestände aus dem ÖbVermIng-Bereich – sind bereits abschließend bearbeitet worden. Die Kostenordnung für das amtliche Vermessungswesen – *KOVerm* – ist in Bearbeitung.

Die geringen Kenntnisse im Haushalts- und Kassenwesen auf allen nachgeordneten Behörden, insbesondere bei den Katasterämtern, erfordern umfassende Fortbildungsmaßnahmen. Nach einer grundlegenden Veranstaltung ist mittlerweile eine weitere Fortbildung der AL 3 von zwei Tagen Dauer durchgeführt worden.

7 Technische Projekte

Hierzu kann nur ein erster kurzer Erfahrungsbericht gegeben werden. Die Projekte laufen noch für längere Zeiträume. Dringendste Maßnahme ist eine reproduktionstechnische

Erneuerung des Flurkartenwerkes durch *Umstellung auf Wash-Off-Material*. Das Kartenwerk ist überwiegend in einem schlechten, teilweise sehr schlechten Gebrauchszustand. Eine für diesen Zweck eingerichtete Arbeitsgruppe hat beschlossen, alle Karten im Zeitraum von etwa zwei Jahren zentral in der Landesvermessung LSA umzustellen.

Ferner ist in einer weiteren Arbeitsgruppe eine Verfahrensweise erarbeitet worden, wie die im LSA vorhandenen Daten des Programmsystems *COLIDO* (Computergestützte Liegenschafts-Dokumentation) nach Ergänzung um die Eigentümerangaben ins *ALB*-System überführt werden können.

Wichtiges Projekt der Zukunft ist die Neuvermessung der *»ungetrennten Ortslagen«* in den Zentren der Städte. Hier ist praktisch kein Kataster vorhanden bzw. es sind durch »Herausmessungen« Insellösungen im Kataster geschaffen worden. Es ist vorgesehen, daß ein Pilotprojekt in der Stadt Burg unter der Federführung des niedersächsischen Dezernates Neuvermessung der Abteilung Landesvermessung eingerichtet wird. Näheres muß noch vereinbart werden. Es wäre sinnvoll, wenn hier verschiedene Meßtrupps (LVerm Nds., KA Burg, gegebenenfalls Patenschaftsamt von Burg und eventuell auch die Fachhochschule Bochum, die Hilfe angeboten hat) tätig werden könnten.

Weitere zentrale Anliegen der Verwaltung sind:
- Anschaffung von *Großgeräten* (EDV, Mikroverfilmung u. a.) bei den Katasterämtern und in der Landesvermessung,
- dringende Verbesserung der *Unterbringung* der Katasterämter, überwiegend durch Neubauten bzw. Anmietung neuer Räume.

Hierzu sollten besondere Berichte angefertigt werden, mit denen zusätzliche finanzielle Mittel angefordert werden bzw. die es ermöglichen, Zuschüsse Dritter oder Gewinne des in Abwicklung befindlichen Staatsunternehmens Geodäsie und Kartographie wenigstens zu entsprechenden Prozentsätzen (im allgemeinen 85%) dafür verwenden zu können.

8 Kommunikation mit den Beratern, Dienstbesprechungen

Die Kommunikation mit den Beratern ist intensiv praktiziert worden. Es wurde eine *Beratermappe* konzipiert, ferner erfolgte eine detaillierte *Bestandsaufnahme* anhand eines umfangreichen Fragenkataloges. Dieses Material liegt beim Referat 43 – LSA vor und ist schon vielfach für verschiedene Detailfragen ausgewertet worden. Außerdem fanden 5 *Dienstbesprechungen* in 3 Monaten mit den Beratern statt. Die amtierenden Behördenleiter sind zweimal zu Dienstbesprechungen ins MI – LSA gerufen worden. Der Teilnehmerkreis der zukünftigen Dienstbesprechungen sollte in erster Linie bei den Behördenleitern/Abteilungsleitern liegen.

9 Schlußbemerkung

Abschließend läßt sich feststellen, daß in den ersten drei Monaten Verwaltungshilfe etliche Probleme gelöst werden konnten oder wichtige erste Schritte auf dem Weg zu einer voll funktionsfähigen Vermessungs- und Katasterverwaltung im Lande Sachsen-Anhalt gemacht wurden. Dafür danke ich allen beteiligten Verwaltungshelfern in Sachsen-Anhalt,

den immer bereitwillig helfenden Bediensteten in Sachsen-Anhalt und nicht zuletzt den vielen »Spezialisten« in Niedersachsen – insbesondere im MI und in der LVerm – und den »Vertretern« der Verwaltungshelfer in Nds., die zusätzliche Arbeiten übernehmen mußten und noch weiterhin übernehmen müssen.

Aspekte zur digitalen Rasterdatenverarbeitung

Von Ernst JÄGER

1 Einleitung

In der automationsgestützten Kartographie wer den zur Erfassung, Speicher ung, Verarbeitung und Ausgabe digitaler Daten bekanntlich zwei Datenformen eingesetzt: die V ektor- und die Raster datenform. Die vektor orientierte Datenverarbeitung ist als das historisch ältere Verfahren in allen Ber eichen weit verbr eitet, während die raster orientierten Verfahren seit ca. 20 Jahr en zunehmend an Bedeutung gewonnen haben. Der eigentliche T rend geht heute jedoch zur hybriden Datenverarbeitung, d. h. zur parallelen bzw . abwechselnd gemeinsamen Nutzung beider Datenformen. Dabei wir d angestrebt, die Nachteile der einen Datenform nach Möglichkeit dur ch die Vorteile der ander en zu umgehen. Ein Ver-

Gesichtspunkte	Vektorform	Rasterform
Datenerfassung/-ausgabe	zeitaufwendig	schnell
Geräte zur Datenerfassung	relativ preiswert	teuer
Geräte zur Datenausgabe (jeweils für hohe Qualität)	teuer	teuer
Datenstruktur	kompliziert	einfach
Datenmodell	beliebig strukturierbar (z. B. objektorientiert) mit Beziehungen, Attributen und graphischen Ausprägungen	in der Regel keine Strukturierung (allenfalls ebenen-/ folienorientiert) mit graphischen Ausprägungen
Datenvolumen	• relativ gering • gute Datenkompression	hoch (trotz Kompressionen)
Window-Bildung	aufwendig	einfach
Selektiver Zugriff	• möglich • gutes Query	ohne Ebenenkonzept in der Regel nicht möglich
Datenverarbeitung	• z. T. komplizierte Algorithmen • Programme für Anwendungen vorhanden	• häufig einfache Algorithmen • in der Regel lange Rechenzeiten

Tabelle 1: Vergleich der Vektor- und der Rasterdatenverarbeitung

gleich der Vektor- und Rasterdatenform nach verschiedenen Gesichtspunkten zeigt, daß eine Defizit-Kompensation häufig durch einen Wechsel der Datenform möglich ist (Tabelle 1).

In diesem Beitrag kann kein umfassender Abriß der Rasterdatenverarbeitung gegeben werden. Vielmehr sollen einige Aspekte des Themas lediglich angerissen, andere detaillierter behandelt werden. Neben allgemeinen Einführungen in das Rasterdatenformat erstrecken sich die weiteren Ausführungen auf die Datenerfassung (u. a. Scanner-Technologie), die Datenspeicherung, die Datenverarbeitung (insbesondere Raster-Vektor-Transformation) und die Datenausgabe. Dabei wird an entsprechenden Stellen auf bereits bestehende bzw. geplante (oder mögliche) Verfahren beim Niedersächsischen Landesverwaltungsamt – Landesvermessung – NLVwA-B verwiesen.

2 Allgemeine Definitionen zum Rasterdatenformat

2.1 Rasterelemente und Koordinatensystem

Rasterdaten entstehen aus der automatischen Digitalisierung mit Hilfe von Scannern, aus der Sensortechnik der Fernerkundung oder aus der Vektor-Raster-Transformation. Jeder Rasterpunkt definiert eine endlich kleine Bildfläche, die in der automationsgestützten Kartographie in der Regel streng quadratisch definiert ist. Die Entstehung der Rasterdaten gliedert sich dabei in die Vorgänge Quantisierung und Diskretisierung. Die Quantisierung ist die Zuweisung einer ganzen Zahl zu einem Rasterpunkt (= Pixel) entsprechend eines elektronisch gemessenen oder rechnerisch bestimmten Grauwerttons der betreffenden Rasterfläche (Abb. 1). Die Diskretisierung ist die geometrische Zuordnung der Zeilen- und der Spaltennummer (i, j) der Bildmatrix an das quantisierte Pixel.

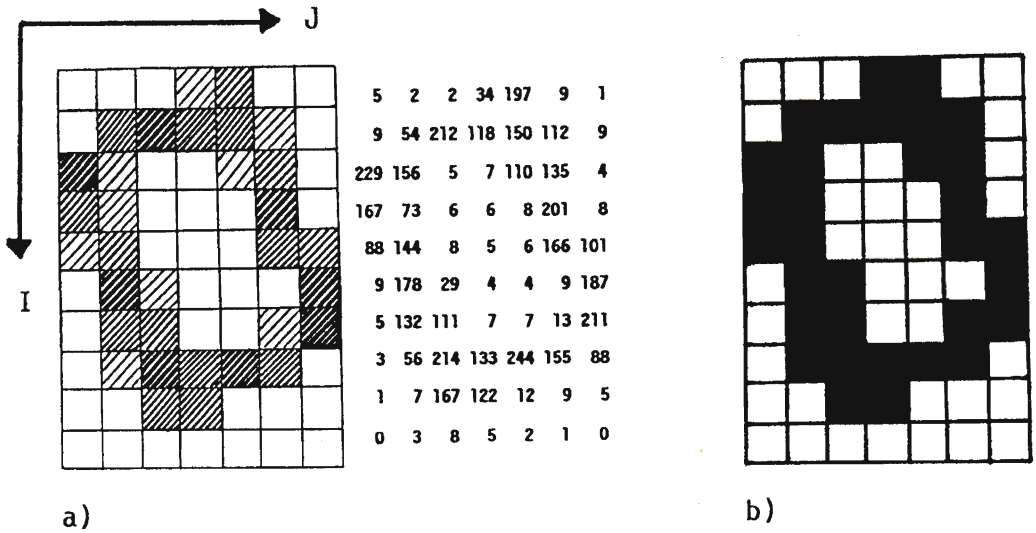


Abb. 1: Rasterdaten – a) als Grauwerte, b) in Binärform (0,1)

Die Spaltenkoordinate j wird von links nach rechts aufwärts gezählt, die Zeilenkoordinate i – entsprechend dem Bildschirmaufbau der TV-Technik – von oben nach unten.

Die Rasterform einer Linie entsteht z. B. aus der automatischen Abtastung einer entsprechenden Vorlage mit einem Scanner, und sie ergibt ein Grauwertbild mit bis zu 256 Intensitätsabstufungen. Die Linienbreite kann je nach Rasterfeinheit durchaus mehrere Pixel betragen. Die Abtastelektronik mißt den mittleren Schwärzungsumfang eines Pixels, so daß z. B. im Übergangsbereich zwischen einer schwarzen Linie und dem weißen Hintergrund Grauwerte interpoliert werden. Für viele Weiterverarbeitungsprozesse im Rasterdatenformat wird jedoch eine binäre Linienform benötigt (siehe dazu u. a. Kapitel 5).

2.2 Nachbarschaften und Distanzen im Rasterformat

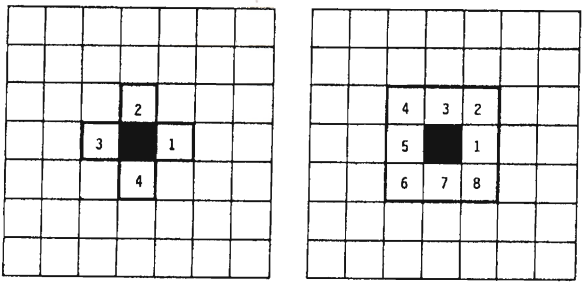


Abb. 2: Nachbarschaften im Raster vom TYP N.4 und N.8 [Lichtner 1981]

Der Verlauf eines Linienskeletts im Rasterformat ist abhängig von den zugelassenen Nachbarschaften (Abb. 2) [Lichtner 1981]. Die N.4-Nachbarschaft eines Pixels besteht nur aus seinen horizontalen und vertikalen Nachbarpixeln. In der N.8-Nachbarschaft gelten auch die 4 diagonalen Pixel als Nachbarn. Die Numerierung der 4 bzw. 8 Nachbarpixel ist beliebig.

Drei übliche Raster-Repräsentationen einer Linie, wie sie z. B. durch eine Vektor-Raster-Transformation erzeugt werden können, sind in Abb. 3 dargestellt. Unter a) ist die N.8-Nachbarschaft zugelassen; darum erfolgt der Übergang von einer Rasterzeile zur nächsten über den diagonalen Nachbarn. Unter b) ist nur die N.4-Nachbarschaft erlaubt, das heißt im Linienverlauf treten nur horizontale bzw. vertikale Nachbarn auf. Die Liniendarstellung unter c) beinhaltet keine starre Nachbarschaftsregelung.

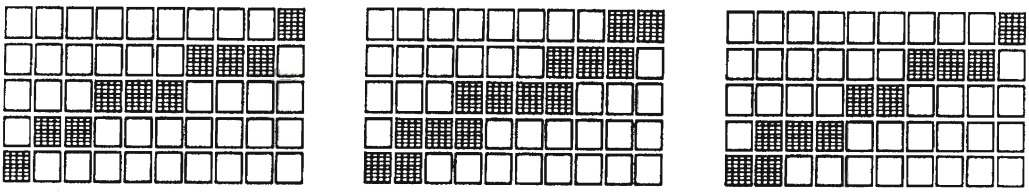


Abb. 3: Gute Raster-Repräsentationen einer Linie [Franklin 1979]

Die Anzahl der Pixel, die eine Linie bilden – oder genauer gesagt die Anzahl der Pixel, die erforderlich ist, um in einer Rastermatrix von A nach B zu gelangen –, wird als Distanz bezeichnet (ohne das Anfangspixel mitzuzählen) [Fischer 1982].

Im Beispiel der Abb. 3 haben die Punkte A und B die Koordinaten:

$A : I_A = 5, J_A = 1$ und $B : I_B = 1, J_B = 10$

die Koordinatendifferenzen betragen:

$\Delta_I = | I_A - I_B | = 4$
$\Delta_J = | J_A - J_B | = 9$

Die Linien der Abb. 3 sind nach verschiedenen Distanz-Definitionen gebildet:

bei a) Schachbrettdistanz $Ds = \text{Max}(\Delta_I, \Delta_J) = 9$

bei b) City-Block- o. Taxi-Distanz $Dc = \Delta_I + \Delta_J = 13$

bei c) Euklidische Distanz $D_e = \sqrt{\Delta_I^2 + \Delta_J^2} = \sqrt{97} \approx 10$

Die Schachbrettdistanz ist die »kürzeste« Distanz, die im Rasterformat zwischen zwei Punkten möglich ist. Die Euklidische Distanz kommt bis auf den unvermeidbaren Runde-Effekt im Rasterformat der euklidischen Strecke AB am nächsten,

wobei $AB = D_e \cdot m$ gilt

mit: m = Pixelauflösung (Rasterweite)
(z. B. m = 50 µm).

Es leuchtet sofort ein, daß die drei oben genannten Distanzen sich umgekehrt proportional zur Rasterweite m verhalten. Je kleiner m ist, desto größer sind die Distanzen.

Andererseits muß beachtet werden, daß eine berechnete Distanz zwischen zwei Punkten A und B keineswegs auch den Weg zwischen A und B festlegt.

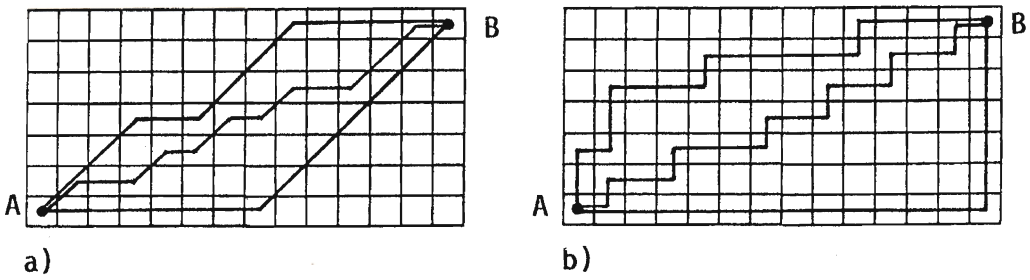


Abb. 4: Verschiedene Wege gleicher Distanz

Abb. 4a zeigt unterschiedliche Wege zwischen A und B mit jeweils gleichen Schachbrettdistanzen Ds, Abb. 4b mit jeweils gleichen City-Block-Distanzen Dc.

Schließlich führt Lichtner [Lichtner 1987] für Linien nach Abb. 3a eine andere Schachbrettdistanzdefinition ein:

$D_{N.8} = (|\Delta_I - \Delta_J| \cdot 1) + (\min(\Delta_I, \Delta_J) \times \sqrt{2}) = 10,66$

Für diese Distanz zählt nicht nur die Anzahl der Pixel, sondern auch deren Längen, was bei einem diagonalen Pixelfortschritt die Multiplikation der Pixelbreite mit $\sqrt{2}$ zur Folge hat. Diese Distanzdefinition läßt sich gut durch den zunächst horizontalen und dann diagonalen Linienverlauf in Abb. 4a verdeutlichen.

Für eine im Rasterformat angegebene Distanz ist stets zu beachten, welche Definition – also welche Metrik – ihr zugrunde liegt. Sie ist stark an den zugelassenen Nachbarschaften orientiert und nur selten mit der aus dem Vektorformat bekannten Distanzbestimmung identisch. Ein wichtiges Anwendungsfeld findet sich z. B. bei der im Abschnitt 5.1.2 näher erläuterten Raster-Vektor-Transformation.

3 Erzeugung von Rasterdaten

3.1 Automatische Digitalisierung

3.1.1 Scannertechnik

Die häufigste Art zur Erfassung von Rasterdaten ist die automatische Digitalisierung graphischer Vorlagen oder von Luftbildern mit Hilfe von Scannern. Während bis vor einigen Jahren nur wenige Firmen mit leistungsfähigen aber teuren Geräten den Scannermarkt beherrschten, ist in den letzten Jahren das Angebot insbesondere im mid-cost-Bereich (bis ca. 200 000 DM) und im low-cost-Bereich (bis ca. 20 000 DM) sprunghaft gestiegen. Nach der Art der Helligkeitsmessung der Pixel unterscheidet man Laser-(Lichtleiter), CCD-(»Charged Coupled Device« mit vielen gleichzeitig messenden Sensoren) und die wirtschaftlichen, aber geometrisch unzuverlässigen Videokamera-Geräte [Weber 1991], die hier nicht weiter behandelt werden sollen.

Weiterhin unterteilt man den Scannerbereich in Schwarzweiß- und Farbscanner, vornehmlich jedoch wird nach der Art der Vorlagen-Behandlung in Einzugs-, Flachbett- und Trommelscanner unterschieden. Wichtige Leistungsmerkmale der einzelnen Scannertypen sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Scannertyp	Schwarz-weiß	Farbe	Format	Auflösung	Passer
Einzug	bis 256 Graustufen	nicht möglich	größer A0	bis 1600 dpi oder 639 L/cm	ungenau
Flachbett	bis 256 Graustufen	eingeschränkt	maximal A2	bis 1200 dpi oder 470 L/cm	beschränkt
Trommel	un-eingeschränkt	un-eingeschränkt	maximal A0	mehr als 2030 dpi oder 800 L/cm	pixelgenau

Tabelle 2: Scannerüberblick [Kunsemüller 1991]

Einzugsscanner arbeiten fast ausschließlich, Flachbettscanner vornehmlich nach der CCD-Technik und Trommelscanner fast ausschließlich nach der Lasertechnik [Kunsemüller 1991].

Die besonderen Vorteile der *Einzugsscanner* bestehen in der Möglichkeit der Abtastung theoretisch beliebig langer Vorlagen in Vorschubrichtung und in der – durch die hohe Anzahl fest in Reihe geschalteter CCD-Kameras mit je bis zu 5000 Lichtzellen – sehr kurzen Abtastzeit. Die CCD-Elemente befinden sich in der Regel im unteren Teil des Gehäuses (siehe Abb. 5a), wobei durch Variationen des Strahlenganges verschiedene Pixelauflösungen möglich sind. Nachteilig ist, daß Einzugsscanner bisher nur als Schwarzweiß-Scanner konzipiert sind und daß der nicht zuverlässig verzerrungsfreie Vorlagenvorschub Genauigkeitsprobleme innerhalb einer Abtastung sowie Passerprobleme beim Erfassen mehrerer Folien eines Gebietes bedingen kann.

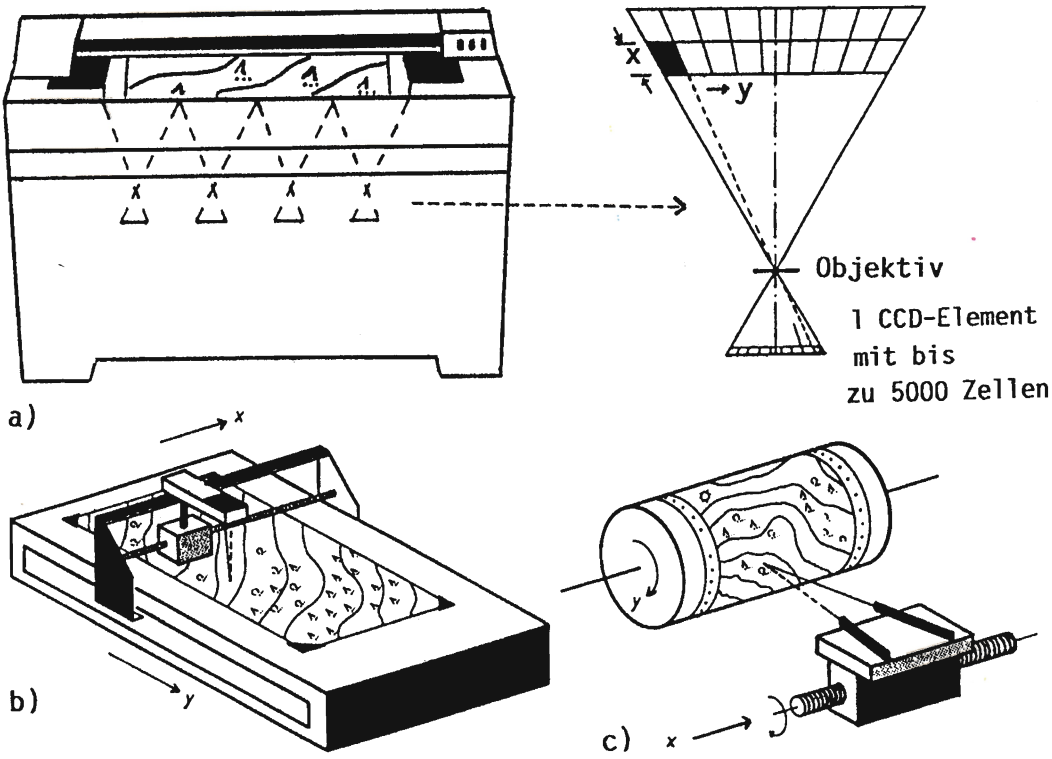


Abb. 5: Prinzipskizzen der verschiedenen Scannertypen [vergl. Lichtner 1981]

Großformatige *Flachbettscanner* werden heute kaum noch gebaut. Dagegen bestimmt dieser Scannertyp eindeutig den low- und mid-cost-Bereich und deckt damit die Formate DIN A4 bis DIN A2 u. a. im Desktop-Publishing-Markt ab. Kennzeichnend für Flachbettscanner ist, daß die Vorlage festliegt, während sich die Abtastelektronik bewegt (Abb. 5 b). Wegen der extrem langen Abtastzeiten ist die Lichtleitertechnik hierbei weitgehend durch die CCD-Technologie abgelöst worden. Während dabei bisher bis zu 500 Zeilen mit einem CCD-Element bei einer Schlittenbewegung über die Vorlage erfaßt werden können, sind neuerdings Geräte auf dem Markt, die über die volle X-Breite mit CCD-Kameras ausgerüstet sind. Mit diesen Geräten ist nur noch eine Bewegung des Schlittens erforderlich. Die Auflösungsfähigkeit der meisten CCD-Flachbettscanner ist auf 300 bis 600 dpi (120 bis 235 L/cm) beschränkt. Interessant ist auch die Entwicklung des Farbscanners mit der CCD-Technologie, z. B. durch Einschaltung rotierender Farbfilter in den Strahlengang.

Trommelscanner sind in der Kartographie universell einsetzbar. Dies gilt in bezug auf die Genauigkeit, die extrem hohe Auflösung und die Fähigkeit der Lasertechnik, Farben zu erfassen.

Kennzeichnend für Trommelscanner ist, daß sowohl die auf einer Rolle fest montierte Vorlage bewegt wird als auch der Abtastkopf. Die Rotation der Vorlage bewirkt die Y-Richtung, die Bewegung des Abtastkopfes mit jeder Rotation um die Scan-Auflösung die X-Richtung (Abb. 5c).

Zur Erkennung von Farben aus Vorlagen wird der Abtaststrahl zerlegt, und über Farbfilter wird der jeweilige Farbanteil der Grundfarben Rot–Grün–Blau ermittelt (RGB = »Lichtfarben« der additiven Farbmischung).

