

Zeitschrift: Mensuration, photogrammétrie, génie rural
Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) =
Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF))
Band: 73-F (1975)
Heft: 1

Artikel: Geometrische Strukturtypen kartographischer Ausdrucksformen und
ihre digitale Darstellung
Autor: Hoinkes, Christian
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-227512>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 12.02.2026

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

Geometrische Strukturtypen kartographischer Ausdrucksformen und ihre digitale Darstellung

Christian Hoinkes

1. Einführung

In diesem Aufsatz soll von den Bausteinen, aus denen beliebige Kartenbilder, topographische oder thematische, aufgebaut werden können, die Rede sein. Wir verwenden also den Begriff «kartographische Ausdrucksformen» im selben Sinne wie Professor E. Imhof in seinem 1972 erschienenen Lehrbuch «Thematische Kartographie». Dabei sind wir uns der Tatsache bewusst, dass dieser Begriff von anderen Autoren (zum Beispiel Schmidt-Falkenberg 1962, Arnberger 1966, Hake 1974) ganz anders, nämlich zur Bezeichnung von «Karte und kartenverwandte Darstellungen», oder synonym mit «kartographische Darstellungen» verwendet wird. Da sich aber die im folgenden zu entwickelnde Klassifikation der Bausteine «kartographischer Gefüge» (Imhof 1972) oder «Strukturformen» (Meynen 1972) eng an die von Imhof dargelegte anlehnt, übernehmen wir auch seine Terminologie, anstatt mit wieder neuen Begriffen neue Verwirrung zu stiften.

Der Anlass zur Suche nach einer neuen Typisierung kartographischer Ausdrucksformen ist heute durch die unaufhaltsamen Bestrebungen zur Automatisierung gewisser Teilvorgänge der Kartenherstellung gegeben. Die Verwendung von digitalen Computern zur Verarbeitung von Karteninhalt zwingt zu einer neuen Art von kartographischer Modellbildung, der Bildung von digitalen kartographischen Modellen. Es wird hier bewusst der Ausdruck «digitale Kartenmodelle» vermieden, da es uns nicht um Modelle von bestimmten Karten – als graphische Produkte – geht, sondern um digitale Modelle der Wirklichkeit in derselben Art und auf derselben Abstraktionsstufe wie Karten. Dies soll heissen, dass auch die digitalen kartographischen Modelle sogenannte «Sekundärmodelle von Wirklichkeitsausschnitten» sein sollen. Dass Karten solche Sekundärmodelle sind, hat Hake (1974) überzeugend gezeigt. Primärmodelle, das heisst unmittelbares Modell der Wirklichkeit, ist dabei das Quellenmaterial, dessen Erhebung bereits mit einer geometrischen und begrifflichen Generalisierung verbunden ist. Die digitale kartographische Modellbildung soll nun prinzipiell von demselben Quellenmaterial (Primärmodell) ausgehen und zum selben Ziel, nämlich zur Herstellung von graphischen Kartenbildern, führen. Diese Kartenbilder werden nun aber nicht mehr direkt als Graphiken geformt, sondern werden über den Zwischenschritt einer digitalen Beschreibung von potentiell Karteninhalt hergestellt. Dieser Zwischenschritt eröffnet heute ganz neue Möglichkeiten zur Bearbeitung kartographischer, das heisst bei der Erfassung schon kartographisch modellierter, Daten. Insbesondere werden geometrische Transformationen, die Auswahl gewünschter Kombinationen von Inhaltselementen, zweck-

entsprechende Variationen der graphischen Darstellungsweise dieser Inhaltselemente und die Nachführung des gesamten Karteninhaltes erleichtert werden, sofern es gelingt, das digitale Modell logisch geeignet zu strukturieren und physikalisch genügend billig, exakt und handlich zu realisieren. Letzteres scheint heute trotz der nötigen enormen Datenmengen schon in greifbare Nähe gerückt zu sein. Auch über Datenstrukturen, die eine einfache und rasche Manipulation grosser geometrischer Datenmengen zulassen, ist in Theorie und Praxis schon viel bekannt. Als Elemente oder «Bausteine» solcher Strukturen werden hauptsächlich Einzelpunktkonfigurationen und Punktfolgen (Linien), manchmal auch Lokal-diagramme, Textzeilen oder Einheitsflächenelemente betrachtet. Unseres Wissens nach gibt es aber bisher noch keinen Ansatz zur Definition einer universellen Menge von solchen «Bausteinen», die erlauben würde, praktisch alle bekannten und sinnvollen Gefüge sowohl topographischer als auch thematischer Karten aufzubauen. Im folgenden soll versucht werden, diese Lücke zu schliessen. Als hervorragend geeigneter Ausgangspunkt hat sich dabei die Gliederung der kartographischen Ausdrucksformen erwiesen, wie sie Imhof 1972 gegeben hat, auch wenn diese im folgenden, der neuen Zielsetzung einer digitalen Beschreibung entsprechend, leicht modifiziert und ergänzt werden wird.