Für den sogenannten Vierfarbenauszug – zum Druck in der kurzen Skala – wird das RGB-Signal eines jeden Pixels (3 Grauwerte zwischen 0 und 255) im »Farbrechner« des Scanners in die Druckfarbenanteile Gelb, Magenta und Cyan umgerechnet. Die Farbe »Schwarz« wird ermittelt, wenn die 3 Grauwerte des RGB-Signals jeweils nahe 0 sind. Neben dem Vierfarbenauszug besteht bei manchen Trommelscannern auch die Möglichkeit des Einzelfarbauszugs. Nach der Abtastung und RGB-Zerlegung von Musterfarben lassen sich dabei durch die Festlegung von Schwellwerten im RGB-Signal bzw. durch eine sogenannte Farbraumtransformation [Brunner, Dresse 1988] bis zu 15 Einzelfarben einer Vorlage in einem einzigen Scandurchgang erfassen und geometrisch zuordnen.

Da in der Tabelle 2 wichtige Informationen über die Kosten und die Abtastzeiten der verschiedenen Scannertypen fehlen, sollen diese im folgenden kurz zusammengefaßt werden. Die Kosten betragen für

- Einzugsscanner ..... ca. 100 000 – 500 000 DM
- Flachbettscanner ..... 5000 – 100 000 DM
- Trommelscanner ..... 500 000 – 1 500 000 DM

Die Abtastung einer Schwarz-weißvorlage der Größe 40 cm x 40 cm mit einer Auflösung von 200 L/cm (50 µm) dauert bei

- Einzugsscannern ..... < 2 min.
- Flachbettscannern
  - CCD-Kameras in voller X-Breite ..... < 2 Min.
  - 1 CCD-Kamera mit 500 Zellen ..... > 30 Min.
- Trommelscannern
  - 500 Rotationen/Min. ..... 16 Min.
  - 1000 Rotationen/Min. ..... 8 Min.

3.1.2 Scanner im NLVwA-B

Beim Niedersächsischen Landesverwaltungsamt – Landesvermessung – wurde 1989 nach einer vergleichenden Studie mehrerer Systeme der Trommelscanner Hell CTX 330 beschafft. Dieses System erfüllt die Hauptanforderungen – hochgenaue Abtastung auch farbiger Vorlagen – optimal. Neben der selbstverständlichen Abtastung schwarzweißer Vorlagen sind folgende Farbmodi möglich:

- Mischfarbenauszug: tri-chromatisch → RGB-Signal
  quadro-chromatisch → RGB- und Schwarz-Signal
- Einzelfarbenauszug: flächig → bis zu 15 Farben jeweils in Strichqualität
  verlaufend → bis zu 15 Farben jeweils als Halbton
- Farbunterdrückung: wie Mischfarbenauszug, jedoch mit der Möglichkeit, über eine elektronische Maske eine Einzelfarbe flächig auszublenden.

Weitere technische Daten sind:

Max. Vorlagenformat:	112 cm x 100 cm (Aufsicht)
	40 cm x 64 cm (Durchsicht)
Scanauflösung:	60 bis 800 L/cm
Trommeldrehungen:	600 Rotationen/Min.

Zwei aktuelle Einsatzbeispiele für den Scanner HELL CTX 330 sind die Erfassung der Originalfolien der TK 25 und des Fortführungsentwurfs FE 25 für die rechnergestützte Fortführung der TK 25 auf dem SICAD-MAP-REVISOR (siehe Bericht Grothenn in diesem Heft) sowie die Erfassung farbiger historischer Karten zur Druckaufbereitung bzw. Archivierung. Auf weitere umfangreiche Einsatzbereiche des Scanners im NLVwA-B soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden.

3.1.3 Scannen mit der optimalen Rasterweite

Der Erfolg oder Mißerfolg des Scannens und nachfolgender Anwendungen hängt häufig schon von der Wahl der richtigen/falschen Rasterweite (= Scanauflösung) beim Scannen ab. Zwei Forderungen stehen sich konträr gegenüber:

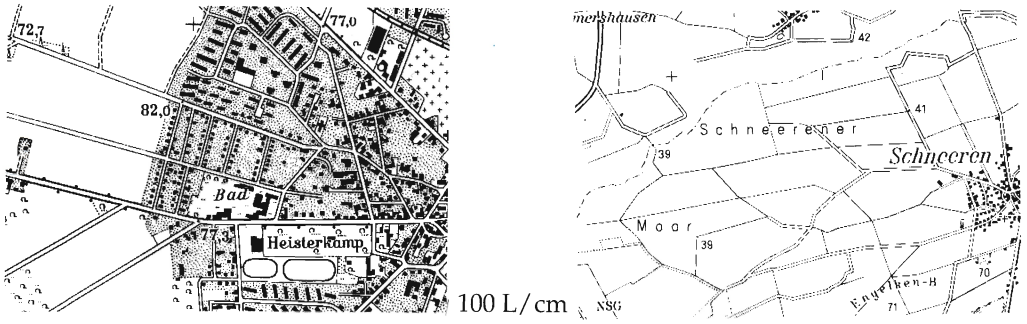
1. Der Speicherplatz soll nicht übermäßig strapaziert werden,
   → grobe Rasterweite!
2. Alle Vorlageninhalte müssen einwandfrei im Rasterbild zu identifizieren sein, insbesondere darf es zu keinen Linienverschmelzungen kommen,
   → feine Rasterweite!

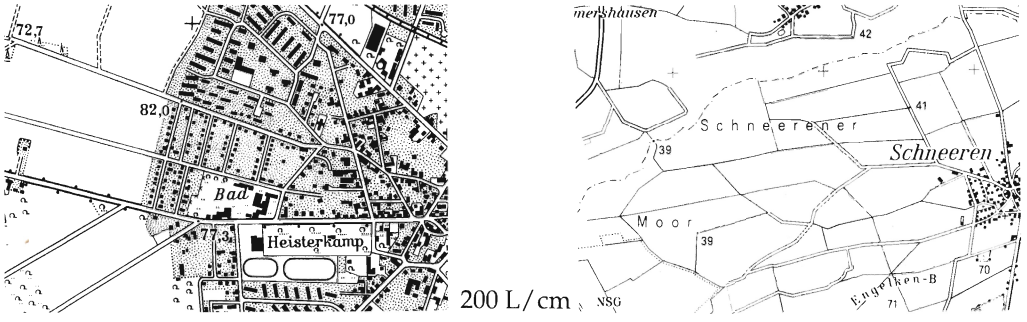
a) Rasterweite = 100 μm b) Rasterweite = 50 μm

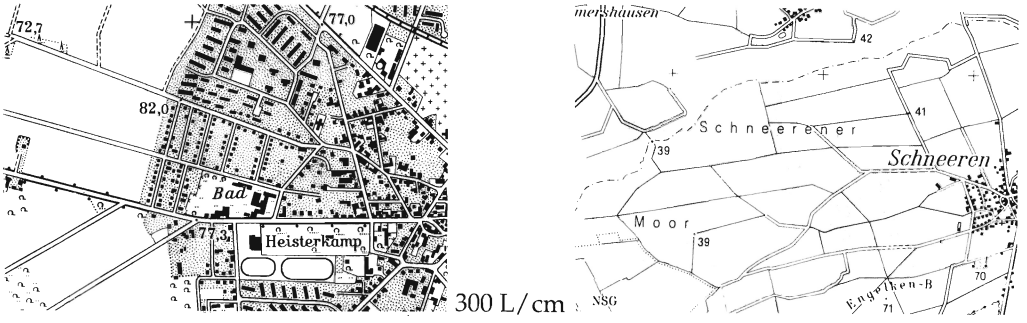
Abb. 6: DGK5-Ausschnitt in unterschiedlicher Rasterweite [Illert 1990]

In Abb. 6 ist dieser Sachverhalt für ein DGK5-Beispiel vergrößert dargestellt. Die Rasterweite von 50 µm (200 L/cm) bewirkt zwar die 4fache Pixelanzahl gegenüber der 100-µm-Abtastung, ist aber unverzichtbar, da die Linien- und Linien-Buchstaben-Verschmelzungen bei der groben Rasterweite den – für dieses Beispiel – nachfolgend geplanten automatischen Mustererkennungsprozeß behindern würden.

TK 25 **TK 100**







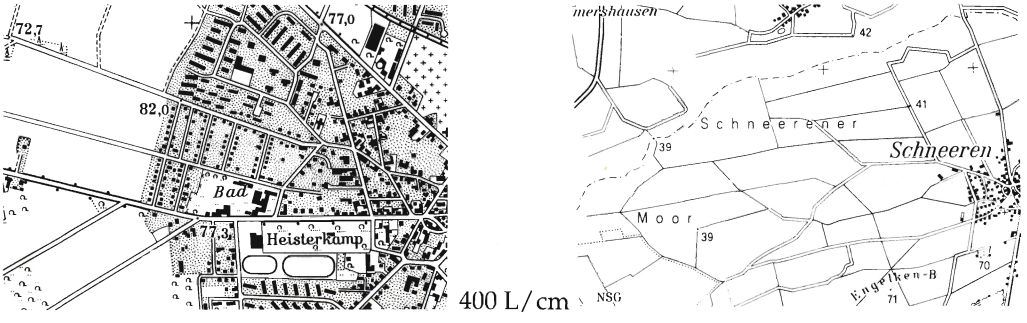


Abb. 7: Beispiele unterschiedlicher TK25- und TK100-Rasterweiten

In Abb. 7 wird eine Testreihe verschiedener Scanauflösungen (100 Linien/cm, 200 Linien/cm, 300 Linien/cm, 400 Linien/cm) der TK 25 und der TK 100 dargestellt. Die Verbesserung der graphischen Qualität bei zunehmender Auflösungsfeinheit erkennt man insbesondere an der Kartenschrift und an dünnen Linien.

Eine Auflösung von 100 L/cm ist in beiden Fällen inakzeptabel, während eine Auflösung von 200 L/cm bei der TK 25 bereits einen Großteil der Text- und Liniengraphik in ausreichender Qualität erfaßt. Trotzdem erkennt man noch eine deutliche Qualitätssteuerung bei der Abtastung mit 300 L/cm – insbesondere in bezug auf die feine Liniengraphik der TK 100.

Das Beispiel verdeutlicht, warum beim NLVwA-B zum Scannen der Folien der TK 25 nicht mit einer Rasterweite von 200 L/cm, sondern 320 L/cm (800 dpi) gearbeitet wird (vergleiche Bericht Grothenn in diesem Heft). Für das Scannen der TK 100 wurde bisher stets eine Auflösung von 400 L/cm gewählt. Im Zweifelsfall sollte immer mit der feineren Rasterweite gescannt werden. Die Rasterweite sollte – als Faustformel – kleiner/gleich der minimalen halben Linienbreite einer Vorlage sein.

3.1.4 Genauigkeit des automatischen Digitalisierens

Beim automatischen Digitalisieren entfallen Punkteinstellfehler, wie sie beim manuellen Digitalisieren nicht zu vermeiden sind. Deshalb sollten die Ergebnisse des Scan-Prozesses genauer und zuverlässiger sein als die manuell ermittelten. Ob diese Feststellung richtig ist oder nicht, wurde in zwei neueren Veröffentlichungen untersucht [Fischer 1990, Späni 1990].

Ausgehend von qualitativ guten Katasterkarten 1 : 1000 im ersten Beispiel und einem speziellen Plot auf Polyesterfolie im 2. Beispiel wurden Koordinaten von Grenzpunkten nach dem manuellen und dem automatischen Digitalisierverfahren als »Ist«-Daten ermittelt und mit »Soll«-Koordinaten verglichen, die jeweils rechnerisch aus Feldbeobachtungen resultierten. Die »Ist«-Daten der automatischen Digitalisierung sind jeweils das Ergebnis nach einer Mustererkennung.

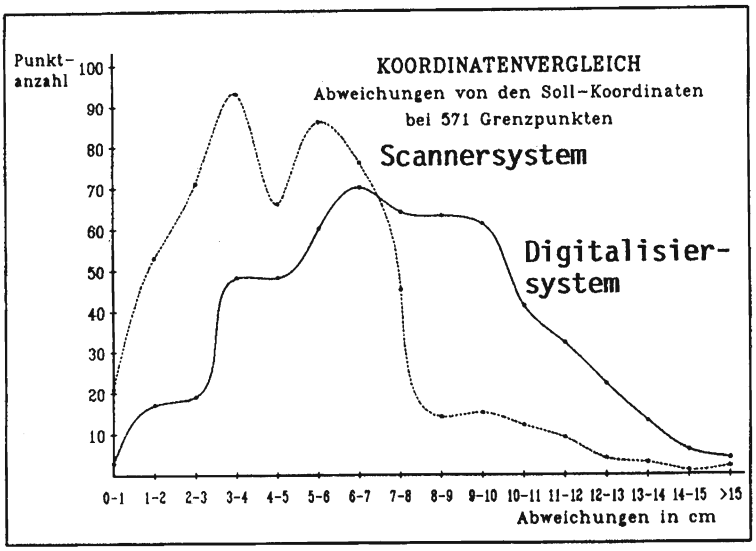


Abb. 8: Genauigkeit digitalisierter Grenzpunkte [Fischer 1990]

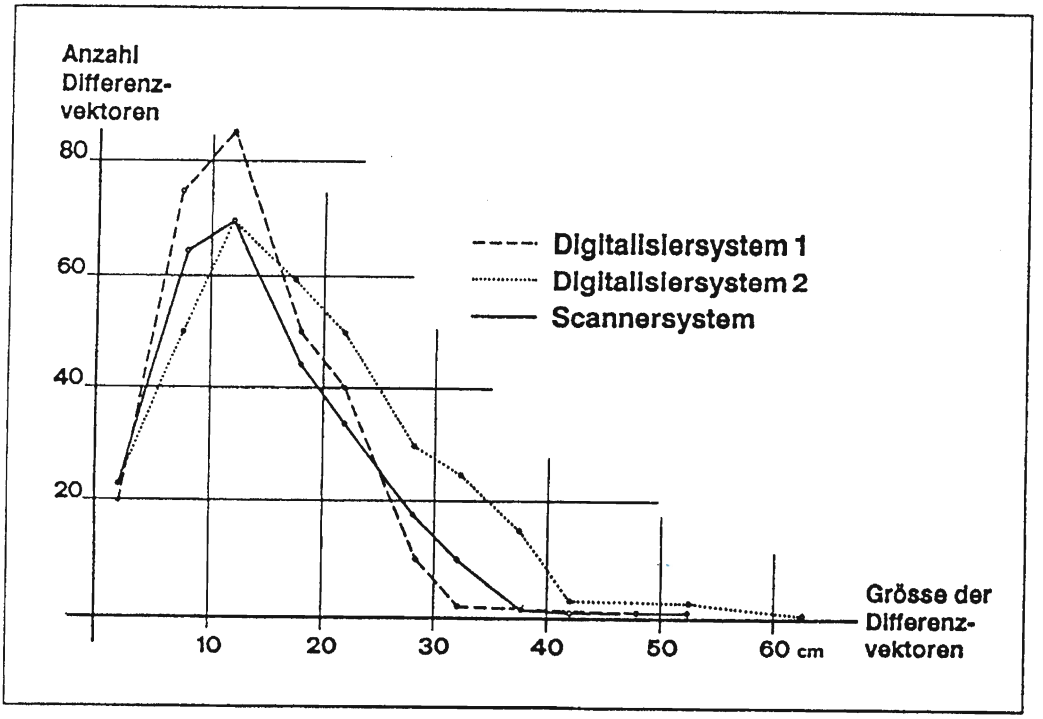


Abb. 9: Genauigkeit digitalisierter Grenzpunkte [Späni 1990]

Das erste Ergebnis (Abb. 8) unterstreicht die vorstehende Feststellung eindeutig, während das zweite Ergebnis (Abb. 9) keine derart klare Aussage ergibt. Auffallend ist jedoch, daß im zweiten Beispiel erheblich größere Fehlerbeträge auftreten als im ersten, wo kaum Abweichungen $>\pm$ 15 cm vorhanden sind. Dies mag darauf zurückzuführen sein, daß im ersten Fall quasi Laborbedingungen (Plot auf Polyesterfolie) und im zweiten Fall quasi Feldbedingungen (gute Katasterkarte) vorlagen.

Beide Ergebnisse lassen aber zumindest folgende Aussagen zu:
- Die automatische Digitalisierung führt zu zuverlässigeren und in der Regel genaueren Ergebnissen als die manuelle Digitalisierung.
- Die Genauigkeit der graphischen Vorlage bleibt beim Scannen erhalten, aber auch deren Ungenauigkeit.

Diese Feststellungen besagen jedoch nicht, daß die automatische Digitalisierung mit Mustererkennung generell das bessere Verfahren ist. Die Effizienz und Wirtschaftlichkeit hängt wesentlich von der graphischen Qualität der Vorlagen und der Maßschneiderung der eingesetzten Algorithmen auf einen bestimmten Kartentyp ab.

3.2 Vektor-Raster-Transformation

Die zweite Möglichkeit der Erzeugung von Rasterdaten ist die rechnerische Übertragung der Information aus dem Vektorformat. Die Vektor-Raster-Transformation wurde erstmals mit dem Aufkommen schneller Ausgabegeräte der Rastertechnologie erforderlich. Die Ausgabezeit vektor-raster-gewandelter Daten ist unabhängig von der jeweiligen Datenmenge,

lediglich das äußere Format beeinflußt die Dauer der Ausgabe. Insgesamt ist die Ausgabezeit im Rasterformat wesentlich kürzer als im Vektorformat und zwar inklusive der Zeit für die Transformationsberechnung.

Die Vektor-Raster-Transformation wird heute zunehmend aber auch als wichtige Komponente in hybriden Systemen zum Zwecke der Weiterverarbeitung digitaler Daten eingesetzt, z. B. zum flächenhaften Verschneiden verschiedener raumbezogener Themen.

Im Gegensatz zur Raster-Vektor-Transformation (siehe Kapitel 5.1) ist dieser umgekehrte Vorgang mathematisch kein Problem. Es existiert eine Vielzahl von Lösungsalgorithmen [z. B. Jäger 1987, Fischer 1982], von denen der BRESENHAM-Algorithmus wahrscheinlich der schnellste ist, da er auf zeitaufwendige Divisionen verzichtet [Jäger 1990a]. Die Ansätze liefern grundsätzlich binäre Daten mit den Quantitäten »1« und »0« in skelettierter (das heißt auf die Breite 1 Pixel begrenzter) Form. Das erzeugte Linienmuster kann aus den drei Varianten der Abb. 3 gewählt werden. Für die graphische Ausgabe wird die City-Block-Darstellung (Abb. 3 a)) bevorzugt, da bei den beiden anderen Möglichkeiten Linien häufig zerrissen wirken.

4 Rasterdatenspeicherung

Rasterdaten lassen sich grundsätzlich in unkomprimierter oder komprimierter Form speichern. Das Kennzeichen der umkomprimierten Speicherung ist, daß alle Pixel – also sowohl Bildpixel als auch Hintergrundpixel – gleichviel Speicherplatz beanspruchen. Bei der komprimierten Speicherform beanspruchen dagegen die Null-Pixel (= Hintergrund) keinen Speicherplatz.

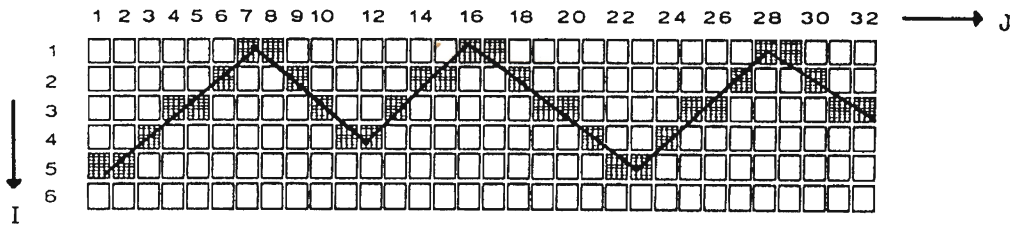


Abb. 10: Verlauf eines Linienskeletts in einer Rastermatrix [Jäger 1990a]

4.1 Unkomprimierte Speicherung

Die speicherplatzsparendste unkomprimierte Speicherform für Rasterdaten ist die *Pixel-Bit-Struktur.* Diese Struktur (auch Bitmap-Struktur genannt) kommt allerdings nur für binäre Rasterdaten in Frage, da in einem Computer-Bit lediglich die binären Zustände »1« (Schwarz) und »0« (Weiß) gespeichert werden können. Die in Abb. 10 dargestellte Rasterinformation wird in der Bit-Struktur mit 16-Bit-Computerwörtern folgendermaßen erfaßt.

Zeile 1: /0000 0011 0000 0001/1000 0000 0001 1000/–>/ 769/ –24/
Zeile 2: /0000 0100 1000 0110/0100 0000 0010 0100/–>/1158/16420/
Zeile 3: /0001 1000 0100 1000/0011 0000 1100 0011/–>/6216/12483/

Die Speicherung dieser Zahlenwerte beinhaltet also jeweils 16 Pixel einer Zeile gleichzeitig und legt damit deren Spaltenkoordinaten rekonstruierbar fest. Nachteilig ist lediglich, daß für die Datenausgabe bzw. Weiterverarbeitung erst eine »Spaltenentschlüsselung« aus der jeweiligen Zahl erforderlich ist.

Die *Pixel-Byte-Struktur* benutzt zur Speicherung eines Pixels jeweils ein Byte = 8 Bit. Damit lassen sich genau 256 (von 0 bis 255) diskrete Werte voneinander unterscheiden, wodurch diese Struktur ideal zur Speicherung von Grauwertbildern bzw. zur Speicherung der Mischfarben-Anteile einer der Grundfarben R–G–B geeignet ist. Bei der Speicherung von Binärwerten durch die Pixel-Byte-Struktur wird dagegen in der Regel Speicherplatz verschenkt. Theoretisch kann der zusätzliche Platz jedoch dazu genutzt werden, um bis zu 255 verschiedene Objekte (Straßen, Grenzen, Flächen usw.) durch einen bestimmten Objektcode zu verschlüsseln und so eine objektspezifische Weiterverarbeitung zu erreichen. Praktisch verwirklicht ist diese Möglichkeit im SICAD-MAP-REVISOR, der zur Fortführung der Topographischen Karten 1 : 25 000 im NLVwA-B eingesetzt wird [siehe Bericht Grothenn in diesem Heft]. Beim Laden der fünf gescannten TK25-Originalfolien (Grundriß, Gewässerkontur, Höhenlinien. Gewässerdecker, Walddecker) in eine Rasterdatenbasis wird jeder Folie eine bestimmte Bitebene zugeordnet. Z. B. bedeutet die Bitanordnung /00010000/=16, daß das entsprechende Pixel mit Information aus der Originalfolie »Gewässer« belegt ist und am Rasterbildschirm in »Blau« angezeigt werden soll.

Die o. a. Aspekte gelten in erhöhtem Maße für die Speicherung einer Rasterbildmatrix in der *Pixel-Wort-Struktur* (= 16-/32-Bit pro Pixel). Das zusätzliche Speicherplatzangebot kann einerseits dazu genutzt werden, um mehr als 255 Objekte voneinander zu unterscheiden und andererseits dazu dienen, ein Objekt im ersten Halbwort zu codieren und im zweiten näher zu beschreiben (z. B. Höhenlage, Alter, Zustand). So stellt z. B. Jäger [Jäger 1990a] für die automationsgestützte Berechnung des kartographischen Generalisierungsvorgangs »Verdrängen« eine Rastermatrix auf, deren Pixel in 32 Bit eines Computerwortes folgende Informationen tragen:

Bits 0– 6: Eintragung der Verdrängungsbeträge
7–15: Eintragung der Verdrängungsrichtung
16–20: Eintragung der Objektpriorität
21–27: Eintragung des Objektrangs innerhalb einer Prioritätsstufe

Bit 28: Kennzeichnung einer Objektachse
29: Kennzeichnung eines Stützpunktbereichs
30: Kennzeichnung von Objekt-Überlappungsbereichen
31: nicht belegt.

Natürlich gilt auch in diesem Fall – wie bei allen unkomprimierten Speicherungsarten –, daß eine »0« (Hintergrund) den gleichen Speicherplatzbedarf hat, hier nämlich 32 Bit (= 4 Byte).

4.2 Komprimierte Speicherung

4.2.1 Run-length-Codierung und Superpixel

Komprimierte Speicherformen vermeiden im Gegensatz dazu diese »Verschwendung« von Speicherplatz. Die bekannteste und auch am meisten verbreitete Rasterdaten-Komprimierung ist die *Run-length-Codierung* (= Lauflängen-Codierung). Das Run-length-Format eignet sich besonders gut als Speicherform für binäre Rasterdaten. Die Spei-

cherung erfolgt zeilenweise in Wertepaaren. Der erste Wert benennt die Spaltenkoordinate, in der eine »1«-Information beginnt, der zweite Wert enthält die Anzahl der ununterbrochenen »1«-Folge bis zum nächsten »0«-Pixel. Für beide Werte müssen in der Regel jeweils 2 Byte Speicherplatz bereitgestellt werden. Die ersten drei Zeilen der Rastermatrix in Abb. 10 werden im Run-length-Format wie folgt dargestellt:

Zeile 1 : 7,2 / 16,2 / 28,2 //
Zeile 2 : 6,1 / 9,1 / 14,2 / 18,1 / 27,1 / 30,1 //
Zeile 3 : 4,2 / 10,1 / 13,1 / 19,2 / 25,2 / 31,2 //

Die Effizienz dieser Komprimierungstechnik hängt wesentlich von der Verteilung der Pixel ab. Im Beispiel werden zur Erfassung der 6 Pixel in Zeile 1 nur drei Wertepaare benötigt, zur Erfassung der 7 Pixel in Zeile 2 aber sechs. Eine horizontal verlaufende Rasterlinie verbraucht ungleich weniger Speicherplatz als eine vertikale, die in jeder Rasterzeile ein Wertepaar beansprucht. Ein Vergleich der Datenvolumina von Rasterbildern zweier DGK 5 zeigt, daß die Runlength-Codierung je nach Vorlageninhalt gegenüber der Pixel-Bit-Struktur nur 20 bis 50% des Speicherplatzes beansprucht.

Datenvolumen Rasterbilder			Hohe	Neustadt
Bildgröße	Anzahl Zeilen		11 177	11 177
	Anzahl Spalten		9 404	9 404
	Anzahl Pixel		105 108 508	105 108 508
Grauwertbild	0-255	BYTE-Format	102,6 MB	102,6 MB
Binärbild	0-1	Bitmap	12,8 MB	12,8 MB
		Run-Length	2,0 MB	6,1 MB

Tabelle 3: Datenvolumen in Rasterbildern zweier DGK 5

Neben Wertepaaren können auch Wertetripel im Run-length-Format gebildet werden. Dies ist bei Rasterbildern mit mehreren Pixelquantitäten der Fall, um neben der Lage und Anzahl auch die Quantität (den Grauwert) einer Pixelfolge zu erfassen. Im Falle binärer Daten kann der dritte Wert genutzt werden, andere Informationen (z. B. den Objektschlüssel) aufzunehmen.

Die meisten Scannersysteme bieten als Ausgang geräteabhängige run-length-codierte binäre Rasterdaten an (z. B. das Hell-Run-length-Format im NLVwA-B). Zum Austausch run-length-codierter Rasterdaten bietet sich der Telefax-Standard CCITT Group III und IV an. Vielfach werden jedoch noch für jeden Übertragungsfall spezielle Schnittstellenprogramme geschrieben.

Die zweite Komprimierungsart, die *Superpixel-Struktur*, ist nicht für Linien, sondern nur zur Speicherung flächenhafter Rasterdaten geeignet. Das Prinzip ist es, möglichst große, in der Regel quadratische Teile einer Matrixfläche, die den gleichen Grauwert besitzen, zu bestimmen und diese Superpixel durch nur eine repräsentative Koordinate zu speichern. Die Seitenlängen der Superpixel sind im allgemeinen Potenzen von »2«. Gespeichert wird die Mittelkoordinate [Weber 1982] oder eine Eckkoordinate des Superpixels, dessen Größe und dessen einheitlicher Grauwert. Das kleinste Superpixel hat die Größe eines einzigen Pixels.

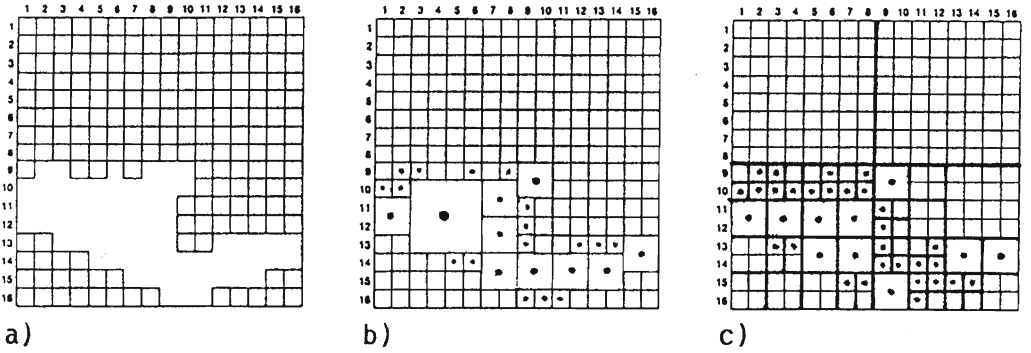


Abb. 11: Fläche a), Speicherung durch Superpixel b) und Quadtree-Bildung c)

Eine Sonderform dieser Komprimierungsart ist die sogenannte *Quadtree-Struktur*, die sich nicht nach der individuellen Form einer einheitlichen Rasterfläche richtet, sondern konsequent eine fortlaufende Vierteilung der Ausgangsmatrix vornimmt, bis jede so erzeugte Fläche in sich einen einheitlichen Rasterwert aufweist. Gespeichert wird dann der Rasterwert, die Anzahl der für diese Fläche erforderlichen Vierteilungen (Ebene) sowie die Lage der Fläche innerhalb der letzten Vierteilungsebene (NW, NO, SO, SW). Trotz des zumeist größeren Speicherplatzbedarfs hat sich die Quadtree-Struktur wegen der einfacheren Bildungsregel gegenüber der Superpixel-Struktur durchgesetzt.

4.2.2 Richtungsketten-Codierung

Ebenfalls zu den komprimierten Speicherungsformen gehört die Codierung skelettierter Rasterlinien in Richtungsketten. Diese auch als Freeman-Code [Freeman 1974] bekannte Rasterstruktur eignet sich besonders gut, vektor-raster-gewandelte Daten mit zusätzlichen, aus dem Vektorformat übertragenen Informationen zu speichern und damit gezielt Prozesse bei der Weiterverarbeitung zu steuern. Der Verlauf einer skelettartigen Rasterlinie wird nicht durch explizite Zeilen- und Spaltenangaben beschrieben, sondern implizit durch Richtungszeiger in der N.8-Nachbarschaft, ausgehend von der Rasterkoordinate des Linienanfangspunktes.

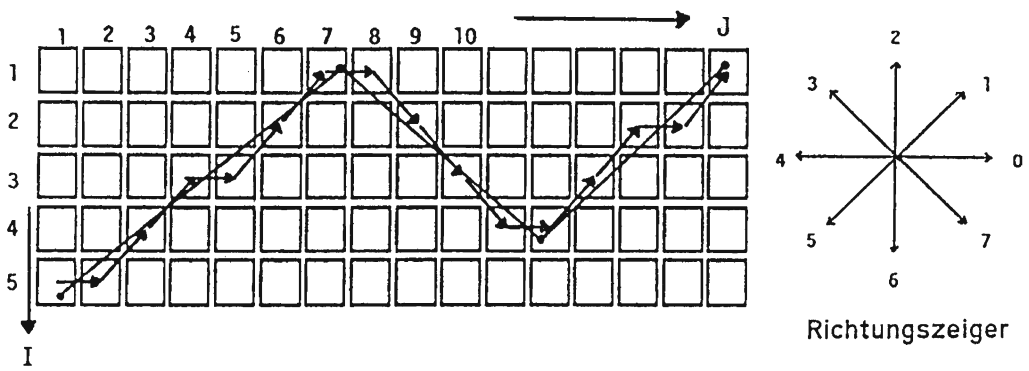


Abb. 12: Erfassung von Raster-Skelett-Linien durch Richtungsketten

Die 8 möglichen Richtungszeiger werden entsprechend der Abb. 12 mit den Codes 0 bis 7 beziffert, so daß genau 3 Bits ausreichen, ein Folgepixel festzulegen und zu speichern. Die Möglichkeit, zur Geometrie zusätzliche Informationen als Attribute-Offset zu speichern, ist theoretisch unbegrenzt. Jede Änderung in der Attributierung macht jedoch den Beginn einer neuen Richtungskette erforderlich, wenn die Attributänderung für den Weiterverarbeitungsprozeß von relevanter Bedeutung ist. Ein Beispiel anhand der Abb. 12 soll dies verdeutlichen:

Für die Weiterverarbeitung einer vektor-raster-gewandelten Datenmenge wird benötigt: der Objektcode (O-Code), ein Attributwert (A-Code) und das Azimut des ursprünglichen Vektors (a). Allgemein wird folgende *vektororientierte* Richtungskette aufgebaut:

$$|\text{O-Code}\,|\,\text{A-Codes}\,|\,a\,|\,I_1\,|\,J_1\,|\,\Sigma R\,|\,|\,R_1\,|\,R_2\,|\ldots|\,R_{\Sigma R}\,|$$

mit: I_1, J_1 = Zeilen-/Spaltenkoordinate des Linienanfangspunktes
ΣR = Anzahl der Pixel in der Richtungskette hinter I_1, J_1
R_i = Richtungszeiger (i=1,2,...ΣR) $R_i \in (0,1,2,3,4,5,6,7)$.

1. Richtungskette

5121 | 9999 | 55 | 5 | 1 | 6 | | 0,1,1,0,1 | 1 mit folgender Computer-Wort-Bildung
6x je 16 Bit | | 0 000 001 001 000 001 | 0 001 000 000 000 000 |

2. Richtungskette

5121 | 9999 | 125 | 1 | 7 | 5 | | 0,7,7,7,0 | mit folgender Computer-Wort-Bildung
6x je 16 Bit | | 0 000 111 111 111 000 |

Ohne die Notwendigkeit, das Azimut zu speichern, ließe sich eine *objektorientierte* Richtungskette aufbauen:

5121 | 9999 | 5 | 1 | 15 | | 0,1,1,0,1,1,0,7,7,7,0,1,1,0,1 |

Die beschriebene Richtungsketten-Struktur kann z. B. hervorragend bei der Symbolisierung von digitalen Landschaftsdaten im Rasterformat eingesetzt werden (siehe Abschnitt 5.2).

Neben den erläuterten Rasterstrukturen gibt es weitere (z. B. Flächenumringscodierung), die hier nicht näher betrachtet werden sollen. Die jeweils optimale Form ist in der Regel zwangsläufig vorgegeben, entweder durch die vorliegende Rasterdatenmenge (binär, Grauwerte, linienhaft, flächenhaft) oder durch die geplante Art der Weiterverarbeitung.

5 Datenverarbeitung im Rasterformat

Die Verfahren der Rasterdatenverarbeitung sind überaus vielschichtig, insbesondere dann, wenn man die Anwendungsmöglichkeiten aus den Bereichen Photogrammetrie und Fernerkundung, wo man Rasterdatenverarbeitung als Digitale Bildverarbeitung bezeichnet, hinzuzählt. Um dieses Kapitel nicht zu umfangreich werden zu lassen, sollen hier nur exemplarisch einige kartographische Anwendungen erläutert werden, nämlich der Verfahrensablauf der automatischen Digitalisierung bis zur Strukturierung von Daten (inklusive Raster-Vektor-Transformation) und die Gestaltung digitaler Karten. Die dabei eingesetzten Techniken entsprechen denen der Digitalen Bildverarbeitung [vergleiche Ehlers 1984]:

a) Densitometrische Operationen
   - Punktoperationen:
     Veränderung der Quantität eines Pixels ohne Berücksichtigung der Nachbarschaft; z. B. Binärisierung
   - Filterungen (Maskenoperationen):
     Veränderung der Quantität eines Pixels unter Berücksichtigung der Nachbarschaft; z. B. Störpixel-Unterdrückung (»parallele Transformation«), Ableitung der Distanzmatrix (»sequentielle Transformation«)
     Neben den im folgenden beschriebenen Filterungen im Ortsraum wendet die Digitale Bildverarbeitung häufig Filterungen im Frequenzraum an, bei der eine Funktion (z. B. Fouriertransformation) global auf das ganze Bild wirkt.

b) Algebraische und logische Operationen:
   Verknüpfung von zwei oder mehreren Eingabebildern durch eine mathematische (+, –, x,:) oder logische (AND, NOT, OR, XOR) Funktion zu einem Ergebnisbild.

c) Geometrische Operation:
   Veränderung der räumlichen Beziehungen der Pixel, z. B. zum Zwecke der Entzerrung gescannter Vorlagen.

5.1 Verfahrensablauf bei der automatischen Digitalisierung

Die automatische Digitalisierung kartographischer Vorlagen ist ein stufenweise ablaufender Prozeß, dessen am weitesten gehende Anwendung die Bildung strukturierter Vektordaten über Verfahren der Mustererkennung ist. Häufig ist aber auch bereits das Erreichen eines Binärbildes bzw. eines unstrukturierten Vektordatenbestandes der Anwendungszweck. Der Verfahrensablauf der automatischen Digitalisierung läßt sich wie folgt gliedern:

1. Scannen einer kartographischen Vorlage → Grauwertbild
2. Binärisierung und Beseitigung des Bildrauschens (der Störpixel) → Binärbild
3. Raster-Vektor-Transformation → unstrukturierte Vektordaten
4. Mustererkennung inklusive Nachbearbeitung → strukturierte Vektordaten

5.1.1 Erzeugung eines rauschfreien Binärbildes

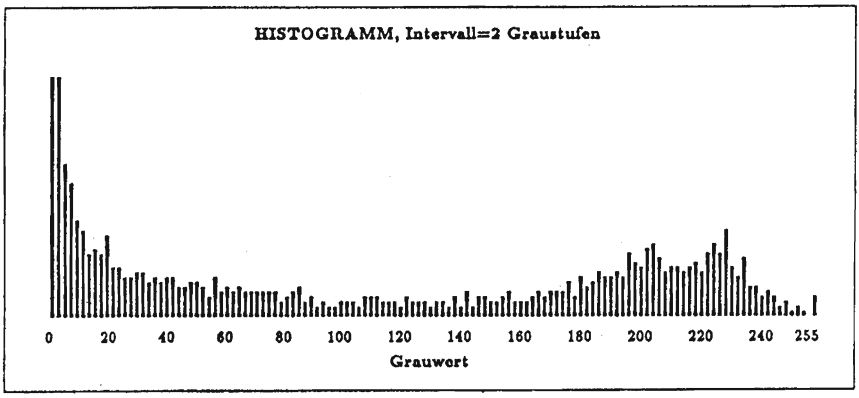
Das Ergebnis des Scannens ist – wenn nicht eine parallele Binärisierung vorgenommen worden ist – ein Grauwertbild der abgetasteten Vorlage mit bis zu 256 verschiedenen Quantitäten. Die Binärisierung erfolgt dann über eine punktbezogene Schwellwertoperation:

$$B'(i,j) = \begin{cases} 1, \text{wenn } B(i,j) > \text{Schwellwert} \\ 0, \text{wenn } B(i,j) < \text{Schwellwert} \end{cases}$$

mit

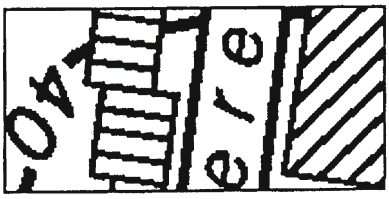
B (i,j) = Pixel im Eingangsbild
B'(i,j) = Pixel im Ergebnisbild

An einen geeigneten Schwellwert stellen sich folgende Forderungen:
- Es sollen keine Linienunterbrechungen auftreten,
- benachbarte Linien dürfen nicht verschmelzen,
- die resultierende Linienbreite soll etwa der Vorlage entsprechen.

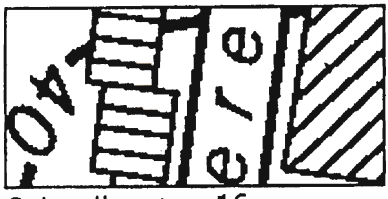


Grauwerthistogramm

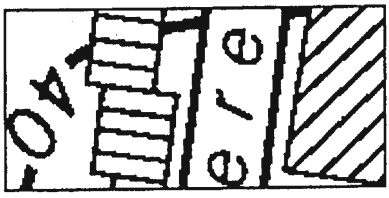
Schwellwert = 1



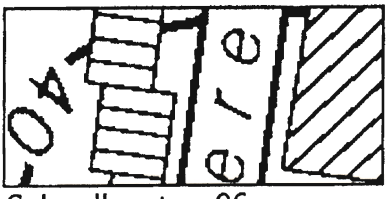
Schwellwert = 8



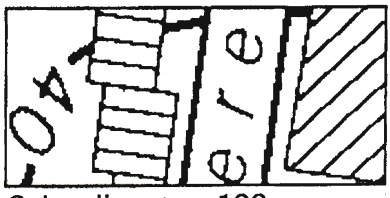
Schwellwert = 16



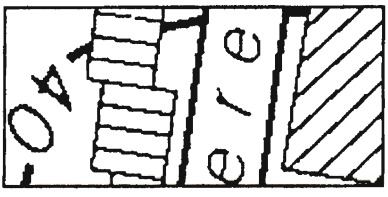
Schwellwert = 32



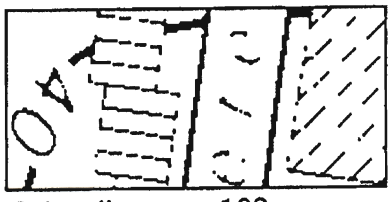
Schwellwert = 96



Schwellwert = 128



Schwellwert = 164



Schwellwert = 192

Abb. 13: Beispiele zur Binärisierung mit unterschiedlichen Schwellwerten [Illert 1990]

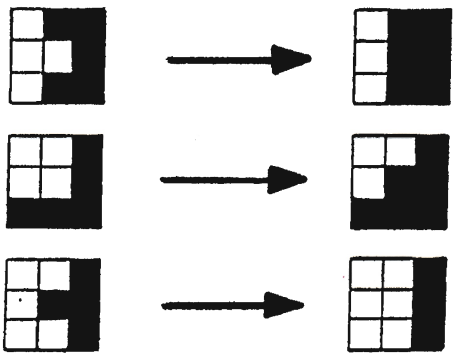
Diese Forderungen lassen erkennen, daß sich die gewählte Rasterweite (vergleiche Abb. 6) und der Schwellwert in starkem Maße beeinflussen. Die richtige Wahl des Schwellwertes kann wesentlich durch die Analyse der Grauwertverteilung (Histogramm) der abgetasteten Vorlage unterstützt werden.

Der optimale Schwellwert liegt beim relativen Minimum des Histogramms zwischen zwei ausgeprägten Maxima. Im Beispiel der Abb. 13 liegt das relative Minimum etwa beim Grauwert 128, wobei in einem Spielraum von 90 bis 140 gleich gute Ergebnisse erzielt werden können. Das Beispiel macht deutlich, daß ein zu kleiner Schwellwert vermeidbare Störpixel erzeugt, während ein zu hoher Schwellwert zum Aufreißen von Linien führt.

Trotz einer optimalen Schwellwertbinärisierung wird das Ergebnis in der Regel nicht frei vom sogenannten Bildrauschen sein. Darunter versteht man das Vorhandensein von Störpixeln, die nicht zur kartographischen Bildinformation gehören. Störpixel kommen z. B. durch elektronische Abtastfehler oder durch Verschmutzungen der Vorlage zustande. Die Beseitigung isolierter Störpixel erfolgt durch eine Filterung im Ortsraum, wobei eine 3*3-Maske pixelweise über das Bild geschoben wird.

$$\text{Maske} = \begin{bmatrix} s & s & s \\ s & Bij & s \\ s & s & s \end{bmatrix} \quad ; Bij = \begin{cases} s, \text{ wenn alle 8 Nachbarn} = s \\ Bij, \text{ sonst} \end{cases}$$

Ist s=1 definiert, können »Löcher« geschlossen werden.
Ist s=0 definiert, können isolierte Punkte beseitigt werden (vergleiche Abb. 16 a) und b)).



Die Definition anderer Masken (Abb. 14) ermöglicht beispielsweise die Glättung von Rändern, wobei die in Abb. 14 dargestellten Masken auch jeweils um 90°, 180° und 270° gedreht werden müssen.

Abb. 14:
Bildverbesserung durch Randglättungen

Anwendungsmöglichkeiten für binäre Rasterdaten

Beim NLVwA-B dienen binäre Rasterdaten als Grundlage zur rechnergestützten Fortführung der TK 25 [Bericht Grothenn in diesem Heft].

Eine zweite Anwendung ist der sukzessive Aufbau eines Rasterdatenarchives 1 : 25 000. Die Speicherung erfolgt blattschnittfrei in GK-Meridianstreifensystemen. Vor der Einspeisung eines Blattes der TK 25 in das Archiv ist eine geometrische Entzerrung der gescannten Vorlagen auf Sollformat sowie die interaktive Randanpassung des Karteninhaltes auf die digitalen Nachbarblätter erforderlich.

Das Archiv kann hauptsächlich genutzt werden
a) als Grundlage zur rechnergestützten Kartenfortführung,

b) als Grundlage zum Aufzeigen von Regionsentwicklungen, indem mehrere Zeitzustände erfaßt, archiviert und ausgewertet werden (z. B. durch logische Bilddifferenzbildung) und
c) zur Abgabe beliebiger Ausschnitte für vielfältige Anwendungen an Dritte.

Häufig werden binäre Rasterdaten als Hintergrundbilder in hybriden CAD-Systemen verwendet, um spezielle vektororientierte Auswertungen zu unterstützen oder um schnell einen topographischen Kartengrund für thematische Karten zu integrieren.

Schließlich dienen binäre Rasterdaten als Grundlage für eine anschließende Raster-Vektor-Transformation.

5.1.2 Raster-Vektor-Transformation

Die Raster-Vektor-Transformation muß für flächenhafte Objekte das Flächenumringspolygon und für linienhafte Objekte deren Mittelachse erzeugen. Darum unterscheidet man bei der Vektorisierung zwischen den Verfahren der Konturextraktion und der sogenannten Skelettierung.

5.1.2.1 Konturextraktion

Die Konturextraktion (Abb. 15) ist eine parallele Transformation (vergl. Kap. 5, a)), wobei lediglich die N.4-Nachbarschaft eines Pixels berücksichtigt werden muß.

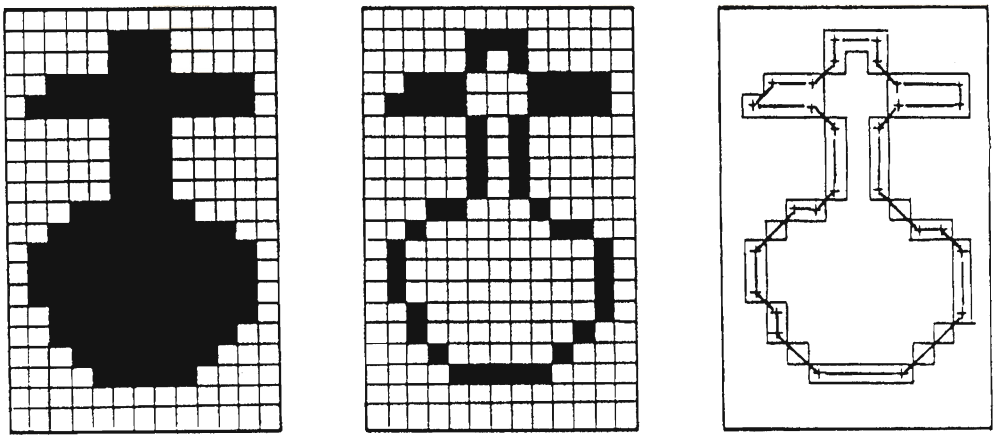


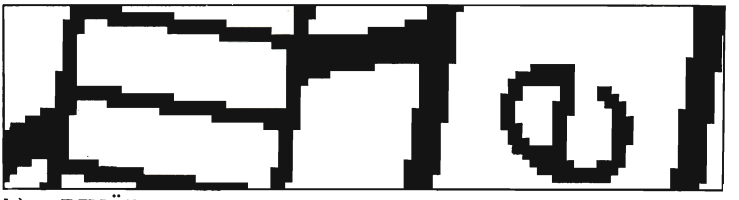
Abb. 15: Prinzip der Konturextraktion

Die Rasterkontur eines Binärflächenobjekts berechnet sich nach

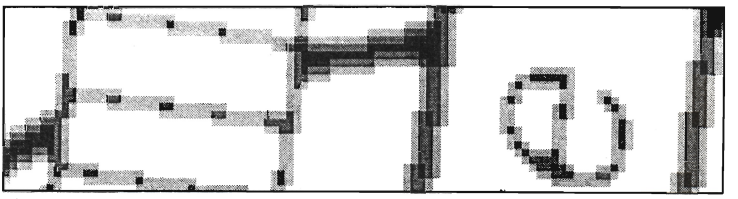
$$B'(i,j) = \begin{cases} 1 \text{ wenn } B(i,j)=1 \text{ und mindestens ein N.4-Nachbar gleich } 0 \\ 0 \text{ sonst} \end{cases}$$

Das Ergebnis dieser Operation ist eine bezüglich der N.8-Nachbarschaft lückenlose Pixelfolge. Durch die Verfolgung der Kontur – von einem beliebigen Startpunkt aus – und Abspeicherung der Koordinaten der Pixel erhält man das Umringspolygon in Vektorform, das eventuell noch einer Glättung zur Eliminierung des zackenförmigen Linienverlaufs unterzogen werden kann.

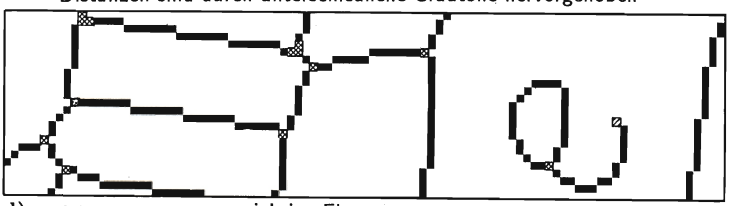
a) BINÄRBILD



b) BINÄRBILD
nach Beseitigung isolierter Störpixel

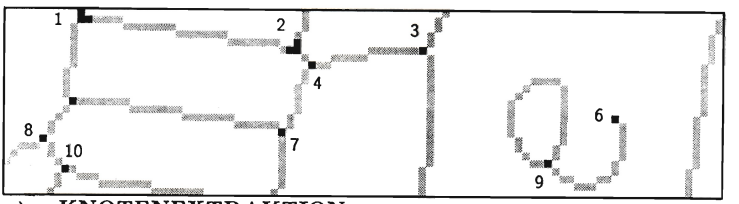


c) DISTANZBILD
Distanzen sind durch unterschiedliche Grautöne hervorgehoben

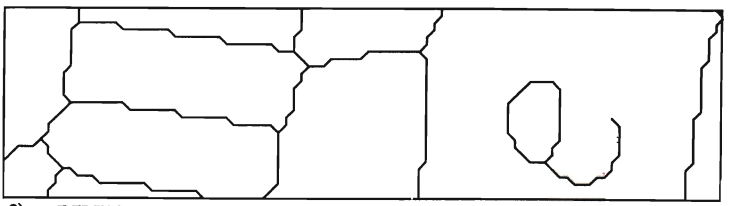


d) SKELETT

unwichtige Elemente	grau
Linienanfänge	einfache Schraffur
Linienelemente	schwarz
Knoten	Kreuzschraffur



e) KNOTENEXTRAKTION



f) LINIENVERFOLGUNG

Abb. 16: Ablauf der Vektorisierung von Linien [Illert 1990]

5.1.2.2 Skelettierung

Während die Konturextraktion in einem einzigen Rechenprozeß abläuft (jedes Pixel wird nur einmal verarbeitet), ist die Linienskelettierung ein iterativer Prozeß. Aus mehreren Verfahren hat sich die sogenannte »Topologische Skelettierung mit einer Partitionierung nach Distanzen« als bestes erwiesen. Ihr Ablauf ist in Abb. 16 skizziert.

a) Ableitung der Distanzmatrix

Der erste Schritt ist die Ableitung einer Distanzmatrix (auch Abstandstransformierte genannt [Weber 1982]), in der ein jedes Linienpixel statt des Wertes »1« die Distanz bezüglich der N.4-Nachbarschaft zum Rand der Linie (also zum nächstgelegenen »0«-Pixel) anzeigt. Dieser Filterprozeß ist eine sequentielle Transformation (vergl. Kap. 5, a)), das heißt daß sich die Ergebnisse aller Operationen auf die Ausgangsmatrix beziehen und alle Pixelwertänderungen direkt Einfluß auf die nächste Operation nehmen.