2. Klassifikation der kartographischen Ausdrucksformen

Zunächst müssen wir uns fragen, nach welchen Gesichtspunkten wir zur Klassifikation der kartographischen Ausdrucksformen vorgehen sollen. Was stellen diese Formen eigentlich dar? Es scheinen im wesentlichen drei verschiedene Dinge zu sein, nämlich:

1. Qualitäten, das heisst verschiedenartige, verschieden benennbare Objekte oder Sachverhalte werden dargestellt,
2. Quantitäten, das heisst die Darstellungen können auch Aussagen über Mengen enthalten, und
3. grundrisslich-geometrische Relationen, das heisst die Dinge sind so angeordnet und geformt, dass ihre Verbreitung oder Form im Grundriss in mehr oder weniger starker Abstraktion, aber immer noch räumlich ähnlich, ersichtlich ist.

Die verschiedenen Qualitäten werden dabei – zusätzlich zur grundrisslichen Form – durch die Variation graphischer Parameter, wie Form, Farbe, Flächenmuster usw., ausgedrückt, die Quantitäten teilweise auch, aber ergänzt durch die Variation geometrischer Dimensionen. In beiden Fällen kann Text zur Unterstützung oder sogar als Ersatz herangezogen werden.

Diese Variationsmöglichkeiten gelten genau so auch für viele andere Arten von Graphiken. Spezifisch kartographisch wird die Darstellung erst durch die Beziehung der ersten beiden Aussagearten zum Grundriss. Es liegt also nahe, kartographische Ausdrucksformen primär nach der Art ihrer Beziehung zum Grundriss zu klassifizieren. Man kommt auf die bekannten drei Möglichkeiten der *punktbezogenen*, *linienbezogenen* und *flächenbezogenen* Formen. Punkt, Linie und Fläche werden dabei als geometrische Begriffe im Grundriss verstanden. Als graphische Realisierung davon sind nur reale Flächengebilde, die also einen bestimmten Platz in der

Karte einnehmen, möglich. Diese zweidimensionalen Gebilde lassen sich wieder nach ihrem geometrischen Aufbau in drei Gruppen einteilen:

1. die *bildhaft-individuellen*,
2. die *genormt-symbolischen* (die Signaturen) und
3. die *nach individuellen Mengenwerten konstruierten* (die Diagramme).

Als Sonderfall kommt noch 4. *Text* hinzu, den man am ehesten zur ersten Gruppe der Individualbilder zählen könnte, wenn er sich von diesen nicht dadurch unterscheiden würde, dass er sich aus einigen wenigen, immer wiederkehrenden, bedeutungsvollen Zeichen zusammensetzt.

Für die angestrebte digitale Beschreibung der verschiedenen kartographischen Ausdrucksformen, das heisst für eine Beschreibung mittels einer Anzahl Zeichen aus einem endlichen Zeichenvorrat, muss nun gerade der geometrische Aspekt dieser Ausdrucksformen erst digitalisiert werden. Die kontinuierliche, zweidimensionale Koordinatenebene wird dazu in ein Gitter von endlich vielen Koordinatenschnittpunkten umgewandelt. Sowohl die Grundrissgeometrie als auch der geometrische Aufbau der zugehörigen kartographischen Ausdrucksformen müssen auf solchen Gittern – es können nämlich durchaus verschiedene, einander überlagerte, verwendet werden – beschrieben werden. Daher versuchen wir nun, die Gesamtheit der kartographischen Ausdrucksformen streng nach den obenerwähnten geometrischen Kriterien zu klassifizieren, nach ihrer Grundrissbezogenheit und, dieser untergeordnet, nach ihrem formalen Aufbau.

Die auf einen Grundrisspunkt bezogenen Formen

1. Lokale individuelle Ansichtsbilder:

(bei Imhof: individuelle Ansichts-Kleinbilder)



Abbildung 1

Jedes Bild kommt nur einmal vor und lässt sich durch Angabe eines Punktes (eines Koordinatenpaares) und einer Richtung platzieren.

2. Lokale Signaturen:

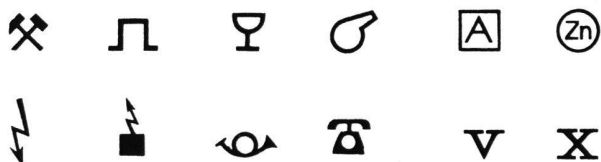


Abbildung 2

Mehrere qualitativ gleiche Objekte oder Vorkommnisse werden an verschiedenen Punkten, eventuell auch mit verschiedener Orientierung, durch eine jeweils gleiche

Kleinfigur dargestellt. Auch Schriftzeichen können zur Signatur gehören oder selbst Signatur sein. Die Dimension der Signatur kann Ausdruck eines zugeordneten Intervalles von Zahlenwerten sein, falls nur wenige, sich häufig wiederholende Intervalle unterschieden werden. Bei feinerer, individueller werdender Abstufung gehen wir zur dritten und letzten punktbezogenen Form, den lokalen Diagrammen, über. Da auch die Diagramme nie wirklich kontinuierliche Grössenvariationen zeigen, kann keine absolut scharfe Grenze zu den Signaturen gezogen werden.