Die Distanzmatrix wird in zwei Transformationen über das ursprüngliche Binärbild berechnet, einer sequentiell vorwärts und einer sequentiell rückwärts gerichteten Transformation. Für die Vorwärtstransformation wird eine Maske definiert, die das Zentralpixel (0,0) sowie dessen linken horizontalen (0,–1) und oberen vertikalen Nachbarn (–1,0) enthält (siehe Abbildung 17). Diese Maske wird in Zeilenrichtung von links nach rechts, alle Zeilen von oben nach unten abarbeitend, auf jedes Pixel der Binärmatrix aufgesetzt und verändert die Pixelquantitäten nach folgender Regel:

$$B'(i,j) = \begin{cases} 1 + \text{Min}\left(B(i,j-1), B(i-1,j)\right), & \text{wenn } B(i,j) = 1 \\ 0 \text{ sonst} \end{cases}$$

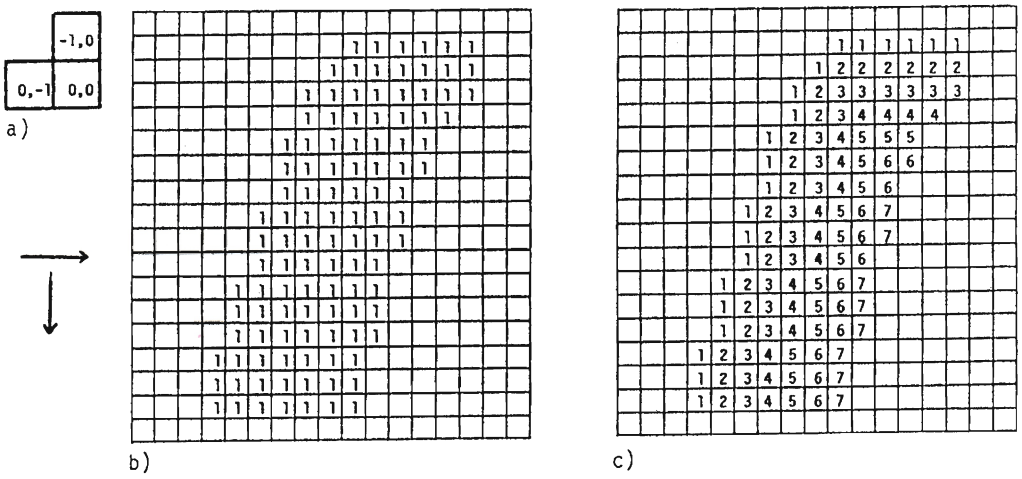


Abb. 17: Vorwärtstransformation zur Ableitung einer Distanzmatrix
a) Maske, b) Binärbild, c) Ergebnis der Vorwärtstransformation

Das Ergebnis der Vorwärtstransformation hat noch keine Aussagekraft. Erst die Rückwärtstransformation mit einer Maske, die das Zentralpixel (0,0), das rechte horizontale (0,1) und das untere vertikale Nachbarpixel (1,0) enthält, überführt das Zwischenergebnis in einer Distanzmatrix (Abb. 18). Die Rückwärtstransformation wird in Zeilenrichtung von rechts nach links, alle Zeilen von unten nach oben abarbeitend, durchgeführt. Die Maskenoperation läuft nach folgender Regel ab:

$$B''(i,j) = \text{Min}\left(B'(i,j), B'(i+1,j) + 1, B'(i,j+1) + 1\right)$$

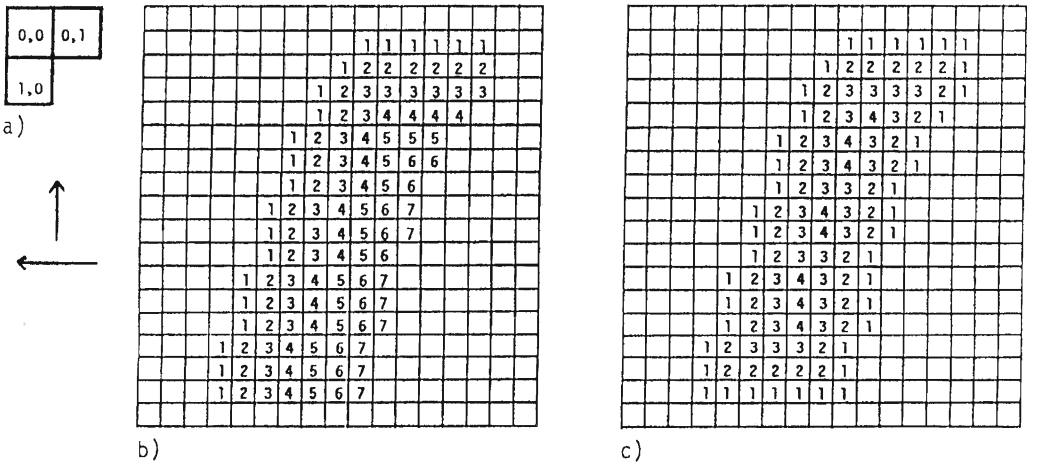


Abb. 18: Rückwärtstransformation zur Ableitung einer Distanzmatrix
a) Maske, b) Zwischenergebnis, c) Distanzmatrix

Im Ergebnis weist die Distanzmatrix die höchsten Werte in der Mitte von Linien bzw. Flächen auf. Die Idee, aus dieser Distanzmatrix ein Linienskelett abzuleiten, liegt zwar nahe, ist aber wegen diverser Mängel nicht praktikabel. Ein Distanz-Skelett hat teilweise zerrissene Linien, teilweise Linien von 2 Pixeln Breite und bedingt eine problematische Knotenbehandlung. Daher wird aufbauend auf die Distanzmatrix das Verfahren der topologischen Skelettierung angewendet.

b) Topologische Skelettierung

Die topologische Skelettierung basiert auf Entwicklungen der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD), wonach ein Binärbild allein durch die Klassifizierung der Nachbarschaftskonstellation eines Pixels skelettiert wird. Von den in einer N.8-Nachbarschaft möglichen 256 verschiedenen binären Konstellationen bleiben bei Berücksichtigung von Symmetrien und Rotationen 51 Grundmuster übrig, die entsprechend ihrer topologischen Bedeutung in sechs Klassen unterteilt werden (Abb. 19).

Ziel des iterativen Skelettierungsverfahrens ist es, unwesentliche Punkte (U-Klasse) aufzudecken und zu löschen, das heißt den Binärwert »1« in »0« zu wandeln. Als unwesentlich werden solche Pixel eingestuft, deren sämtliche schwarze Nachbarn untereinander durch eine N.8-Nachbarschaft verkettet sind und diese Eigenschaft auch nach dem Löschen des Pixels beibehalten. Dieser Prozeß ist iterativ so lange fortzusetzen, bis keine unwesentlichen Pixel mehr aufgefunden werden. Der Prozeß läuft dabei nach folgenden Regeln ab:

$$B'(i,j) = \begin{cases} 1, \text{wenn } B(i,j) \in \text{A-Klasse} & \triangleq \text{Linienanfang} \\ 2, \text{wenn } B(i,j) \in \text{L-Klasse} & \triangleq \text{Linienelement} \\ 3, \text{wenn } B(i,j) \in \text{K-Klasse} & \triangleq \text{Knoten} \\ 0 \text{ sonst} \end{cases}$$

Zu ergänzen ist hier, daß isolierte Punkte nicht mehr aufgedeckt werden können, wenn das Binärbild zuvor von Störpixeln (siehe Abschn. 5.1.1) bereinigt worden ist und daß innere Punkte (I-Klasse) vorläufig beinhalten werden, sofern sie überhaupt angetroffen werden.

Um zu gewährleisten, daß das Skelett in der Mitte des Objekts zu liegen kommt, darf das ursprüngliche Binärbild nicht einfach Pixel für Pixel von oben nach unten abgearbeitet

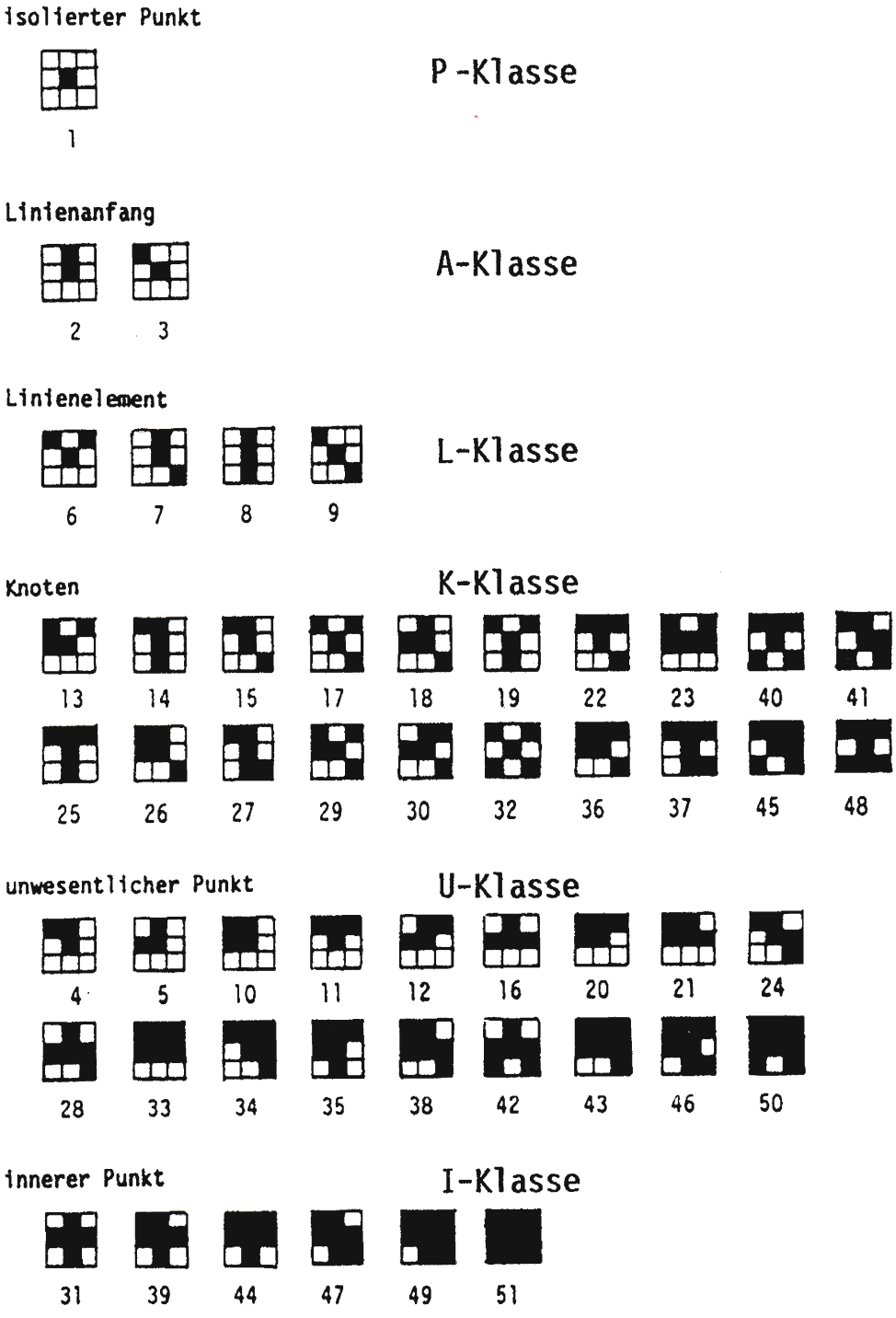


Abb. 19: N.8-Nachbarschaftstypen bei der topographischen Skelettierung

werden. In diesem Fall würde das Skelett an den Rand des Objekts verschoben (Abb. 21 a)). Der Verarbeitungsprozeß muß daher partitioniert werden, das heißt die Reihenfolge der Nachbarschaftsuntersuchungen muß streng gegliedert werden. Dazu bieten sich zwei Möglichkeiten an:

- Partitionierung über disjunkte Teilmengen,
- Partitionierung über Distanzen.

Bei der Partitionierung über disjunkte Teilmengen wird die Rastermatrix nach dem Schema der Abb. 20 unterteilt.

1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
4	2	4	2	4	2	4	2	4	2
1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
4	2	4	2	4	2	4	2	4	2
1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
4	2	4	2	4	2	4	2	4	2
1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
4	2	4	2	4	2	4	2	4	2

Abb. 20: 4 disjunkte Teilmengen einer Rastermatrix
[Kreifelts, Woetzel 1977]

Beim ersten Iterationsschritt werden nur Pixel der Klasse »1« untersucht, beim zweiten nur Pixel der Klasse »2« usw.

Bei der Partitionierung über Distanzen werden beim ersten Iterationsschritt nur Pixel mit der Distanz »1« untersucht (vergl. Abb. 18 c)), beim zweiten die Pixel mit der Distanz »2« usw. Dadurch ist gewährleistet, daß eine Linie von außen nach innen abgemagert wird.

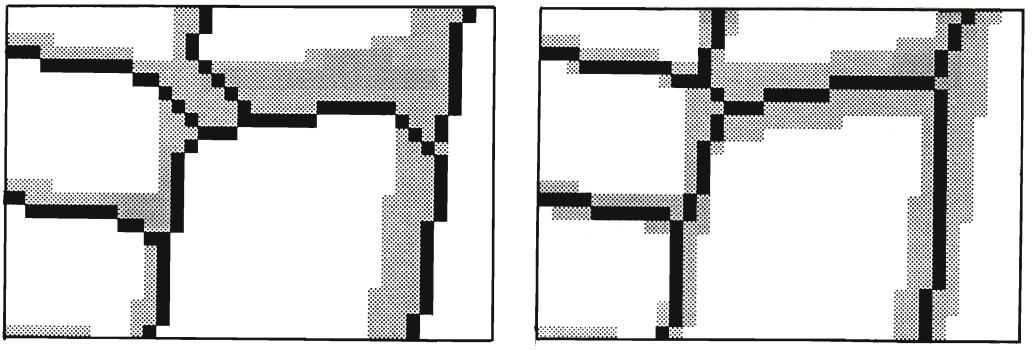


Abb. 21: Resultate der topologischen Skelettierung
a) ohne, b) mit Partitionierung

Die Partitionierung über die Distanzmatrix führt insgesamt zu einem ruhigerem Skelettverlauf und ist deshalb der Partitionierung über disjunkte Teilmengen vorzuziehen.
Als Ergebnis der topologischen Skelettierung liegen Mittelachsen von Linien und alphanumerischen Zeichen in der Breite eines Pixels vor. Die Pixel sind bewertet mit der Quantität »1« für einen Linienanfang, mit »2« für ein Linienelement und mit »3« für einen Knoten (vergl. Abb. 16 d)).

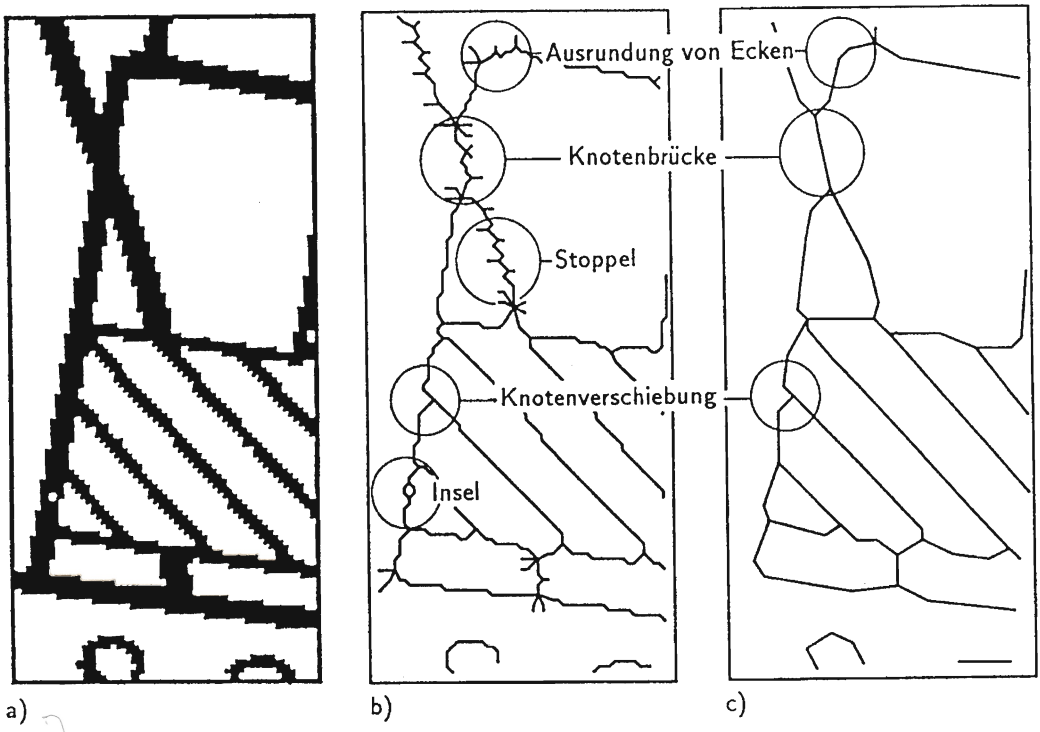
c) Knotenextraktion und Linienverfolgung

Auf der Grundlage des Linienskeletts erfolgt die Extraktion von Knoten, indem Linienanfänge und Knoten fortlaufend durchnumeriert werden (Abb. 16 e)). Dazu wird für zusammenhängende Knotenpixel (»3«) zunächst deren Schwerpunktpixel berechnet. Die Knoten werden in ein rechtwinkliges X,Y-Koordinatensystem umgerechnet. Schließlich werden ausgehend von den Linienanfängen und Knoten alle Linienpixel verfolgt (Abb. 16 f)). Jede Richtungsänderung des Skeletts bewirkt eine X,Y-Punktberechnung für die verfolgte Linie im Vektorformat. Eine Linie ist folglich entweder die Verbindung zwischen zwei Knoten- bzw. Linienanfängen oder ein geschlossenes Ringpolygon. In der Datenbank werden den Linien Verweise zu ihren Anfangs- und Endknoten zugeordnet sowie als Attribut die »Linienbreite« der über die Länge der Linie gemittelten Distanzwerte (der Distanzwert gibt in der Mustererkennung wertvolle Hinweise auf die Linienqualität). Umgekehrt enthält die aufgestellte Knotendatei topologisch die Hinweise auf die abgehenden Linien [Illert 1990].

5.1.2.3 Mängel und Ergebnis der Raster-Vektor-Transformation

Das nunmehr erzielte Ergebnis des Vektorisierungsprozesses kann noch die in Abb. 22 b) dargestellten Hauptmängel enthalten.

Der unruhige Linienverlauf läßt sich durch Glättungsverfahren (z. B. mit der Douglas-Peucker-Methode [Douglas, Peucker 1973]) vereinfachen. Stoppel werden durch das Kriterium der Linienlänge aufgedeckt und können gelöscht werden. Inseln können durch eine vorgeschaltete Störpixelbeseitigung vermieden werden. Knotenverschiebungen, Knoten-



a) Binärbild, b) resultierende Vektordaten,
c) Ergebnis nach Maskenoperation, Stoppelunterdrückung und Punktreduktion

Abb. 22: Mängel der Vektorisierung [Illert 1990]

brücken und Eckenausrundungen können zu einem Großteil durch Nachbearbeitungsprozesse unter Berücksichtigung des Kontextes automatisch gelöst werden (z. B. durch Mittelung von Knoten, deren Abstand einen bestimmten Schwellwert unterschreitet). Nicht automatisch lösbare Mängel müssen schließlich interaktiv behoben werden.

Als Ergebnis der Raster-Vektor-Transformation liegt ein nicht strukturierter Vektordatenbestand (sogenannte »Spaghettis«) mit topologisch verknüpften Knoten und Kanten vor.

5.1.2.4 Anwendungsmöglichkeiten für unstrukturierte Vektordaten

Unstrukturierte Vektordaten sind in ihrer unmittelbaren Anwendung relativ beschränkt. Sie sind einsetzbar als Hintergrundbilder in CAD-Systemen, wenn die einfache Graphik ausreicht, einen bestimmten Anwendungszweck zu erfüllen (z. B. Spaghetti-Graphik der DGK 5 für CAD-gestützte Planungen).

Im übrigen bieten die unstrukturierten Daten die Basis für die automationsgestützte Mustererkennung bzw. für eine interaktive Strukturierung am graphischen Arbeitsplatz.

5.1.3 Kartographische Mustererkennung

Die Verfahren der kartographischen Mustererkennung sind – mit Ausnahme des sogenannten template matchings – vektorbasiert und sollen an dieser Stelle nicht vertieft werden. Als Überblick einer Strategie zur automatischen Mustererkennung großmaßstäbiger Karten dient Abb. 23. Man erkennt, daß einer sachgerechten Segmentierung des Ausgangsdatenbestandes – z. B. in zusammenhängende lange Liniennetze, relativ kurze Linien mit begrenzten Ausdehnungen in X und Y – eine hohe Bedeutung für den nachfolgenden Prozeß der Mustererkennung zukommt. Unterstützend können dabei u. a. die aus der Distanzmatrix stammenden Angaben über die Linienbreite wirken (vergl. Abschn. 2.2 u. 5.1.2 a).

Beim NLVwA-B laufen derzeit in Zusammenarbeit mit dem Institut für Kartographie der Universität Hannover und der Siemens-Nixdorf-Informationssysteme AG Untersuchungen zur Mustererkennung großmaßstäbiger Karten für den Aufbau der ALK/ATKIS-Datenbank. Von besonderem Interesse – weil erfolgversprechend – sind dabei die automatische Erfassung von Katasterkarten (für ALK) sowie von Höhenlinien – Folien der DGK 5 zur Aufstellung eines hochauflösenden DGM. Ob diese neuen Verfahren in den Produktionsprozeß integriert werden können, hängt im wesentlichen von der Höhe der automatischen Erkennungs-(Strukturierungs-)Rate und damit vom Aufwand der interaktiven Korrektur bzw. Nachbearbeitung ab.

5.2 Kartographische Symbolisierung im Rasterdatenformat

Die meisten kommerziellen Softwarepakete, in denen Komponenten zur kartographischen Symbolisierung (das heißt zur Gestaltung von Digitalen Kartographischen Modellen DKM) angeboten werden, basieren auf Vektoralgorithmen (z. B. SICAD-MAP-REVISOR, PHOCUS). Im Falle großmaßstäbiger Anwendungen kann dann eine Datenausgabe auf Vektorzeichentischen oder Vektorplottern erfolgen, die allerdings in der Regel recht zeitintensiv ist. Darum wird häufig dazu übergegangen, die Ausgabe auf schnellen Rasterplottern vorzunehmen, insbesondere dann, wenn farbgetrennte Vorlagen für einen nachfolgenden Mehrfarbendruck erzeugt werden sollen. Da diese Formattransformation neben der Zeit, die für die Erzeugung von signaturisierten Kartenobjekten im Vektorformat benötigt worden ist, weitere Zeit kostet, stellt sich die Frage, ob nicht schon der Prozeß der kartographischen Symbolisierung im Rasterformat durchgeführt werden kann.

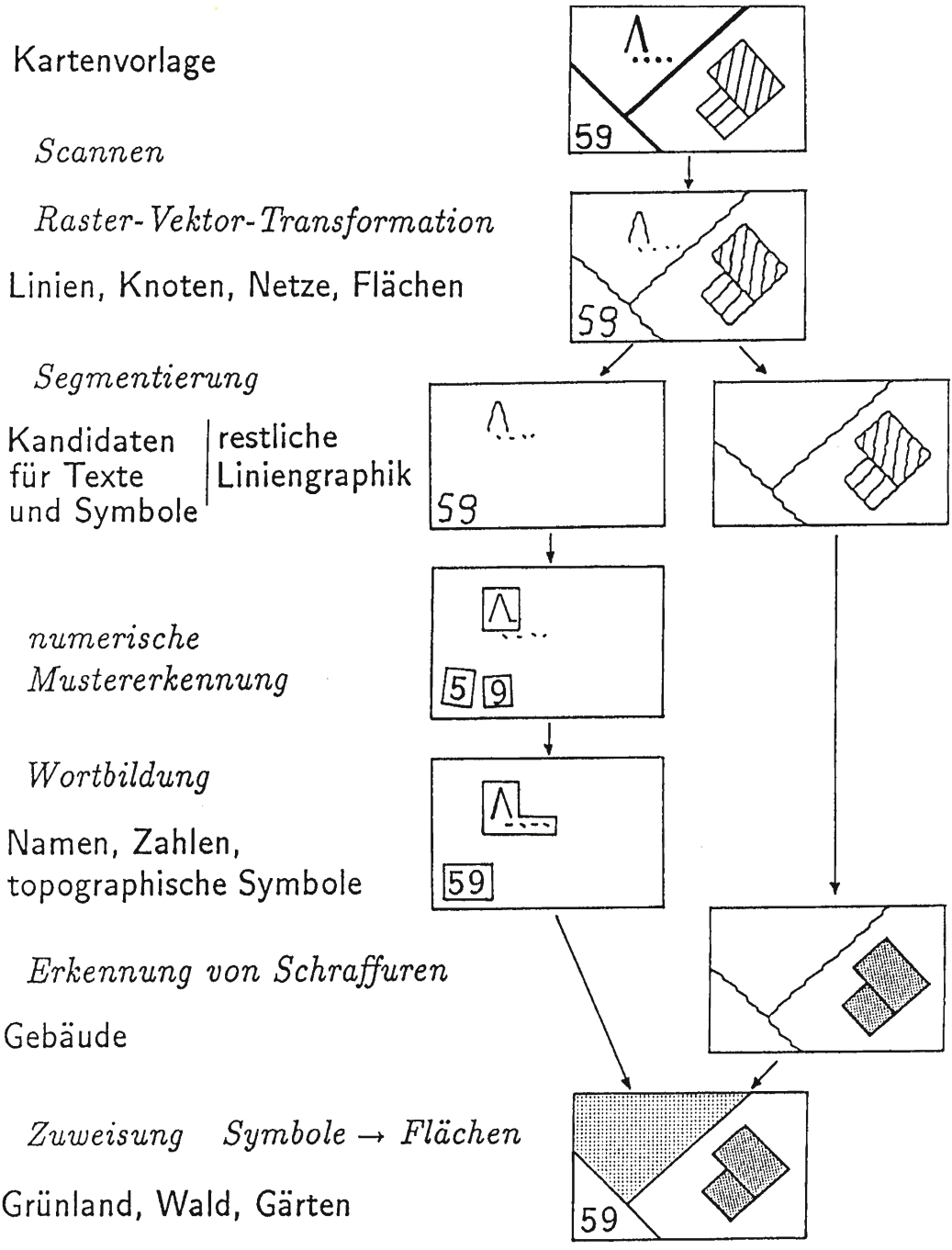


Abb. 23: Strategie zur Mustererkennung großmaßstäbiger Karten [Illert 1991]

Rein technisch ist diese Frage positiv zu beantworten. Ob die rasterorientierte Symbolisierung aber auch Zeitvorteile mit sich bringt, ist derzeit nicht sicher zu klären, da noch keine vergleichenden Untersuchungen von Raster- und Vektorlösungen unter identischen Bedingungen (gleiche Rechnerleistung, gleiche Symbolsisierungsaufgabe) stattgefunden haben.

Als Beispiel der algorithmisch einfachen Symbolisierungstechniken im Rasterformat wird in diesem Bericht die Erzeugung von Liniensignaturen verdeutlicht (zur Behandlung von Einzel- und Flächensignaturen und weiterer Liniensignaturen [siehe Jäger 1990 b].

Die Erzeugung ein-, zwei- und dreiliniger Signaturen basiert auf dem Einsatz bewerteter Rasterkreisschablonen (Abb. 24). Für die Pixelwerte A, B und C gilt:

A << B << C (z. B. A=1, B=5, C=25).

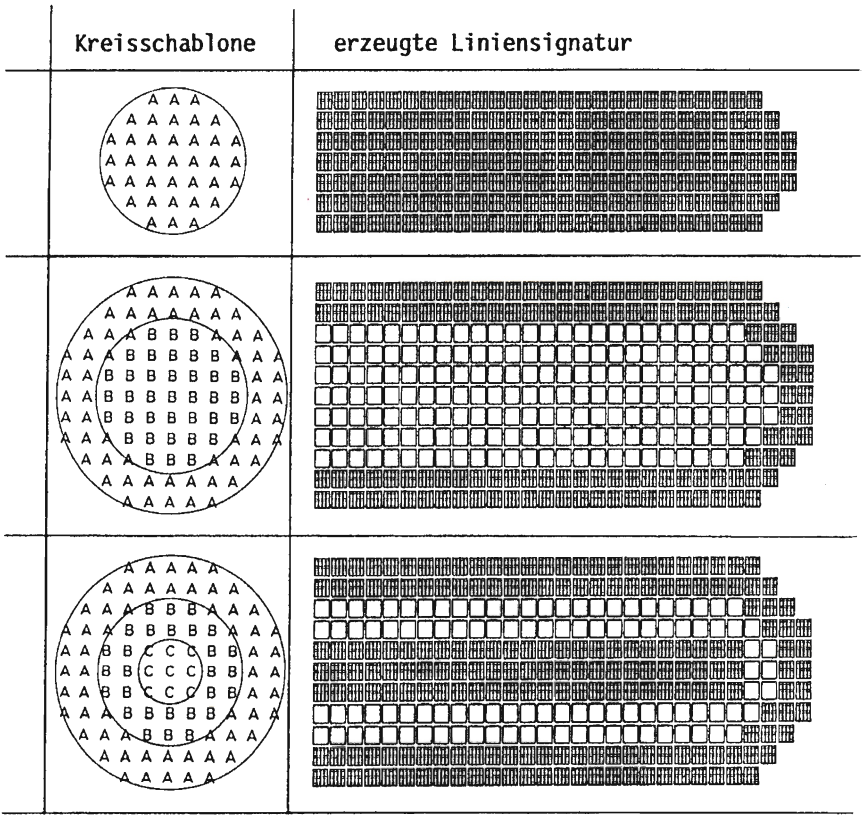


Abb. 24: Kreisschablonen zur Erzeugung von Liniensignaturen

Beim Symbolisierungsprozeß setzt die Schablonenmitte auf jedes Pixel einer – gemäß Abschnitt 4.2.1 – im objektorientierten Richtungsketten-Code definierten Linienachse auf. Dabei werden für jedes Pixel der Schablone 2 Operationen ausgeführt.

1. eine Pixeladdition → ergibt Wert W (z. B. 1+5 = 6)
2. eine Pixelreduktion und zwar auf A, wenn $A \leq W < B$
   B, wenn $B \leq W < C$
   C, wenn $C \leq W$.

Die Reduktionsregel stellt sicher, daß im Normalfall ein C-Pixel alle B- und A-Pixel überschreibt und ein B-Pixel alle A-Pixel. Dieser Normalfall bewirkt bei einer ebenengleichen Straßenkreuzung die automatische Freistellung der Signatur-Innenflächen von den Signatur-Außenlinien. Bei nicht ebenengleichen Kreuzungen (Unter- bzw. Überführung) erhalten die Schablonenwerte A, B und C bei der Pixeladdition und -reduktion markante »Wertzuschläge«, die einen Überführungsabschnitt für kreuzende Objekte als nicht veränderbar und einen Unterführungsabschnitt als unbedingt überschreibbar kennzeichnen. Die Information, ob eine Überführung oder eine Unterführung vorliegt, kann bespielsweise dem »A-Code« der Richtungsketten-Codierung (siehe Abschnitt 4) entnommen werden. Der »0-Code« steuert dagegen die richtige Auswahl der Schablone gemäß Abb. 24 für ein bestimmtes Kartenobjekt, wobei die Schablonen aus vorbereiteten Schablonen-Bibliotheken geladen werden.

Die Schablonenoperationen sind mit den im Abschnitt 5 a) definierten Maskenoperationen vergleichbar. Ihr Prinzip ist jedoch nicht das der Filterung, also der Trennung des Erwünschten vom Unerwünschten unter Berücksichtigung der Nachbarschaft. Tatsächlich finden in der definierten Maske lediglich Punktoperationen statt.

In Abb. 25 wird der erfolgreiche Einsatz dieser Symbolisierungstechnik anhand einer komplexen Verkehrsliniensituation demonstriert.

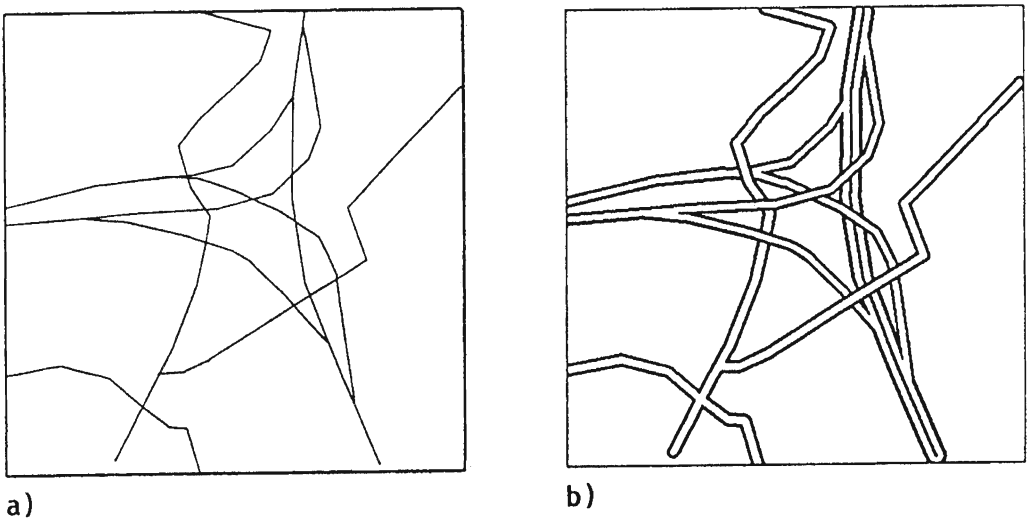


Abb. 25: Erzeugung von Liniensignaturen b) aus Linienachsen a) im Rasterdatenformat

Die farbige Gestaltung der Innenflächen mehrliniger Signaturen ist auf einfache Weise durch die Definition von Farbcode-Zuschlägen an die B-Schablonenwerte möglich (B + Farbcode = bestimmte Farbe). Aufbauend auf der Kreisschablonen-Symbolisierung können schließlich durch den Einsatz rechteckiger »Lösch- bzw. Mal-Schablonen« eine Vielzahl strichlierter oder periodisch überlagerter Signaturen erzeugt werden.

5.3 Anforderungen an ein System zur kartographischen Rasterdatenverarbeitung

Die Ansprüche, die an ein System zur kartographischen Rasterdatenverarbeitung gestellt werden, erfordern Hard- und Software der oberen Leistungsklasse. Dies gilt nicht nur für

Scanner (Kap. 3.1.1) und Rasterplotter (siehe Kap. 6.1), sondern auch für die Ausrüstung einer zumeist dezentral eingesetzten Workstation. Die meisten Anforderungen sind einem Aufsatz von Weber [Weber 1989] entnommen und werden hier stichwortartig wiedergegeben:

- Workstation mit mindestens 5–10 MIPS Prozessorleistung,
- Hauptspeicher mit mindestens 8 MB,
- Busleistung von ca. 8 MB/sec.,
- Magnetplatte von mindestens 300 MB,
- CD-WORM mit 2 GB für Archivierungszwecke,
- mindestens 1 zusätzlicher Rastergraphik-Prozessor,
- Farbbildschirm mit ca. 1000 x 1000 Punkten,
- 8 Bitebenen für Rasterdaten und lokale Segmentverwaltung für Vektordaten,
- Graphischer (Raster-)Editor mit folgenden Funktionen:
  - »Pixel« zum Zeichnen und Löschen,
    - in definierter Pixelstärke,
    - für ausgewählte Farbe/Folie/Bitebene,
  - Rubberband (Linie zwischen definiertem Punkt und Cursorposition),
  - Flächen definieren/speichern/kopieren (»Paste und Cut«),
  - Flächen füllen/löschen,
  - Arbeiten in definierbaren Bitebenen,
  - Editierfunktionen für Vektor- und Punktdaten,
  - Textplazierung und -bearbeitung;
- Prinzip der virtuellen Karte,
  das heißt Funktionen wie Scroll, Pan und Zoom müssen auf die ganze Karte wirken und nicht nur auf den aktuellen Hauptspeicherinhalt,
- Möglichkeit der hybriden Datenverarbeitung,
- Anwendung einer Run-length-Codierung zur Datenkompression,
- Quantisierung der Rasterdaten muß mindestens 12 Grauwertstufen umfassen,
- Batchfunktion zur
  geometrischen Entzerrung nach Paßpunkten,
  Erzeugung beliebiger Kartensignaturen,
  Vektor-Raster- und Raster-Vektor-Transformation,
- Makrobildung aus Grundfunktionen (Prozeduren),
- ergonomische Benutzeroberfläche,
- gängige Austauschformate und -standards, z. B. PHIGS, GKS, CGM, SIF, TIFF, CCITT Group III und IV,
- sowie: UNIX-Betriebssystem, X-Windows, Ethernet mit TCP/IP und NFS; FORTRAN und C.

6 Ausgabe von Rasterdaten

6.1 Ausgabegeräte

Rasterplotter haben gegenüber Vektorplottern entscheidende Vorteile; sie sind schneller und universell einsetzbar. Die Einsatzmöglichkeiten reichen von der Ausgabe von Vektor-

daten (vergl. Kap. 3.2) und hochgenauer Schwarzweiß-Rasterdaten bis zu (Flächen-) Farbausgaben und der Ausgabe farbgetrennter, paßgenauer Offsetfilme für den nachfolgenden Vierfarben- oder Mehrfarbendruck. Der Nachteil der Rasterausgabe, der Treppeneffekt an Linienrändern, ist bei Auflösungen von 300 L/cm und feiner mit bloßem Auge nicht mehr zu erkennen (vergl. Abb. 7).

Rasterplotter werden häufig ihrer Genauigkeit entsprechend in Präzisions- und Verifikationsplotter eingeteilt, aber auch entsprechend ihres Aufzeichnungsverfahrens in Elektrostaten, Thermotransfer-Plotter, Ink-Jet-(Tintenstrahl-)Plotter und Laserplotter [Weber 1991].

Elekrostatische, Thermotransfer- und Ink-Jet-Plotter weisen zur Zeit ein maximales Auflösungsvermögen von 160 L/cm (400 dpi) auf, so daß sie allesamt zu den sogenannten Verifikationsplottern zu zählen sind. Während die Thermotransfer-Plotter zumeist auf DIN-A3-Formate beschränkt sind, lassen sich mit Elektrostaten und Ink-Jet-Plottern Formate bis DIN A0 (bzw. bei »beliebiger« Länge bis zu 90 cm Breite) ausgeben. Alle drei Geräte sind in der Lage, neben schwarzweißen auch farbige Ergebnisse zu plotten. Thermotransferplotter kosten in der Regel weniger als 50 000 DM, Elektrostaten und Ink-Jet-Plotter je nach Größe und Auflösungsvermögen zwischen 10 000 DM und 250 000 DM. Der Einsatzbereich dieser Geräte in der Kartographie ist beschränkt auf die Ausgabe von Kontrollplots und Planungsunterlagen sowie neuerdings auf die Erstellung von Colour Proofs als Farbandruckersatz [Weber 1991]. Geräte mit Ausgabeformaten bis maximal DIN A3 werden häufig als Hardcopysysteme zur Ausgabe von Bildschirmdarstellungen eingesetzt.

Hochgenaues, feinauflösendes und großformatiges Plotten ist zur Zeit nur durch die Laserbelichtung photographischer Filme möglich. Diese sogenannten Laser-Rasterplotter sind in der Regel Trommelplotter, die eine wahlweise Pixelauflösung von 100 bis 1000 L/cm bieten, Formate von mehr als 100 cm x 100 cm bearbeiten können, eine Genauigkeit von etwa $\pm$ 0,03 mm garantieren und inklusive Steuerrechner und Software ca. 1 000 000 DM kosten. Christ definiert folgende Mindestanforderungen an die Hard- und Software eines Präzisionsrasterplottersystems, das kartographischen Ansprüchen genügen soll:

Zeichenformat 60 cm x 60 cm; Auflösung 300 L/cm; Paßstiftsystem; Software für die Aufrasterung und Signaturisierung von Vektoren, Farbtrennung, elektronische Direktrasterung sowie möglichst auch die Fähigkeiten zur Flächensignaturisierung, Freistellung (insbesondere sich kreuzender Liniensignaturen) und zur geometrischen Entzerrung [Christ 1989].

Zwischen den vorgestellten Verifikationsplottern und den hochgenauen Laserplottern klafft zur Zeit eine Lücke, die jedoch durch neue technische Entwicklungen offensichtlich bald zufriedenstellend gefüllt werden kann. Hier ist die Möglichkeit gemeint, genaue, feinauflösende und großformatige Farbausgaben als Ergebnisplots in geringer Auflage oder als Colour-Proofs zu erzeugen. Die graphische Industrie entwickelt derzeit Colour-Proof-Systeme auf der Basis elektro-photographischer Prozesse, die diesen Anforderungen entsprechen. Eine hochauflösende Infarot-Laserdiode schreibt Farbauszugsdaten auf einen elektrisch geladenen Photoconductor. Die ebenfalls elektrisch geladene Farbe wird von dem belichteten Photoconductor angezogen. Belichtung und Farbübertragung werden für alle vier Auszugsfarben wiederholt, bis das Vierfarbenbild komplett ist und auf das gewünschte Trägermaterial (Papier, Folie) übertragen werden kann. Die Kosten für dieses System können mit etwa 500 000 DM bis 1 000 000 DM abgeschätzt werden.

6.2 Rasterplotter beim NLVwA-B

Das NLVwA-B verfügt über 2 Laser-Rasterplotter der Fa. Dr. Hell, das Ausgabemodul des Scanner/Recorder-System CTX 330 und den Recorder CTX 502. Beide Rasterplotter verwenden einen Argon-Laser und sind in der Lage, sowohl Strichdaten als auch verlaufende Halbtöne mit bis zu 120 Halbtonstufen sowie flächige und verlaufende (autotypische) Raster mit bis zu 120 Rasterstufen zu plotten. Unterschiede gibt es beim Format und der Pixelauflösung. Während der CTX 502 Formate bis zu 112 cm x 245 cm mit stufenloser Pixelauflösung von 100 L/cm bis 1000 L/cm ausgeben kann, sind die entsprechenden Parameter des CTX-330-Recorderteils 112 cm x 100 cm und 140 L/cm bis 400 L/cm. Das Standardausgabegerät von Rasterdaten des NLVwA-B ist der CTX 502, während der Recorderteil des CTX 330 zum Abbau von Überlasten eingesetzt wird.

Der besondere Vorteil hochwertiger Laser-Rasterplotter gegenüber allen Vektorausgabegeräten ist die Fähigkeit, drucktechnisch gerasterte Farbauszüge zu liefern, mit denen der Mehrfarben-Offsetdruck ermöglicht wird. Das Verfahren der elektronischen Rasterung soll daher abschließend erläutert werden.

6.3 Verfahren der elektronischen Rasterung von Farbauszügen

Alle leistungsfähigen Laser-Rasterplotter besitzen Softwaremodule, mit denen eine elektronische Druckrasterung durchgeführt werden kann. Diese Programme sind in der Lage, sowohl gleichmäßige Flächenrasterung mit vorgegebener Rasterwinklung und Rasterweite (zur Vermeidung von Moirés beim Mischfarbendruck) als auch Rasterpunktverteilungen für die autotypische Rasterung zu berechnen, mit der verlaufende Halbtöne simuliert werden können.

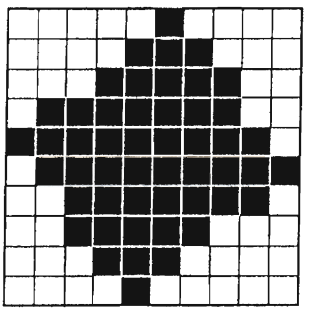


Abb. 26:
Druckrasterpunkt aus 50 zusammenhängenden Pixeln

Soll z. B. ein flächenhaftes Grün im 3- oder 4-Farbendruck vervielfältigt werden, so muß die Software des Plottersystems automatisch eine digitale Farbtrennung auf einen Cyan-Film mit beispielsweise 35% Rastertonwert und einen Gelb-Film mit z. B. 60% Rastertonwert vornehmen. Außerdem muß eine bestimmte Rasterweite und -winklung erreicht werden. Der Begriff Rasterweite bedeutet in bezug auf Druckraster den Abstand zweier auf der Druckplatte befindlicher druckender Punkte. Diese druckenden Punkte setzen sich je nach vorgegebenem Rastertonwert aus mehr oder weniger vielen Pixeln zusammen (Abb. 26).

Die richtige Rasterweite, die richtige Rasterwinklung und ein bestimmter Rastertonwert für einen Druckfilm werden erzeugt, indem der Rasterrechner des Plotters eine Grauwertmatrix entsprechend der Abb. 27 lädt.

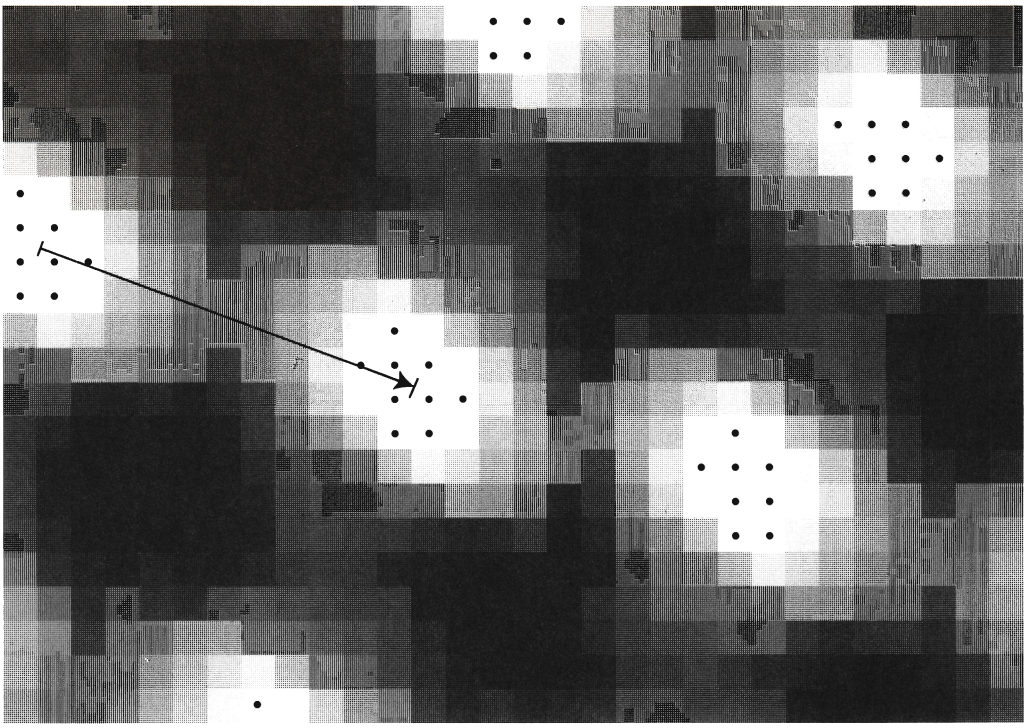


Abb. 27: Rasterberg für die elektronische Druckrasterung des Druckfilms Magenta [Christ 1989]

Die Grauwertmatrix wird wegen der kontinuierlich und wiederkehrend auf- bzw. abfallenden Grauwerte auch als Rasterberg bezeichnet. Der Rasterberg in Abb. 27 ist so definiert, daß sich folgende Parameter für die Druckrasterung des Farbauszugs Magenta ergeben:

- Rasterweite — $r \approx 11{,}4$ Pixel (siehe Verbindungslinie r zweier benachbarter Grauwerte-Minima in Abb. 27); bei einer Pixelauflösung von 720 L/cm entspricht dies einer Rasterpunktweite r von ca. 63 Druckrasterpunkten/cm (»63er« Raster),
- Rasterwinklung — $= -18{,}4°$ gegen die Horizontale,
- Rastertonwert — $\approx 13\%$, wenn alle mit einem Punkt gekennzeichneten Pixel den Rasterpunkt bilden. Wird ein höherer Rastertonwert benötigt, wird der jeweilige Rasterpunkt durch weitere Pixel – in der Reihenfolge des zunehmenden Grauwerts – vergrößert (z. B. auf 55 Pixel bei einem Tonwert von 50%).

Der Rasterberg wird wie eine Schablone auf die jeweilige Farbauszugsfläche gelegt und definiert dadurch ein regelmäßiges Druckraster.

Die Erzeugung eines digitalen autotypischen Rasters verläuft ähnlich, wenn sich der Prozeß auch etwas komplizierter gestaltet, da die Größe der Rasterpunkte je nach dem zu imitierenden Halbton variiert (Abb. 28).

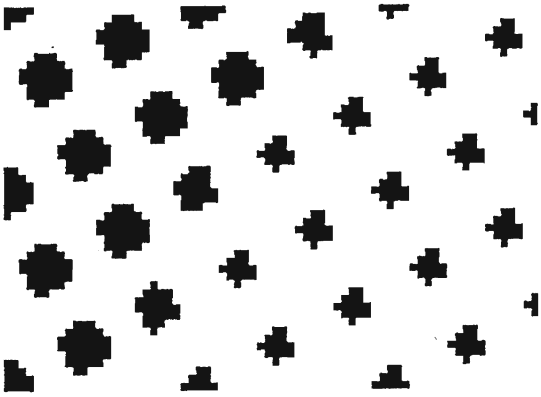


Abb. 28: Prinzip der
digitalen autotypischen Rasterung
[Meurisch, Weber 1983]

7 Schlußbetrachtung

Die Rasterdatenverarbeitung wird die Vektordatenverarbeitung nicht überflüssig machen. Wenn man dennoch zur Zeit in der amtlichen und privaten Kartographie einen deutlichen Trend hin zum Einsatz von Rasterdaten erkennt, so geschieht dies zumeist in Form einer hybriden Anwendung, das heißt zur Unterstützung und Optimierung von bisherigen Vektorverfahren. Nach Meinung des Autors wird sich der Einsatz hybrider Arbeitsplätze in Zukunft noch weiter verstärken, insbesondere angesichts immer schnellerer Prozessoren, billigerer und kapazitiv besserer Speichermedien und neuer, vielversprechender Geräteentwicklungen. Zu den neuen Geräten, die eventuell schon bald in die Peripherie einer kartographischen Workstation aufgenommen werden können, gehören z. B. digitale Farbkopierer, die über eine Ethernet-Schnittstelle schnell digitale Rasterdaten bis zu Formaten von DIN A1 ausgeben können.

Schließlich zeichnet sich auch auf dem Digitaliser-Markt ein neues hybrides Verfahren ab. Damit sind nicht die bekannten halbautomatischen Linienverfolgungssysteme gemeint, die hier nicht näher erläutert werden sollen, sondern das Verfahren des manuellen Digitalisierens gescannter Vorlagen am Rasterbildschirm. Diese Methode nutzt die im Abschnitt 3.1.4 beschriebene Genauigkeit und Zuverlässigkeit des Scannens und vermeidet die Ungenauigkeit eines Digitalisiertisches. Gleichzeitig werden persönliche Einstellfehler des Operateurs minimiert, da er angesichts beliebig wählbarer Rasterbildvergrößerungen seinen Cursor (Fadenkreuz) stets sicher in der Mitte einer Rasterlinie oder eines Rasterpunktes positionieren kann. Fehlerhafte Punkterfassungen werden durch eine Onlinezeichnung der erfaßten Vektorzüge über der Rasterdarstellung sofort augenfällig und können korrigiert werden.

Der vorstehende Bericht soll neben einigen generellen Bemerkungen zum Rasterformat anhand spezieller Verfahren beispielhaft aufzeigen, mit welch einfachen Methoden und Algorithmen bestimmte Bildveränderungen erzielt und genutzt werden können und welche Einsatzmöglichkeiten sich dadurch ergeben.

8 Literatur

Brunner, K., Dresse, B., 1988: Faksimiledrucke mehrfarbiger Karten. Kartographische Nachrichten 4/88, S. 152-155. Bonn-Bad Godesberg 1988.

Christ, F., 1989: Der Laser-Rasterplotter – ein leistungsfähiges Ausgabemedium für die Kartographie – In: Band 2 der Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, S. 169-181, Wien 1989.

Douglas, D. H., Peucker, T. K., 1973: Algorithms for the Reduction of the Number of Points Required to Represent a Digital Line or its Caricature. The Canadian Cartographer, Vol. 10, 2/1973, S. 112-122.

Ehlers, M., 1984: Digitale Bildverarbeitung. Heft 9 der Schriftenreihe des Instituts für Photogrammetrie und Ingenieurvermessungen der Universität Hannover, Hannover 1984.

Fischer, E.-U., 1982: Digitale Signalverarbeitung in der rechnergestützten Kartographie. DGK, Reihe C, Heft 278, Frankfurt a. M. 1982.

Fischer, G., 1990: Genauigkeitsbetrachtung zur automatischen Digitalisierung von Katasterkarten. Vermessungsingenieur 6/90, S. 262-264, 1990.

Franklin, W. R., 1979: Evaluation of Algorithms to Display Vector Plots on Raster Devices. Computer Graphics and Image Processing, 11/1979, S. 377-397.

Freeman, H., 1974: Computer Processing of Line-drawing Images. Computing Surveys, 6, S. 57-97.

Illert, A., 1990: Automatische Erfassung von Kartenschrift, Symbolen und Grundrißobjekten aus der Deutschen Grundkarte 1 : 5000. Dissertation, Nr. 166 der WissArbUH, Hannover 1990.

Illert, A., 1991: Datenerfassung durch Mustererkennung – Stand der Entwicklung aus Sicht der Universität. In: Schilcher, Geo-Informatik, S. 187-195, München 1991.

Jäger, E., 1987: Zur Vektor-Raster-Transformation. In: Tagungsband zum 4. Kontaktstudium des IfK der Universität Hannover 1987.

Jäger, E., 1990a: Untersuchungen zur kartographischen Symbolisierung und Verdrängung im Rasterdatenformat. Dissertation, Nr. 167 der WissArbUH, Hannover 1990.

Jäger, E., 1990b: Methoden zur Ableitung Digitaler Kartographischer Modelle im Rasterdatenformat. Kartographische Nachrichten 3/90. S. 101-105, Bonn-Bad Godesberg 1990.

Kreifelts, T., Woetzel, G., 1977: Extraktion von Linienmustern aus Binärbilder. GMD-Mitteilungen, St. Augustin 1977.

Kunsemüller, J., 1991: Syteme der Reprotechnik zum integrierten Einsatz bei Geoinformationssystemen. In: Schilcher, Geo-Informatik, S. 155-165, München 1991.

Lichtner, W., 1981: Anwendungsmöglichkeiten der Rasterdatenverarbeitung in der Kartographie. WissArbUH, Nr. 105, Hannover 1981.

Lichtner, W., 1987: RAVEL – Ein Programm zur Raster-Vektor-Transformation. Kartographische Nachrichten 2/87, S. 63-68, Bonn-Bad Godesberg, 1987.

Meurisch, H., Weber, W., 1983: Erfahrungen bei der Reproduktion der Topographischen Übersichtskarte 1 : 200 000 in verkürzter Skala mit einem digitalen Rasterdatenverarbeitungssystem. NaKaVerm, Reihe I, Heft 92, S. 109-141, Frankfurt a. M. 1983.

Späni, B., 1990: Scannen von Plänen – und dann? Eine Zwischenbilanz. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 5/90, S. 251-253, 1990.

Weber, W., 1982: Raster-Datenverarbeitung in der Kartographie. NaKaVerm, Reihe I, Heft 88, S. 111-190, Frankfurt a. M. 1982.

Weber, W., 1989: Rasterdatenverarbeitung in der Amtlichen Kartographie. In: Band 2 der Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, S. 199-215, Wien 1989.

Weber, W., 1991: Zum Entwicklungsstand der rechnergestützten Kartographie. Kartographisches Taschenbuch 1990/91, S. 9-35, Kirschbaum Verlag Bonn 1991.

Kartographie ohne Feder und Gravierring

– Zur rechnergestützten Bearbeitung der Topographischen Landeskartenwerke von Niedersachsen –

Von Dieter GROTHENN

1 Geschichtliche Entwicklung

1.1 Die AgA

Im Jahre 1969 gründeten die Deutsche Geodätische Kommission und die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) die »Arbeitsgruppe Automation in der Kartographie« (AgA). Damit sollten alle verfügbaren Kräfte für eine Automatisierung kartographischer Arbeiten koordiniert und gemeinsam nutzbare Entwicklungen gefördert werden. Die Arbeitsgruppe wurde nacheinander von den Professoren Heupel (Bonn), Hake (Hannover), Lichtner (Hannover) und heute Morgenstern (Bonn) geleitet; sie ist unter anderem Veranstalterin jährlicher Tagungen interessierter Nutzer und Anbieter rechnergestützter Verfahren in der Kartographie. Niedersachsen ist seit 1970 in der AgA vertreten.

1.2 CIPS

Der AgA stand anfangs eine von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanzierte Versuchsanlage zur Verfügung, die von dem Schweizer Unternehmen Contraves nach Vorgaben der AgA geliefert und beim Institut für Angewandte Geodäsie (IfAG) in Frankfurt am Main installiert worden war. Sie ist unter der Bezeichnung CIPS (= »Contraves Interaktives Programm-System«) bekannt geworden.

Getreu der Grundidee dieser Zusammenarbeit hielt sich das Niedersächsische Landesverwaltungsamt – Landesvermessung – damals mit Eigenentwicklungen zurück, bis das CIPS leistungsfähig genug erschien, topographisch-kartographische Arbeiten mit annehmbarem Ergebnis ausführen zu können.

Im Jahre 1978 wurden Hard- und Software für einen Kartographisch-interaktiven Arbeitsplatz (heute kurz KIAP genannt) erworben und mit der beim IfAG weiterentwickelten CIPS-Software bis 1987 für die Kartenproduktion eingesetzt.

1.3 ALK-GIAP

Als deutlich wurde, daß eine Weiterentwicklung des CIPS nicht möglich war, griffen einige Landesvermessungsämter auf eine Gemeinschaftsentwicklung aus dem Bereich des Liegenschaftskatasters zurück. Vom Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen war der ALK-GIAP (= »Graphisch-interaktiver Arbeitsplatz für die Automatisierte Liegenschaftskarte«) entwickelt worden. Es wurde davon ausgegangen, daß er (wie auch der vom Niedersächsischen Landesverwaltungsamt – Landesvermessung – parallel dazu entwickelte ALK-Datenbankteil) mit relativ geringem Aufwand zu einem auch für topographisch-kartographische Anforderungen geeigneten Arbeitsplatz ausgebaut werden könnte.

Ab dem Jahre 1987 wurde auch bei der niedersächsischen Landesvermessung anstelle des CIPS-Arbeitsplatzes ein ALK-GIAP für die topographische Kartographie genutzt, obwohl er in der damals verfügbaren Ausbaustufe lediglich für die vergleichsweise einfache Katasterkartographie konzipiert war.

1.4 ATKIS

In der Zwischenzeit war von 1985 bis 1989 – von Niedersachsen mit inspiriert und wesentlich mitgestaltet – ATKIS, das »Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem« der deutschen Landesvermessungsbehörden, konzipiert worden. Es sah neben einer digitalen Erfassung aller relevanten topographischen Objekte auch die Bereitstellung digitaler kartographischer Informationen und ihre rechnergestützte Umsetzung in analoge kartographische Darstellungen vor [1]. Für diese beiden Teilaufgaben war der ALK-GIAP jedoch keinesfalls geeignet; er sollte zum ATKIS-GIAP ausgebaut werden, ebenso die ALK-Datenbank zur ALK-/ATKIS-Datenbank erweitert werden.

1.5 SICAD-MAP-REVISOR

Im Gegensatz zum Datenbankteil geriet das Teilprojekt ATKIS-GIAP in erheblichen Zeitverzug, weil die begrenzten Entwicklungskapazitäten vorerst voll den Bedürfnissen des Liegenschaftskatasters zugute kommen mußten. Da andererseits die Realisierung des Vorhabens ATKIS sofortiges Handeln erforderte, suchte Niedersachsen nun doch eine eigene Lösung.

Entsprechend dem früheren Vorgehen bei der Entwicklung eines graphisch-interaktiven Arbeitsplatzes für die Bearbeitung von Liegenschaftskarten, dem heutigen SICAD, wurde erneut eine Kooperation mit der Siemens AG (heute Siemens Nixdorf Informationssysteme AG) vereinbart. Das vorläufige Ergebnis dieser Zusammenarbeit ist der Kartographisch-interaktive Arbeitsplatz »SICAD-MAP-REVISOR«, von dem zwei Prototypen, die als erste Ausbaustufe betrachtet werden, seit 1990 bzw. 1991 beim Niedersächsischen Landesverwaltungsamt – Landesvermessung – im Entwicklungs- und Produktionseinsatz stehen [2]. Sie werden Ende 1991 um zwei weitere gleichartige Arbeitsplätze ergänzt.

2 Zur Technik

2.1 Kartographisch-interaktive Arbeitsplätze

Die kartographisch-interaktiven Arbeitsplätze bestehen im Grundsatz aus einem selbständigen Rechner, einem hochauflösenden graphischen Farbbildschirm, einem kleinen einfarbigen alphanumerischen Bildschirm, einer alphanumerischen Tastatur und einem Digitalisiertisch, der mit einem Cursor bedient wird (Abb. 1). Während CIPS und ALK-GIAP ausschließlich Vektordaten verarbeiten konnten, ist der SICAD-MAP-REVISOR ein hybrides System, das sowohl Vektor- als auch Rasterdaten verarbeitet.

2.2 *SICAD-MAP-REVISOR*

Der SICAD-MAP-REVISOR (1. Stufe) ist eine Weiterentwicklung der vektororientierten SICAD-Basis-Software und kartographischen SICAD-Software, die in der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung seit längerem für die Liegenschaftskarte genutzt werden, sowie von Teilen der rasterorientierten SICAD-HYGRIS-Software, die für die Bildverarbeitung entwickelt worden war. Diese kombinierte Software unterstützt schon heute die wichtigsten kartographischen Funktionen, die für die topographische Kartographie benötigt werden.

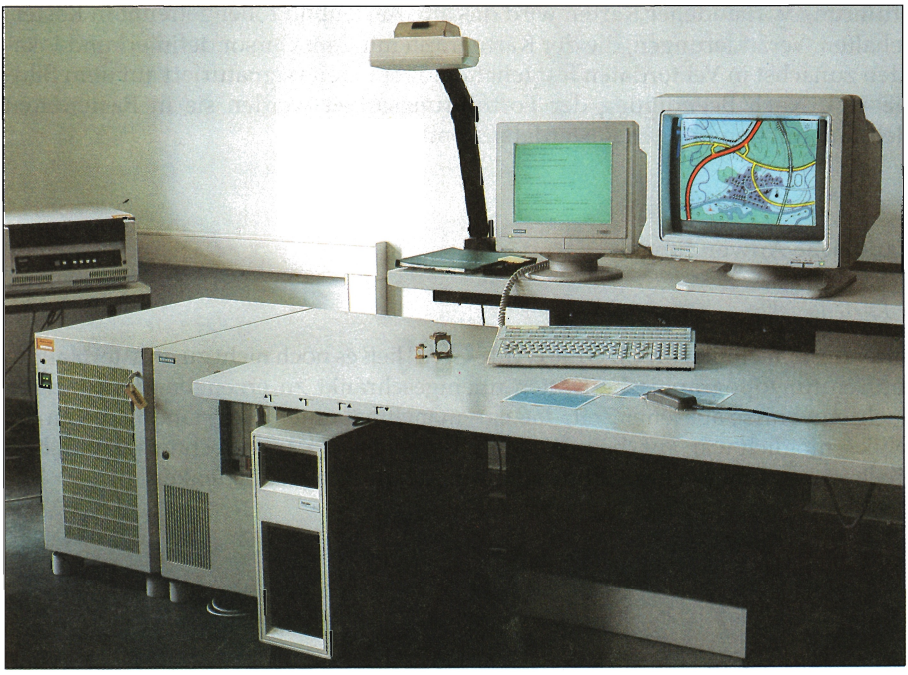


Abb. 1: Kartographisch-interaktiver Arbeitsplatz SICAD-MAP-REVISOR (aus [2])

Der SICAD-MAP-REVISOR (1. Stufe) wird auf einer WS2000-Workstation mit einem Hochleistungs-Graphik-Prozessor eingesetzt. Für die Vor- und Nachbearbeitung der Rasterdaten wird ein UNIX-Rechner verwendet, der an das hausinterne ETHERNET-Datenverbundnetz der Landesvermessung angeschlossen ist. Die Rasterdaten werden auf einem Scanner HELL CTX 330 erzeugt und nach der Bearbeitung über einen Laser-Rasterplotter HELL Cromagraph CTX 502 auf Film ausgegeben.

Für die digitale Bildverarbeitung werden SICAD-HYGRIS-Programme verwendet, so z. B. für die geometrische Transformation und die Rasterdatenbasisverwaltung (RDB). Neben dem SICAD-MAP-REVISOR wird als Raster-Software die Map-Data-Processing-Software (MDP) der Firmen Dr. Hell und Dr. Wirth mit Programmen zur Steuerung des Scannens und der Laser-Rasterplotter-Ausgabe eingesetzt [2]. Der Benutzer wird über SICAD-Prozeduren, Tisch-Menüs und Bildschirm-Menüs geführt. Es können, was für die topogra-

phische Kartographie besonders wichtig ist, 12 verschiedene Folien gleichzeitig bearbeitet werden, so daß der gesamte Karteninhalt auf einmal gestaltet werden kann. So kann z. B., wenn eine Straße (schwarz) verlegt worden ist, unmittelbar darauf der begleitende Graben (blau) bearbeitet werden, das daran angrenzende Waldstück (grün) angepaßt und der Höhenlinienverlauf (braun) auf die neue Situation abgestimmt werden.

Die Wiedergabe des bearbeiteten Kartenausschnitts auf dem Bildschirm kann im Maßstab verändert und so den jeweiligen Bedürfnissen (Überblick oder feinste Detailarbeit) angepaßt werden. Grundsätzlich können alle Kartenzeichen, die in den Musterblättern für die Topographischen Landeskartenwerke vorgeschrieben sind, konstruiert und für den Einsatz bereitgehalten werden.

Bei der Fortführung vorhandener Karten wird das alte Kartenbild foliengetrennt in Rasterdaten vorgehalten. Veränderungen, die der Kartograph mit dem Cursor definiert und lokalisiert, werden zunächst in Vektordaten festgehalten, aber bereits signaturiert auf dem Bildschirm angezeigt. Nach Beendigung der Fortführungsarbeit werden sie in Rasterdaten umgewandelt und mit den übrigen Rasterdaten kombiniert.

3 Kartographische Anwendungen

3.1 Einzelne Kartenobjekte

Die vektororientierte Technik von CIPS und ALK-GIAP ließ es noch nicht zu, musterblattgemäße Signaturen für topographische Karten uneingeschränkt zu erzeugen. Zwar zeigen einige Versuchsergebnisse aus jener Zeit, daß es – manchmal unter Zugeständnissen an die Kartengraphik – möglich war, auf diese Weise topographische Karten rechnergestützt herzustellen, doch war an einen echten Produktionseinsatz noch nicht zu denken.

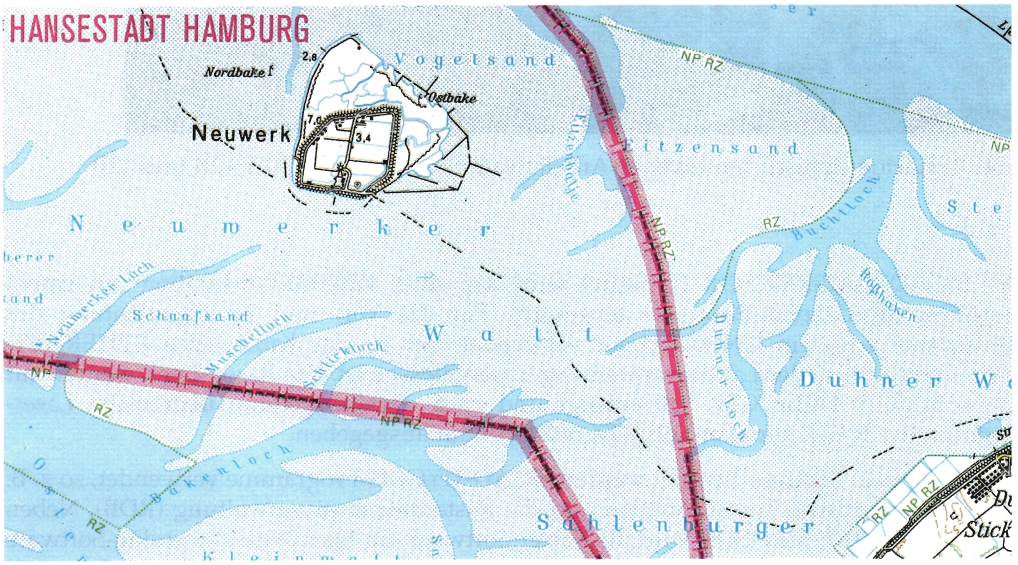


Abb. 2: Regionalkarte 1 : 100 000, Verwaltungsausgabe, mit teilweise rechnergestutzt erzeugten Signaturen

In der niedersächsischen Landesvermessung wurden die vorstehend genannten Arbeitsplätze deshalb dort eingesetzt, wo sie bei der Bearbeitung der topographischen Landeskartenwerke eine reale Alternative zur konventionellen Kartentechnik (Zeichnung, Gravur oder Montage) darstellten. Das waren seinerzeit ausschließlich einzelne Kartenobjekte, insbesondere Grenzlinien verschiedenster Art. Da jedoch auch dann das rechnergestützte Verfahren nicht konkurrenzfähig war, wenn es ausschließlich die Hand des Kartographen ersetzen sollte, wurde von Anfang an darauf geachtet, die einmal digital erfaßten Daten einer mehrfachen Nutzung zuzuführen. So sind z. B. die Grenzen von der Staatsgrenze bis herab zur Gemarkungsgrenze auf der Grundlage der TK 100 erfaßt und in einer vektororientierten Grenzdatenbank gespeichert worden, um sie bei Bedarf an andere Nutzer abgeben zu können. Diese Daten wurden unter anderem intern dazu benutzt, die Reinzeichnung der Grenzenfolien für die Gemarkungskarte 1 : 100 000 oder die Verwaltungsausgabe der Regionalkarte 1 : 100 000 zu erzeugen. Abb. 2 zeigt einen Ausschnitt aus einer Regionalkarte 1 : 100 000. Hierin sind die violetten Grenzzeichen und die grünen Grenzen des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer rechnergestützt erzeugt worden.

3.2 Fortführung der Topographischen Karte 1 : 25 000

Erst der Übergang zur hybriden Vektor- und Rasterdatenverarbeitung in Gestalt des SICAD-MAP-REVISORS (1. Stufe) eröffnete die Möglichkeit, *alle* Kartenzeichen musterblattgetreu und mit vertretbarem Aufwand zu erzeugen. Damit ließ sich endlich der vollständige Inhalt topographischer Karten rechnergestützt bearbeiten.

Bei der niedersächsischen Landesvermessung wurde zunächst ein rechnergestütztes Fortführungsverfahren für die Topographische Karte 1 : 25 000 (TK 25) zur Praxisreife entwickelt [3]; es ist seit Anfang 1991 im Produktionseinsatz. Das erste nach diesem Verfahren fortgeführte Kartenblatt (3324 Lindwedel, 8. Auflage 1991) ist inzwischen erschienen. Abb. 3 zeigt das Verfahrenskonzept.

Dabei wird vorerst lediglich die kartographische Reinzeichnung, Gravur oder Montage einschließlich eventueller Korrekturen oder Ergänzungen durch das rechnergestützte Arbeiten ersetzt. Zu diesem Zweck werden die sieben Kartenoriginale (Grundriß, Grundrißschrift, Gewässerlinien, Gewässerflächen, Gewässerschrift, Relief, Waldflächen) sowie der wie bisher manuell hergestellte farbige Fortführungsentwurf gescannt und gemeinsam auf dem Bildschirm präsentiert (Abb. 4). Das alte Kartenbild erscheint in den gewohnten Farben Schwarz, Blau, Braun und Grün; Ergänzungen sind rot, Löschungen gelb eingefärbt.

Der Bearbeiter kann nach Anwählen der entsprechenden Funktion z. B. Kartenobjekte löschen, neue erzeugen, Flächen mit Farbe füllen, Fehlstellen ausbessern. Das Ergebnis wird jeweils sofort musterblattgerecht auf dem Bildschirm sichtbar, so daß das Kartenbild abschließend beurteilt werden kann.

Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, ein Kartenblatt in Arbeitsausschnitte von jeweils etwa 8,5 cm x 5,5 cm zu zerlegen, diese bildschirmfüllend zu vergrößern und nacheinander abzuarbeiten. Abb. 5 zeigt die Situation der Abb. 4 nach der Fortführung. Neue Kartenzeichen sind dort dunkelbraun eingefärbt.

Der gegenwärtige Entwicklungsstand des SICAD-MAP-REVISORS läßt es noch nicht zu, die Kartenschrift zu bearbeiten. Deshalb werden vorübergehend die Schriftfolien für Grundriß, Gewässer und Relief herkömmlich durch Montage fortgeführt, anschließend ebenfalls gescannt und rechnerisch mit dem Rasterdatenbestand des Kartenbildes vereinigt.

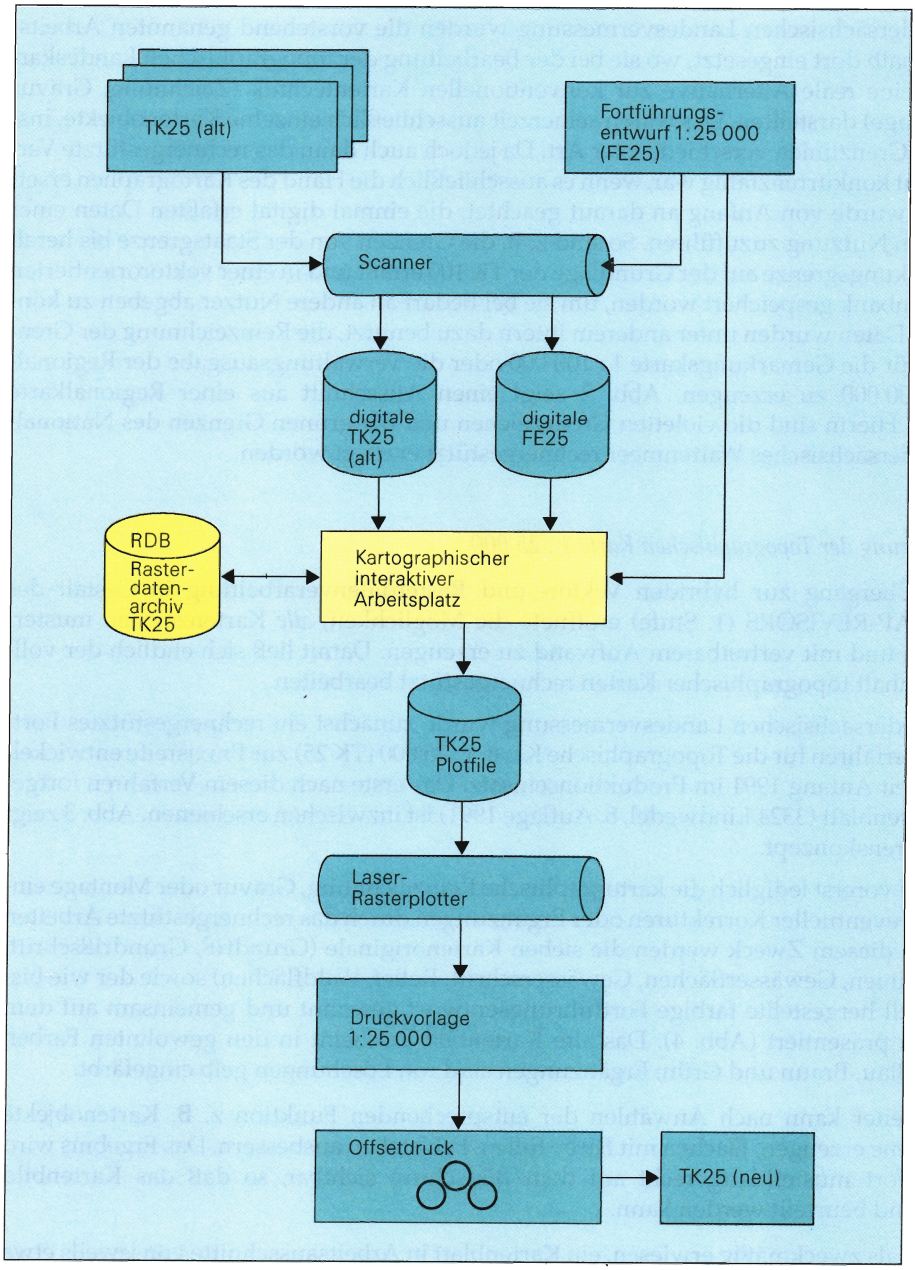


Abb. 3: Verfahrenskonzept SICAD-MAP-REVISOR, Stufe 1 (aus [2])

Für die Wiedergabe der Kartenzeichnung im Rasterformat wurde eine Auflösung von 320 Linien/cm gewählt. Diese Auflösung ist als Kompromiß zwischen den Anforderungen an eine geschlossene Wiedergabe feiner Linien einerseits und der notwendigen Begrenzung der Datenmenge andererseits zu verstehen. Bei Betrachtung der fertigen Karte mit unbewaffnetem Auge erscheinen alle Linien hinreichend glatt; mit einer Lupe ist die Pixelstruktur der Rasterdarstellung deutlich zu erkennen.

Abb. 4: Arbeitsausschnitt TK 25 mit altem Zustand und Fortführungsentwurf (Bildschirmdarstellung vor der Bearbeitung) (aus [2])

Abb. 5: Arbeitsausschnitt TK 25 mit neuem Zustand (Bildschirmdarstellung nach der Bearbeitung) (aus [2])

4 Bewertung

Die Ausführung kartographischer Arbeiten ist immer anstrengend gewesen; die filigrane Darstellung und die gebückte Körperhaltung beanspruchten Auge und Wirbelsäule außerordentlich stark. Daneben bedurfte es einer besonderen Veranlagung und mehrjährigen Ausbildung, um die notwendigen manuellen Fertigkeiten zu erwerben. Hier erhofft man sich von der Arbeit am Bildschirm eine Entlastung, da Betrachtungsabstand und Körperhaltung völlig anders sind. Allerdings hat die bisherige Erfahrung gezeigt, daß nun andere Belastungen auftreten, die als ebenso negativ empfunden werden. Die Arbeitszeit am Bildschirm ist deshalb auf vier Stunden begrenzt worden. In der übrigen Zeit arbeiten die dort eingesetzten Kartographen konventionell.

Da die individuellen manuellen Fertigkeiten eines Kartographen beim interaktiven Arbeiten am rechnergestützten Arbeitsplatz das Arbeitsergebnis nicht mehr beeinflussen können, sind die erzeugten Signaturen nunmehr von völlig konstanter Formtreue und Deckungskraft. Auch der Zeitaufwand für eine einzelne Signatur ist überzeugend zusammengeschmolzen. So verblüfft es Besucher immer wieder, wenn sie sehen, daß selbst komplizierte Grenzdarstellungen gleichsam »auf Knopfdruck« entstehen.

Von großem Vorteil ist es auch, daß das konventionelle farbgetrennte Arbeiten aufgegeben werden kann. Bislang mußten die einzelnen Kartenoriginale nacheinander bearbeitet werden; es war darauf zu achten, daß am Schluß alle Komponenten zueinander paßten. Am Bildschirm ist stets das gesamte Kartenbild sichtbar, so daß schon hier eine abschließende Kontrolle möglich ist.

Schließlich ersetzt die rechnerische Verarbeitung der Rasterdaten alle konventionellen reproduktionstechnischen Vorgänge, die bis zur Herstellung der Druckvorlage erforderlich waren, u. a. photographische Maßstabsänderungen, Kopien zur Seitenumkehrung, Zusammenkopien einzelner Teiloriginale (z. B. Gewässerlinien + Gewässerflächen + Gewässerschrift = Druckvorlage »Gewässer«). Damit werden nicht nur Umweltbelastungen vermieden, sondern auch Qualitätseinbußen verhindert, wie sie bei Generationskopien im konventionellen Verfahren unvermeidbar waren. Sollmaß-Abweichungen, bei konventionellen Originalträgern eine Belastung für Kartographen und Kartenbenutzer, dürften der Vergangenheit angehören.

Es wäre aber unrealistisch, wenn ein rechnergestütztes Verfahren nicht auch Nachteile aufwiese. So kann ein Prototyp naturgemäß noch nicht alle Wünsche hinsichtlich Bearbeitungskomfort und Schnelligkeit erfüllen; am Anfang ist man zufrieden, wenn die wichtigsten Funktionen verfügbar sind und zu einem brauchbaren Ergebnis führen.

Grundsätzliche Bedenken gilt es zu zerstreuen, wenn die Rastertechnik systembedingte Mängel gegenüber dem konventionellen Arbeiten aufweist, so z. B. bei der schon erwähnten Zerlegung der feinen Zeichnung in Pixel, die nur durch erhöhten Aufwand unsichtbar gemacht werden könnte.

Schließlich stellen die gegenüber dem konventionellen Arbeiten wesentlich höheren Investitionskosten, die zur Zeit noch für leistungsfähige kartographisch-interaktive Arbeitsplätze aufgewendet werden müssen, ein ernstes Hindernis für kleine kartographische Ingenieurbüros dar, die im Werkvertrag die Originale der Topographischen Landeskartenwerke bearbeiten, zumal noch kein wirklich ausgereiftes System für die Bedürfnisse der topographischen Kartographie angeboten wird.

5 Perspektiven

Die oben geschilderte Bearbeitung der TK 25 mit dem SICAD-MAP-REVISOR (1.Stufe) ist für die niedersächsische Landesvermessung nur eine Zwischenstation auf dem Wege zu einem höheren Ziel. Zwar lassen sich auch jetzt schon Rasterdaten an Interessenten abge-

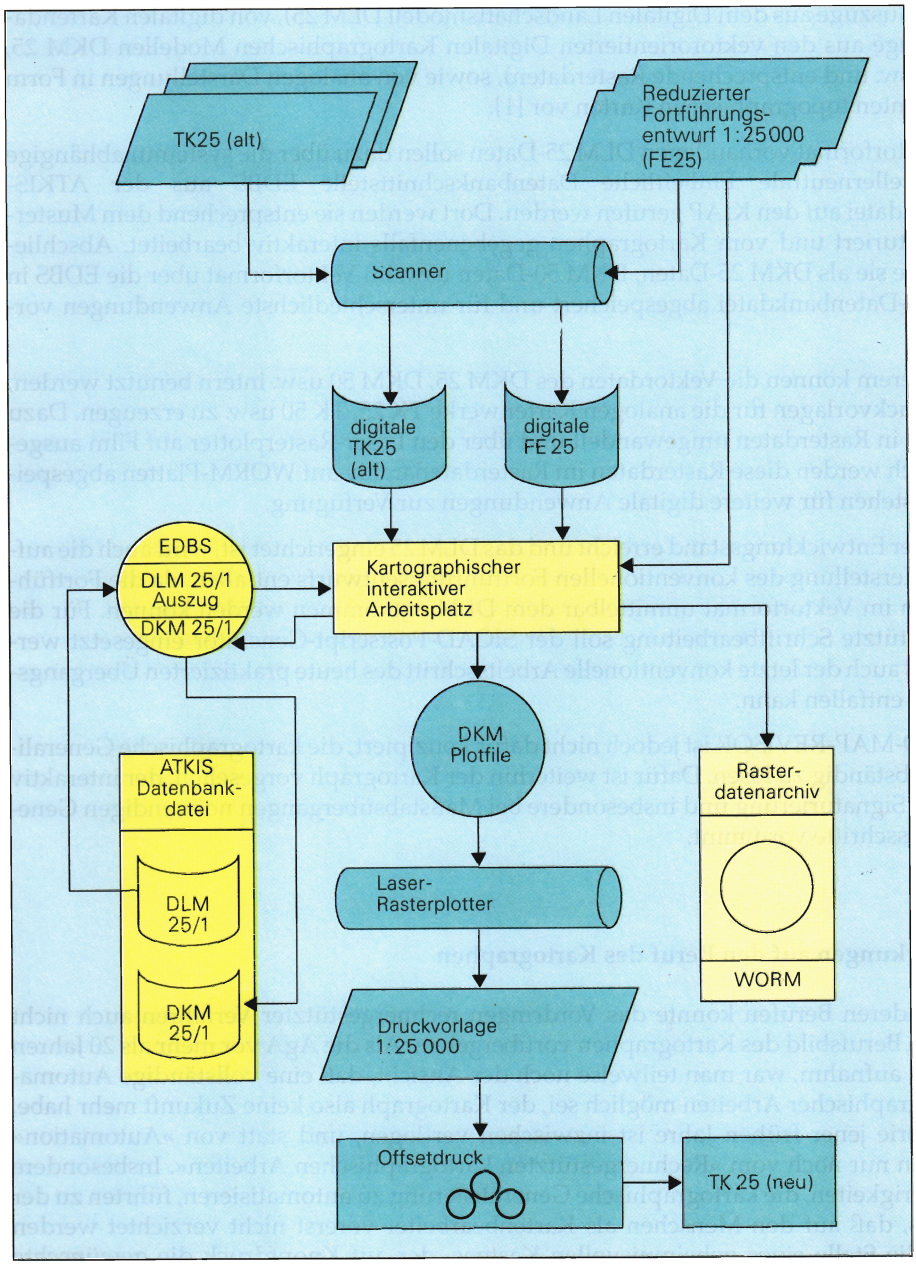


Abb. 6: Verfahrenskonzept SICAD-MAP-REVISOR, Stufe 2 (aus [2])

ben, die das Kartenbild auf einem Bildschirm sichtbar machen wollen, z. B. als Hintergrund für eigene Darstellungen. Das ist durchaus ein Fortschritt gegenüber dem konventionellen Informationsangebot.

Das eigentliche Ziel dieser Entwicklung ist aber ein Universal-Arbeitsplatz für alle im Rahmen von ATKIS anfallenden kartographischen Arbeiten (Abb. 6).

Bekanntlich sieht das ATKIS-Konzept die Abgabe von digitalen Vektordaten über das Gelände (Auszüge aus dem Digitalen Landschaftsmodell DLM 25), von digitalen Kartendaten (Auszüge aus den vektororientierten Digitalen Kartographischen Modellen DKM 25, DKM 50 usw. und entsprechende Rasterdaten), sowie von analogen Darstellungen in Form der gewohnten topographischen Karten vor [1].

Die im Vektorformat vorhandenen DLM 25-Daten sollen dazu über die systemunabhängige und herstellerneutrale Einheitliche Datenbankschnittstelle EDBS aus der ATKIS-Datenbankdatei auf den KIAP gerufen werden. Dort werden sie entsprechend dem Musterblatt signaturiert und vom Kartographen gegebenenfalls interaktiv bearbeitet. Abschließend werde sie als DKM 25-Daten, DKM 50-Daten usw. im Vektorformat über die EDBS in der ATKIS-Datenbankdatei abgespeichert und für unterschiedlichste Anwendungen vorgehalten.

Unter anderem können die Vektordaten des DKM 25, DKM 50 usw. intern benutzt werden, um die Druckvorlagen für die analogen Kartenwerke TK 25, TK 50 usw. zu erzeugen. Dazu werden sie in Rasterdaten umgewandelt und über den Laser-Rasterplotter auf Film ausgegeben. Auch werden diese Rasterdaten im Rasterdatenarchiv auf WORM-Platten abgespeichert und stehen für weitere digitale Anwendungen zur Verfügung.

Wenn dieser Entwicklungsstand erreicht und das DLM 25 eingerichtet ist, wird auch die aufwendige Herstellung des konventionellen Fortführungsentwurfs entfallen, da die Fortführungsdaten im Vektorformat unmittelbar dem DLM entnommen werden können. Für die rechnergestützte Schriftbearbeitung soll der SICAD-Postscript-Generator eingesetzt werden, so daß auch der letzte konventionelle Arbeitsschritt des heute praktizierten Übergangsverfahrens entfallen kann.

Der SICAD-MAP-REVISOR ist jedoch nicht dafür konzipiert, die kartographische Generalisierung selbständig zu lösen. Dafür ist weiterhin der Kartograph vorgesehen, der interaktiv die bei der Signaturierung und insbesondere bei Maßstabsübergängen notwendigen Generalisierungsschritte vornimmt.

6 Auswirkungen auf den Beruf des Kartographen

Wie bei anderen Berufen konnte das Vordringen rechnergestützter Verfahren auch nicht spurlos am Berufsbild des Kartographen vorübergehen. Als die AgA vor mehr als 20 Jahren ihre Arbeit aufnahm, war man teilweise noch der Ansicht, daß eine vollständige Automation kartographischer Arbeiten möglich sei, der Kartograph also keine Zukunft mehr habe. Die Euphorie jener frühen Jahre ist inzwischen verflogen, und statt von »Automation« spricht man nur noch vom »Rechnergestützten kartographischen Arbeiten«. Insbesondere die Schwierigkeiten, die kartographische Generalisierung zu automatisieren, führten zu der Erkenntnis, daß auf den Menschen als Kartenbearbeiter vorerst nicht verzichtet werden kann; an die Stelle eines geheimnisvollen Kastens, der auf Knopfdruck die gewünschte Karte ausgibt, ist der Kartographisch-interaktive Arbeitsplatz getreten.

In dieser Arbeitswelt hat auch der Kartograph weiterhin seinen Platz. Die Ausbildung von Kartographen ist spätestens seit 1982 auch offiziell so angelegt, daß die manuellen Fertigkeiten des Kartenzeichnens nicht das ausschließliche Ziel seiner Ausbildung sind; einen breiten Raum nimmt das Wissen um die kartographischen Ausdrucksmittel und ihren zweckmäßigen Einsatz zur Gestaltung eines optimalen Kartenbildes ein. So ließ sich auch die Ausbildung im rechnergestützten Arbeiten ohne Bruch in die Ausbildung einfügen.

Dazu hat die niedersächsische Landesvermessung sehr aktiv in einem mit öffentlichen Mitteln geförderten Modellversuch mitgewirkt, der unter anderem eine Integration rechnergestützter Verfahren in die Kartographenausbildung zum Ziel hatte [4]. Das Ergebnis dieser fünfjährigen Arbeit ist der »Ausbildungsleitfaden für den Ausbildungsberuf Kartograph/Kartographin«, der Ende 1991 veröffentlicht werden soll [5]. Er faßt auf ca. 700 Seiten in 34 Kapiteln den gesamten Ausbildungsstoff der dreijährigen Ausbildung zusammen und ist so ein ideales Hilfsmittel für eine bundeseinheitliche Ausbildung bei Behörden, Verlagen und kartographischen Ingenieurbüros.

Die rechnergestützte Ausbildung wird in sechs Ausbildungsabschnitten vermittelt und umfaßt Datenverarbeitungstechnisches Grundwissen (Allgemeine Datenverarbeitung, Geräte und Materialien der Datenverarbeitung, Kartographische Datenverarbeitung, Raumbezogene Informationssysteme), Rechnergestütztes Erfassen raumbezogener Informationen, Rechnergestütztes Ausgeben kartographischer Daten, Rechnergestütztes Aktualisieren raumbezogener Daten, Rechnergestütztes Gestalten kartographischer Daten und als zusammenfassende Abschlußübung die selbständige rechnergestützte Herstellung einer komplexen topographischen oder thematischen Karte [4].

Bei der niedersächsischen Landesvermessung werden die Auszubildenden bereits nach diesem Leitfaden ausgebildet. Sie sehen den kartographisch-interaktiven Arbeitsplatz als ein ebenso selbstverständliches Arbeitswerkzeug an wie Feder und Gravierring, mit denen sie weiterhin sicher umzugehen lernen. Ihr eigentliches Berufskapital ist das theoretische Wissen, das sie für die Kartenproduktion weiterhin unentbehrlich macht.

Es läßt sich die Vorhersage wagen, daß mit dem 20. Jahrhundert zwar die Kartographie als (im besten Sinne des Wortes) Handwerk ihr Ende finden dürfte, als Kunst der Informationsvermittlung aber überleben wird.

Literatur

[1] Bauer, H., Sellge, H., Grothenn, D., Grünreich, D.: verschiedene Beiträge zur ATKIS; Nachrichten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, Heft 3/1988.

[2] Siemens Nixdorf Informationssysteme AG (Herausgeber): SICAD-MAP-REVISOR für das ATKIS-DKM und die rechnergestützte Fortführung konventioneller topographischer Karten, hier die TK 25; Paderborn 1991.

[3] Grünreich, D.: Fortführung der TK 25 durch kartographische Vektor- und Rasterdatenverarbeitung – Konzeption und erste Testergebnisse; Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Reihe I Heft 105, S. 87 ff., Frankfurt am Main 1990.

[4] Grothenn, D.: Die rechnergestützte topographische Kartographie im Modellversuch Ausbildungsleitfaden Kartograph/Kartographin; Kartographische Nachrichten 1989, Seite 101 f.

[5] Deutsche Gesellschaft für Kartographie e.V. – Arbeitskreis Aus- und Fortbildung – (Herausgeber): Ausbildungsleitfaden Kartograph/Kartographin; 1991.

Topographische Landeskartenwerke jetzt auch an der Ostgrenze Niedersachsens gleichmäßig aktuell

Von Dieter GROTHENN

1 Endlich aktuelle Karten auch jenseits der Grenze

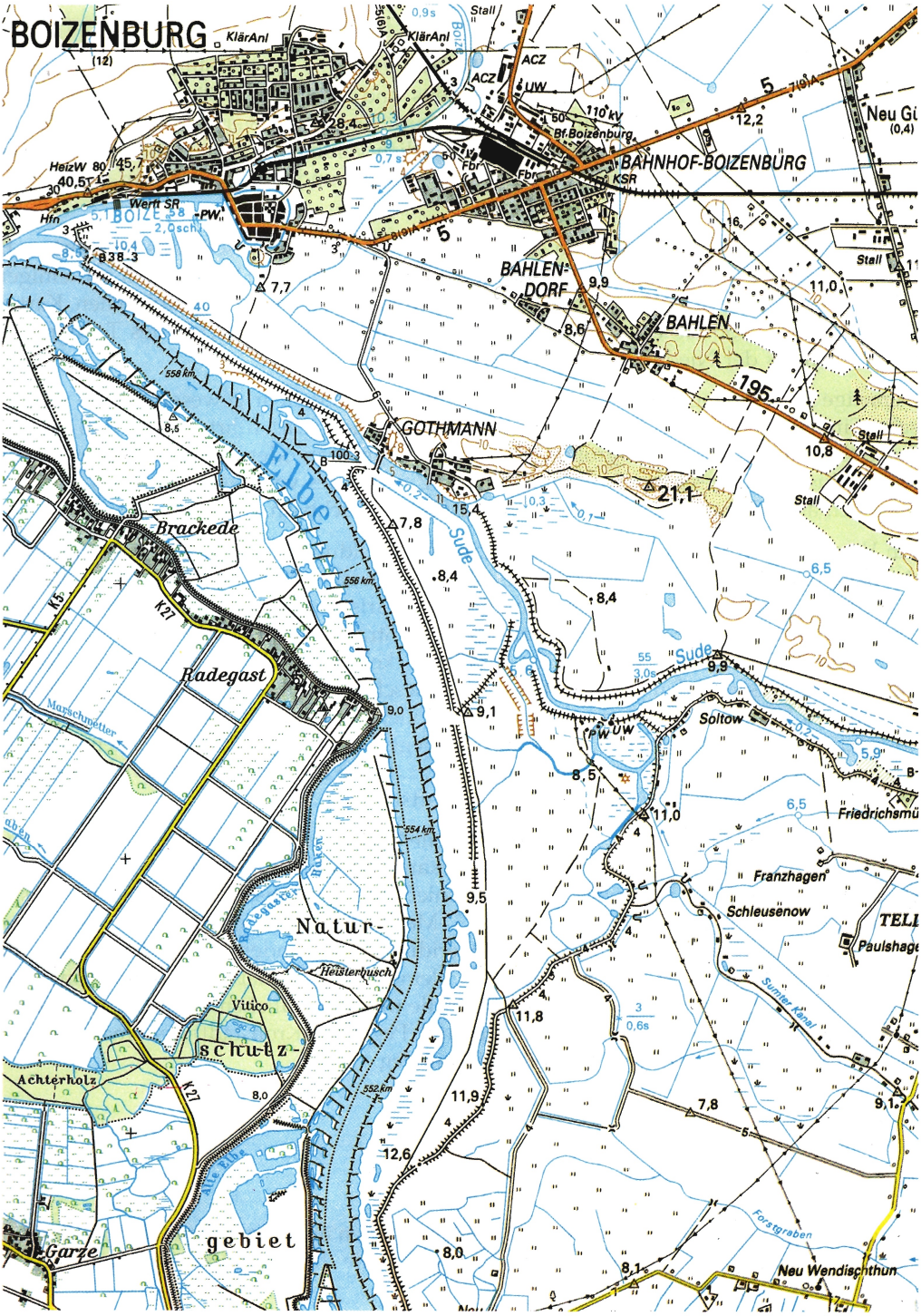
Die deutsche Vereinigung trägt jetzt auch im Inhalt der Topographischen Landeskartenwerke erste sichtbare Früchte. Niedersächsische Blätter mit Gebietsanteilen der früheren Deutschen Demokratischen Republik zeigen nunmehr auch diese in der in Niedersachsen gewohnten Aktualität.

Nach dem Zweiten Weltkrieg gab es keine fachlichen Verbindungen zu den für die Landesvermessung zuständigen Stellen der DDR. Die Grenzblätter der Topographischen Karten 1 : 25 000 und kleiner wurden zwar weiterhin als Vollblätter herausgegeben, doch mußten die in der DDR gelegenen Blattanteile nach den im Westen vorhandenen Unterlagen bearbeitet werden; sie zeigten deshalb leider viel zu oft nur den Zustand von 1945 oder früher. Nur selten konnten zufällige Hinweise als »Einzelne Nachträge« eingearbeitet werden.

In der DDR waren die Topographischen Karten (Ausgabe für staatliche Aufgaben) als »Vertrauliche Verschlußsache« eingestuft und standen deshalb nur einem ausgewählten Kreis von Kartenbenutzern, insbesondere militärischen Stellen, zur Verfügung. Sie sind wie bei uns in einem 5-Jahres-Turnus fortgeführt worden und in sehr gutem Zustand. Erst Mitte 1990 wurden sie frei zugänglich. Inzwischen werden sie von den Landesvermessungsämtern der fünf neuen Bundesländer an jedermann abgegeben. Ein Vertrieb über den Buchhandel wird vorbereitet. Wegen des unterschiedlichen Blattschnitts ist allerdings zur Zeit ein nahtloser Übergang von einem Kartenwerk »West« auf das entsprechende Kartenwerk »Ost« noch nicht möglich. Ein breiter Grenzstreifen wird deshalb noch von beiden Seiten abgedeckt.

Seit Sommer 1990 stehen auch der niedersächsischen Landesvermessung die Topographischen Landeskartenwerke der Länder Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Thüringen uneingeschränkt zur Verfügung. Drucke und Foliensätze werden mit den dortigen Landesvermessungsämtern ebenso selbstverständlich ausgetauscht wie schon seit langem mit Schleswig-Holstein, Hessen, Nordrhein-Westfalen und den Niederlanden. (Die eigentlich in die Zuständigkeit der Länder Bremen und Hamburg fallenden Kartenblätter werden von Niedersachsen bzw. Schleswig-Holstein mitbearbeitet.)

Es traf sich günstig, daß in den Jahren 1990 bis 1992 die gesamte Ostgrenze Niedersachsens im Fortführungsprogramm liegt, so daß die Aktualisierung dieser Grenzblätter gleichsam nebenher vorgenommen werden kann. Eines der ersten inzwischen erschienenen Blätter ist die Topographische Karte 1 : 50 000, Blatt L 2730 Boizenburg (Elbe), 5. Auflage 1990 (Abb.). Ein Vergleich dieser Auflage mit der (hier nicht abgebildeten) fünf Jahre vorher erschienenen 4. Auflage zeigt deutlich, wie sehr sich die Landschaft jenseits der Elbe nach Kriegsende verändert hat. Wo die veraltete 4. Auflage noch ein dichtes Wege- und Grabennetz vorspiegelt, herrscht in der aktuellen 5. Auflage nahezu gähnende Leere – eine Folge der kollektiven Bewirtschaftung großer landwirtschaftlicher Flächen.



Topographische Karte 1 : 50 000, Blatt L 2730 Boizenburg (Elbe), 5. Auflage 1990

2 Ein Blatt – zwei Zeichenschlüssel

Auch dem aufmerksamen Betrachter des Blattes Boizenburg wird wohl erst auf den zweiten Blick auffallen, daß die Landschaft diesseits und jenseits der Elbe mit etwas unterschiedlichen graphischen Mitteln dargestellt wird. Die Landesvermessungsbehörden in den alten und neuen Bundesländern haben nämlich vereinbart, jeweils die vorhandenen Karten ihrer Nachbarn unverändert zu übernehmen und an die eigenen Kartenteile anzumontieren.

Dieses Verfahren hat sich schon an den westlichen Grenzen Deutschlands bewährt, z. B. bei den niedersächsischen Grenzblättern zu den Niederlanden. Dort werden seit einigen Jahren die niederländischen Gebietsanteile an den deutschen Topographischen Karten 1 : 25 000 und 1 : 50 000 ebenfalls durch Ankopie der aktuellen Karten des Topographischen Dienstes der Niederlande fortgeführt.

Derartige zusammengesetzte Blätter wären früher unvorstellbar gewesen, da die graphische Einheit eines Kartenblattes unverzichtbar erschien. Das führte dazu, daß an den Staatsgrenzen zum Teil sehr große Gebiete parallel in zwei oder drei verschiedenen Zeichenschlüsseln dargestellt werden mußten. Im Zeichen des vereinigten Europas gewöhnt man sich aber daran, mit dem Zeichenschlüssel des Nachbarn zu leben.

Ein Vergleich der beiden Zeichenschlüssel in der Abbildung zeigt, daß die Kartengraphik der neuen Bundesländer etwas gröber als die der alten ist – nicht zum Nachteil für die Lesbarkeit des Kartenbildes. Ihre ursprüngliche militärische Zweckbestimmung zeigt sich unter anderem in zahlreichen Schriftzusätzen zu Straßen (Fahrbahnbreite, Gesamtbreite des Straßenkörpers, Beschaffenheit der Straßendecke), zu Brücken (Länge, Breite, Tragfähigkeit), zu Wasserläufen (Breite, Wassertiefe, Beschaffenheit des Bettes, Fließgeschwindigkeit), zu Wäldern (Baumart, mittlere Baumhöhe, Stammdurchmesser, mittlerer Baumabstand) oder zu Ortsnamen (Einwohnerzahl, gegebenenfalls Funktion). Manche Kartenzeichen sind für »westliche« Augen ungewohnt, z. B. die für Kirche oder für Eisenbahnen, ebenso die Schriftarten für Orts- und Landschaftsnamen.

Bei der Zusammenfügung der beiden Blattanteile haben die Kartographen übrigens keine großen Anpassungsprobleme. Zwar haben bekanntlich die Topographischen Landeskartenwerke beider Teile Deutschlands unterschiedliche geodätische Grundlagen (Bessel-Ellipsoid, Gauß-Krüger-Abbildung mit 3°-Meridianstreifen einerseits, Krassowski-Ellipsoid, Gauß-Krüger-Abbildung mit 6°-Meridianstreifen andererseits), doch liegen die Abbildungsdifferenzen in den mittleren und kleineren Kartenmaßstäben schon innerhalb bzw. unterhalb der Zeichengenauigkeit. Über die unterschiedlichen Höhenbezugsflächen (Normalnull, Pegel von Amsterdam – Höhennull, Pegel von Kronstadt) sieht man trotz der Höhendifferenz von etwa 0,16 m großzügig hinweg.

3 Niedersachsen gibt Blätter ab

Mit der neu entdeckten Zusammenarbeit an der früheren innerdeutschen Grenze wird sich auch die niedersächsische Bearbeitungsgrenze für die Topographischen Landeskartenwerke etwas nach Westen verschieben:

Es ist in der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) vereinbart, daß innerhalb jedes Kartenwerks die einzelnen

Landesvermessungsbehörden an den Landesgrenzen jeweils ganze Blätter kartographisch bearbeiten und herausgeben; zuständig ist gewöhnlich das Land, das den größten Flächenanteil am Blatt besitzt.

Nur an der ehemaligen Grenze zur DDR mußte 45 Jahre lang anders verfahren werden. Dort wurden z. B. von Niedersachsen auch solche Blätter »vorläufig mitbearbeitet«, auf denen zum Teil nur winzige niedersächsische Gebiete dargestellt waren. Nach Wiederherstellung eines für ganz Deutschland einheitlichen Blattschnitts geht die Zuständigkeit für diese Blätter selbstverständlich an die östlichen Nachbarländer über. In den nächsten Jahren verringert sich deshalb der Anteil Niedersachsens um 15 Blätter der Topographischen Karte 1 : 25 000, 6 Blätter der Topographischen Karte 1 : 50 000 und 1 Blatt der Topographischen Karte 1 : 100 000.

4 Wie wird es weitergehen?

Die deutsche Vereinigung soll langfristig auch zu einheitlichen Topographischen Landeskartenwerken für alle Bundesländer führen. Es wäre jedoch kurzsichtig, einfach alle Kartenwerke der einen Seite in die augenblicklichen Zeichenschlüssel der anderen Seite umzuzeichnen, da beide Kartengraphiken heute nicht mehr modernen Vorstellungen von einer optimalen Informationsvermittlung entsprechen. Es erscheint daher auf Dauer vorteilhafter, zunächst die laufenden Entwicklungsarbeiten abzuwarten, die im Rahmen des Aufbaus von ATKIS, des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems der deutschen Landesvermessungsbehörden, zu einer neuen Kartengraphik für die analoge Informationsausgabe führen sollen. Diese neue Kartengraphik wird eines Tages die gegenwärtig in den alten und neuen Bundesländern verwendeten Zeichenschlüssel ablösen und zu einheitlichen topographischen Karten in ganz Deutschland führen.

Die betroffenen Bundesländer haben in der AdV beschlossen, vorerst nur die Blattschnitte, die Koordinatennetze und die äußere Aufmachung der topographischen Karten der früheren DDR auf die westlichen Musterblätter umzustellen, die Kartengraphik dagegen unverändert zu lassen. Grenzblätter sollen, wie oben angeführt, kombiniert bearbeitet werden. Diese Umstellung soll innerhalb einer Fortführungsperiode, also bis etwa 1996, abgeschlossen sein.

Fortbildungsveranstaltung Nr. 6/1991 der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung

Amtliches Topographisches-Kartographisches Informationssystem (ATKIS)

– Aufbau des Digitalen Landschaftsmodells 25 (DLM 25) in Niedersachsen

Am 24. Juni 1991 wurde zum Themenkreis »ATKIS« im Niedersächsischen Landesverwaltungsamt – Landesvermessung – in Hannover eine eintägige Fortbildungsveranstaltung durchgeführt. Teilnehmer waren Beamte des gehobenen und des höheren Dienstes, überwiegend aus den Bezirken Braunschweig und Hannover.

Die Leitung der Veranstaltung lag in den Händen von Herrn MR Professor Dr. Knoop, der auch die Diskussionen leitete. Referenten waren VmD Kophstahl, VmOR Christoffers und VmAR Podrenek.

In seiner Einführung wies Dr. Knoop auf die Zielsetzung dieser Veranstaltung hin:
- Vermittlung von Grundzügen zum Vorhaben »ATKIS«.
- Einbeziehung der Veranstaltungsteilnehmer in die Öffentlichkeitsarbeit von »ATKIS«.

Dr. Knoop ging auf den wirtschaftlichen Aspekt der digitalen Karten ein. Auch unter Berücksichtigung des Aufwandes für die Umgestaltung ist ein erheblicher wirtschaftlicher Nutzeffekt sowohl für die NVuKV durch Verbesserung der Arbeitsverfahren als auch für die anderen Stellen durch die Nutzung von »ATKIS« gegeben.

Breiten Raum der Ausführungen nahm der Beschluß des Landesministeriums vom 9. Oktober 1990 ein, in dem unter anderem die Basisfunktion von »ATKIS« festgeschrieben wurde. Den Kommunen wird dort empfohlen, »ATKIS« als Basis für die eigenen raumbezogenen Informationssysteme zu verwenden.

Herr VmD Kophstahl hat die Grundzüge von »ATKIS« dargestellt, auf die ich hier noch etwas ausführlicher eingehen möchte.

»ATKIS« ist als Gemeinschaftsprojekt der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) in den Jahren 1986 bis 1989 entwickelt worden. Die Verabschiedung der »ATKIS«-Grunddokumentation erfolgte 1989.

Die topographischen Informationen, die in den analogen Landeskartenwerken enthalten sind, werden in zwei unterschiedlichen Zuständen gespeichert und angeboten:
- Die digitalen Landschaftsmodelle (DLM) enthalten die Objekte der Landschaft und das Relief in digitaler Form.
- Die digitalen Kartographischen Modelle (DKM) enthalten – je nach Maßstab und Zeichenschlüssel – in digitalisierter Form die kartographischen Signaturen und die generalisierten topographischen Informationen.

Das Gesamtkonzept »ATKIS« ist so komplex, daß zur Zeit nur eine schrittweise Realisierung möglich ist.

Als erste Stufe wird das DLM 25/1 aufgebaut. Inhaltlich orientiert sich das DLM 25 an der Topographischen Karte 1 : 25 000 (TK 25). Erfassungsgrundlage ist dagegen die DGK 5, so daß die Lagegenauigkeit bei ca. ± 3 m liegt.

Mit den wichtigsten zukünftigen Anwendern sind die am häufigsten verlangten topographischen Objekte für die erste Ausbaustufe abgesprochen worden. Diese Grunddaten umfassen sämtliche Straßen, Wege, Eisenbahnen und Gewässer. Neben den linearen Objekten werden die wesentlichen flächenhaften Objekte entsprechend der Landnutzung wie Wohnbauflächen, Industrie- und Gewerbeflächen, Acker, Wald u. a. erfaßt. Auf diese Weise sind in der ersten Ausbaustufe bereits ca. 80 bis 90% des Karteninhalts vorhanden.

Der Aufbau des ATKIS-DLM 25/1 erfolgt in den Jahren 1991 bis 1995, wobei die Bereiche Hannover und Braunschweig bereits überwiegend erfaßt sind und zur Verfügung stehen. Der weitere Ablauf der Erfassungsarbeiten lehnt sich an das TK 25-Fortführungsprogramm an.

Die durch die Katasterämter fortgeführten DGK 5 sind weiterhin eine der wichtigsten Quellen für den Aufbau des DLM 25/1. Deutlich wurde auch, daß die DGK 5 sicher bis ins nächste Jahrtausend als analoge Grundkarte ihre Bedeutung behält, und wer mag in unserer schnellebigen Zeit über den Zeitraum von zehn Jahren vorausschauen wollen.

VmOR Christoffers ging bei seinen Ausführungen im wesentlichen auf den Inhalt von »ATKIS« ein und erläuterte den Arbeitsablauf.

VmAR Podrenek stellte die Definition der Objekte und deren Attribute dar, erläuterte die Objekttypen und konnte an Hand von ausgewählten Beispielen aus der Praxis die Bildung von linearen und flächenhaften Objekten vorführen.

Sehr zur Vertiefung der vorausgegangenen Vorträge hat die praktische Vorführung an den SICAD-Arbeitsplätzen beigetragen. Deutlich wurden hier auch die wichtigsten Unterschiede zwischen den in Vektorform gespeicherten Daten des DLM 25/1 und den digitalen Rasterdaten gescannter topographischer Landeskarten. Die digitalen Rasterdaten sind anders als die Vektordaten des DLM 25/1 nicht nach Objektarten strukturierbar, das heißt die Abgabe von selektierten Teilbeständen ist nicht möglich. Gescannte Daten sind »dumme« Daten.

Abschließend stellte VmD Kophstahl vor allem noch die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten im kommunalen Bereich dar, wie z. B. Verkehr (Verkehrsmengenkarte), Natur und Landschaft (Nachweis von Naturschutzgebieten), Immissionsschutz (Nachweis der Lärmschutzzäune), Forstwirtschaft (Waldschadenskartierung) usw.

In der sich anschließenden Diskussion wurde das große Interesse der Teilnehmer dieser Veranstaltung am Vorhaben »ATKIS« deutlich. Wünsche wurden geäußert nach Veröffentlichung des vielzitierten Beschlusses des Niedersächsischen Landesministeriums vom Oktober vergangenen Jahres*. Es wurde deutlich, daß für die ersten Beratungen vor Ort mit Nutzern von ATKIS weitere Informationen, besonders auch zu den Minimalanforderungen an Hard- und Software, notwendig sind.

---

* vgl. RdErl – d. MI vom 30. 10. 1991 (Nieders. MBl. Nr. 40/91)

Dr. Knoop dankte abschließend allen Referenten für die fundierten und engagiert vorgetragenen Referate. Ein Dank ging auch an das gastgebende Haus, die Abteilung Landesvermessung, und an deren Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen.

Damit ging eine gelungene Fortbildungsveranstaltung zu Ende. In nur einem Tag konnte das Vorhaben »ATKIS« anschaulich dargestellt werden. Ein Teilnehmer, der offensichtlich schon viele Fortbildungsveranstaltungen besucht hat, äußerte spontan: »In der Kürze liegt die Würze«. Ich wandele ab: »In der Beschränkung auf nur ein Thema lag der Gewinn dieses Tages«.

CRHISTIAN BOSSE

Presseinformationswettbewerb für Vermessungsreferendarinnen und -referendare des Bezirkes Weser-Ems

Thema: Historische Karten

Landkarten haben seit jeher einen hohen Stellenwert besessen, insbesondere topographische Karten. Neben dem thematischen Inhalt und der Genauigkeit ist die Aktualität von großer Bedeutung.

Aber auch historische Karten erwecken – heute wieder in besonderem Maße – Interesse und Faszination. Das Nieders. Landesverwaltungsamt, Abteilung Landesvermessung, in Hannover hat in den letzten Jahren einzelne herausragende historische Karten reproduziert und somit einem größeren Interessentenkreis zugänglich gemacht.

Aufgabe: Für eine Tageszeitung ist eine allgemein verständliche, max. 2seitige Presseinformation (möglichst mit Kartenbeispiel als Reprovorlage – Herstellung im Dezernat 207 WE möglich) zu verfassen.

Eine fachkundige Jury hat den folgenden Beitrag ausgewählt.

K. KERTSCHER

Presseinformation über historische Karten

von Verm. Ref. Heiko RÖDENBEEK

Historische Karten überliefern der Nachwelt als Ergebnis einer topographischen Aufnahme ein unverfälschtes Bild der damaligen Landschaft. Sie ermöglichen dem Wissenschaftler wie auch dem heimatkundlich interessierten Laien tiefgreifende Erkenntnisse über die Entwicklung und den Wandel unserer Umwelt.

Das wohl älteste kartographische Dokument ist eine auf 3800 v. Chr. datierte babylonische Karte, die auf einem geritzten Tonplättchen das nördliche Mesopotamien mit dem Euphrat, einigen Orten und den das Land angrenzenden Gebirgen darstellt. Kartographische Darstellungen aus dem Altertum sind jedoch nur ganz wenige bis in die heutige Zeit erhalten geblieben.

Aus der Zeit des Mittelalters hingegen sind beispielsweise eine ganze Reihe sogenannter Rundkarten überliefert worden, die bis ins 7. Jahrhundert reichen. Diese Karten stellen nach der damaligen, auf die Bibel gestützten Weltanschauung die Welt als eine runde, vom Weltmeer ringsumflossene Scheibe dar.

Eine der bekanntesten Rundkarten ist die zur Zeit der Kreuzzüge um 1235 entstandene Ebstorfer Weltkarte. Diese kreisrunde Karte mit einem Durchmesser von 3,5 m gilt als das älteste kartographische Erzeugnis des niedersächsischen Raumes.

Im 15. und 16. Jahrhundert führten die geographischen Entdeckungen und das Aufkommen der Druckverfahren zu einem enormen Aufschwung der Kartographie. Die Forderung nach einer geometrisch richtigen Darstellung, die vor allem von der Seefahrt immer öfter erhoben wurde, führte zur ersten intensiven Anwendung von Kartennetzen und zur Entwicklung weiterer Kartennetzentwürfe.

Ziel des Kartographen war nämlich anfangs gewesen, ein anschauliches Bild und nicht eine geometrisch genaue Lagebezeichnung zu schaffen. Die Wiedergabe der Landschaft erfolgte daher oft skizzen- oder bildhaft. Siedlungen, Wälder und Berge wurden in der Regel in Ansicht, nicht selten auch aus der Vogelperspektive gezeichnet.

Kennzeichnend für viele historische Karten dieser Zeit und in das 18. Jahrhundert hinein ist weiterhin die sehr ausgeprägte Titel- und Randgestaltung. So wurden häufig Wappen und mythologische Gestalten mit in die Karte aufgenommen sowie Kartuschen, die als medaillonförmige Ornamentmotive Erläuterungen und wortreiche Widmungen enthalten.

Diese Merkmale weist auch die Ostfriesland-Karte »Tabula Frisiae Orientalis«, Nürnberg 1730, des E. G. Coldewey auf, die erst vor kurzem vom Nds. Landesverwaltungsamt, Abteilung Landesvermessung, in Hannover farbig reproduziert und vertrieben wurde.

Sie gehört zur Gruppe der mit Ergänzungen versehenen Nachstiche der Ubbo-Emmius-Karte »Typus Frisiae Orientalis« von 1595, die wegen der für ihre Zeit hervorragenden kartographischen Aufnahme über zwei Jahrhunderte als Vorlage anderer Ostfriesland-Karten diente.

Hervorstechendste Merkmale dieser schönen historischen Karte von Coldewey sind neben der dekorativen Staffage die übersichtliche Ämtereinteilung, die deutliche Darstellung neuerer Einpolderungen sowie die Stadtpläne von Aurich und Emden (s. Karte).

Die weitere Entwicklung der topographischen Kartographie führte aufgrund der verbesserten Aufnahmemethoden – hier sind besonders die Meßtischaufnahme und die Triangulation (Dreiecksmessung) zu nennen – über die Regionalkarten zu den Kartenwerken der topographischen Landesaufnahme. Gleichzeitig vollzog sich ein Übergang von der bildhaften zur abstrakt-geometrischen Darstellungsweise.

Im hiesigen Raum sind insbesondere die Kartenwerke der Kurhannoverschen, Gaußschen und Preußischen Landesaufnahme entstanden.

Die Kurhannoversche Landesaufnahme des 18. Jahrhunderts wurde im Auftrag von König Georg III. in den Jahren 1764 bis 1786 durch Offiziere des Hannoverschen Ingenieurkorps durchgeführt. Ihr liegt das Projekt der Herstellung eines Verbindungskanals zwischen Elbe und Weser durch die großen Moore im Raum von Stade und Bremen zugrunde. Der in London regierende Monarch fand die kartographischen Arbeiten so hervorragend, daß er 1767 die topographische Aufnahme des gesamten Kurfürstentums Hannover anordnete.

Das mit dem Meßtisch im Maßstab 1 : 21 333 aufgenommene Kartenwerk umfaßt 165 Blätter. Die auf Karton gezeichneten und von Hand kolorierten Originale existieren nur noch in einer einzigen Ausgabe und befinden sich in der Staatsbibliothek Preußischer Kulturbesitz in Berlin.

Die Gaußsche Landesaufnahme der 1815 auf dem Wiener Kongreß durch Hannover neu erworbenen Gebiete wurde auf Anordnung Georgs IV. im Anschluß an das Gaußsche Triangulationsnetz des Königreichs Hannover durch den berühmten Mathematiker und Astronom C. F. Gauß von 1827 bis 1860 vorgenommen. Dieses auf einer trigonometrischen Grundlage basierende einfarbige Kartenwerk ist ebenso wie das Kartenwerk der Kurhannoverschen Landesaufnahme bei der Reproduktion aus dem Originalmaßstab 1 : 21 333 auf den heute gebräuchlichen runden Maßstab 1 : 25 000 ohne merklichen Detailverlust verkleinert worden.

Nachdem das Königreich Hannover 1866 preußische Provinz geworden war, wurde in den Jahren 1880 bis 1913 auf Grundlage einer von Schreiber erneuerten Landestriangulation die Preußische Landesaufnahme durchgeführt. Die im Maßstab 1 : 25 000 mit dem Meßtisch aufgenommenen Karten werden auch als Meßtischblätter bezeichnet. Sie sind die Erstausgaben der heutigen topographischen Karten TK 25.

Ein Vergleich der historischen Kartenwerke mit diesen aktuellen Karten vermittelt eine hervorragende Information über den Wandel unserer Heimat. Damit diese wahre Fundgrube einer vergangenen Epoche dem immer größer werdenden Interessentenkreis nicht verschlossen bleibt, muß der Reproduktion der oft nur in wenigen Auflagen erschienenen und daher nur schwer zugänglichen historischen Karten weiterhin eine besondere Bedeutung zukommen.

Ostfriesland-Karte »Tabula Frisiæ Orientalis«, Nürnberg 1730, von E. G. Coldewey

Buchbesprechung

Berthold Pfeiffer und Günter Weimann

Geometrische Grundlagen der Luftbildinterpretation
Einfachverfahren der Luftbildauswertung

2., neubearbeitete Auflage, 132 Seiten, 53 Abbildungen, DIN A5, kartoniert, 48,– DM
ISBN 3-87907-204-3
Erschienen im Herbert Wichmann Verlag GmbH, Karlsruhe 1991

Das erstmals 1983 erschienene Buch ist aus Vorlesungen und Übungen zur Technik der Luftbildinterpretation entstanden und liegt jetzt in einer neubearbeiteten Auflage vor. Das ist sehr zu begrüßen, da sich die photogrammetrische Auswertetechnik in den vergangenen Jahren in einem unerwartet schnellen Ausmaß verändert hat und die rechnerischen Verfahren immer stärker in den Vordergrund gerückt sind. So existieren heute viele einfache analytische Verfahren, die bereits auf Personalcomputern lauffähig sind. Weiterhin gewinnen die verschiedenartigen Entzerrungsverfahren zunehmend an Bedeutung. Außerdem ist hier noch die Bündeltriangulation zu nennen, deren praktischer Einsatz an keine rechnerbedingten Schranken mehr stößt. Diese neuen Entwicklungen müssen deshalb bei der Auswahl geometrisch befriedigender Auswerteverfahren auch für Zwecke der Luftbildinterpretation beachtet werden.

Das Buch ist übersichtlich in 5 Kapitel gegliedert. Zunächst werden die allgemeinen Regeln zur Herstellung von Luftbildern dargelegt. Dieser als Überblick gedachte Abschnitt informiert den Leser in knapper, aber ausreichender Form über die Entstehung des Bildmaterials sowie über die dadurch bedingten Auswirkungen auf die bestimmenden Daten der Luftbilder. Anschließend werden die wichtigsten geometrischen Eigenschaften der Luftaufnahmen anschaulich zusammengestellt, was hier auch ohne breitere theoretische Abhandlung gut gelungen ist.

Das folgende Kapitel ist der Einbildauswertung gewidmet. Dabei werden in einem ersten Teil die einfachen Verfahren der Datenerfassung aus Luftbildern bei ebenen Geländeverhältnissen sowie die perspektivische Umbildung solcher Bilder sehr ausführlich an praktischen Beispielen und Aufgaben erläutert und diskutiert. Diese Verfahren erfordern im allgemeinen keine komplizierten Geräte, was für den nach möglichst wirtschaftlichen Lösungen suchenden Praktiker von großem Interesse ist. Im zweiten Teil werden die Auswirkungen von Geländeunebenheiten auf die Auswerteverfahren beschrieben und die differentielle Entzerrung kurz gestreift.

Im 4. Kapitel werden Verfahren der Zweibildauswertung, mit und ohne Ausnutzung des stereoskopischen Effektes, dargestellt. Der Gewinnung von Höheninformationen wird in diesem Kapitel der größte Platz eingeräumt. Ebenso wird der Luftbildinterpret auf weiterführende analytische Auswertesysteme aufmerksam gemacht. Das abschließende Kapitel enthält zur Abrundung eine gutgelungene Zusammenfassung der wichtigsten Gesichtspunkte, die bei einer Ausdehnung der zuvor behandelten Auswerteverfahren auf größere

Bild- oder Blockverbände zu berücksichtigen sind. Hervorzuheben ist hierbei vor allem der Hinweis auf das heute übliche Verfahren der Aerotriangulation mit anschließender Bündelausgleichung.

Das nicht als Lehrbuch konzipierte Buch ist flüssig und gut verständlich geschrieben. Es richtet sich als ein ausgezeichneter Leitfaden insbesondere an diejenigen Praktiker, die sich des öfteren mit den vielfältigen Aufgaben der Luftbildinterpretation beschäftigen. Darüber hinaus bietet das Buch eine empfehlenswerte Hilfestellung aber auch allen photogrammetrisch vorgebildeten Leserinnen und Lesern, bei denen die Luftbildmessung ein wenig in Vergessenheit geraten ist und die ihre noch vorhandenen Kenntnisse wieder einmal auffrischen möchten.

JÜRGEN GESSLER

Anschriften der Mitarbeiter dieses Heftes

Dr.-Ing. Wilfried Staufenbiel, Ltd. Vermessungsdirektor bei der Bezirksregierung Lüneburg, Dezernat Vermessungs- und Katasterangelegenheiten, Auf der Hude 2, 2120 Lüneburg

Dr.-Ing. Ernst Jäger, Vermessungsassessor im Niedersächsischen Landesverwaltungsamt – Landesvermessung –, Warmbüchenkamp 2, 3000 Hannover 1

Prof. Dr.-Ing. Dieter Grothenn, Ltd. Vermessungsdirektor im Niedersächsischen Landesverwaltungsamt – Landesvermessung –, Warmbüchenkamp 2, 3000 Hannover 1

Christian Bosse, Vermessungsamtmann beim Katasteramt Holzminden, Böntalstraße 44, 3450 Holzminden 1

Heiko Rödenbeek, Vermessungsreferendar bei der Bezirksregierung Weser-Ems, Tappenbeckstraße 3, 2900 Oldenburg

Dr.-Ing. Jürgen Geßler, Vermessungsoberrat im Niedersächsischen Landesverwaltungsamt – Landesvermessung –, Warmbüchenkamp 2, 3000 Hannover 1

Einsendeschluß für Manuskripte

Heft 1	10. November
Heft 2	10. Februar
Heft 3	10. Mai
Heft 4	10. August