3. Lokale Diagramme:

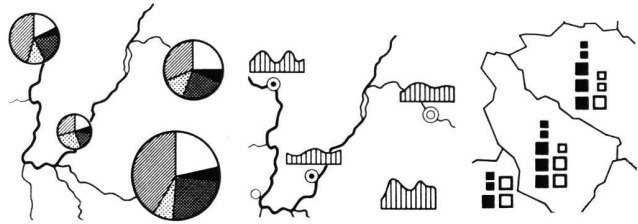


Abbildung 3

Diese werden nach bestimmten geometrischen Regeln über einem Referenzpunkt aufgebaut, wobei ihre Dimensionen nach zugeordneten Mengen festgelegt werden. Der Referenzpunkt kann auch stellvertretend für ein ganzes Bezugsareal stehen. Die Diagramme selbst bauen sich aus lokalen, linearen und flächenbedeckenden Signaturen auf.

Die auf eine Grundrisslinie bezogenen Formen

Hier können wir die Individualbilder ausschliessen, denn diese können nur flächenhaften Charakter haben, wenn sie auch eventuell als Ganzes punktbezogen sind. In Grenzfällen können sie auch durch fein abgestufte Signaturen simuliert werden, wie zum Beispiel bei schrittweise breiter werdenden Bachlinien.

4. Lineare Signaturen:

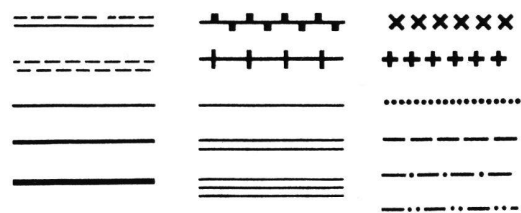


Abbildung 4

Der Verlauf der linearen Signaturen ist vollständig durch den generalisierten Grundriss der betreffenden Objekte oder Sachverhalte gegeben. Auch Umrisse von flächenhaften Grundrissen gehören hierher, wenn sie auch meist durch flächenhafte Signaturen ergänzt werden. Von der Bedeutung her ist zudem meist die Grössenordnung der möglichen Linienbreite festgelegt. Innerhalb dieser engen Grenzen bleibt aber immer noch eine erstaunliche Mannigfaltigkeit an graphischen Variationsmöglichkeiten.

Für diese ist charakteristisch, dass ein bestimmtes Muster entlang einer Linie bestimmter Bedeutung ständig gleich wiederholt wird. Dieses Linienmuster kann auch Ausdruck für Zahlenwerte sein. Ähnlich wie bei den lokalen Signaturen ergeben sich bei feinerer Abstufung der Zahlenwerte kontinuierliche Übergänge zu den Banddiagrammen.

5. Linien- oder Banddiagramme:

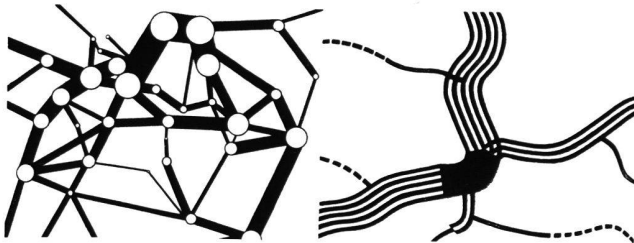


Abbildung 5

Hier werden über der Achse von meist stark generalisierten Grundrisslinien nach bestimmten geometrischen Regeln einfache Diagramme aufgebaut, deren Dimensionen sich nach Zahlenwerten richten, die entlang der Grundrisslinien variieren. Da selten genügend Quellenmaterial für eine annähernd kontinuierliche Variation vorliegt, können die Banddiagramme meist als geometrisch aufgebaute Spezialfälle von Linearsignaturen angesehen werden.

Die auf Grundrissflächen bezogenen Formen

6. Flächenbedeckende individuelle Bilder:

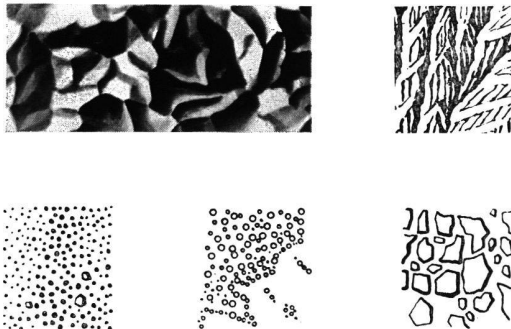


Abbildung 6

Im Gegensatz zu den individuellen Lokalbildern dehnen sich diese flächenbedeckenden Bilder entweder über die ganze Karte (Relief, Orthophotobilder) oder bestimmte Teilgebiete derselben, die meist nicht durch eine scharfe Linie abgrenzbar sind, aus. Sie sind Punkt für Punkt an den Grundriss gebunden, weshalb sie bei Imhof teilweise unter der Kategorie der «grundrisslichen Elemente» zu finden sind. Die stärker generalisierten Formen davon hat Imhof aber, unserer Meinung nach nicht ganz zu Recht, zu den «flächenbedeckenden Signaturen» gezählt, obwohl nicht uniforme Kleinfiguren verwendet werden (zum Beispiel bei Geröll oder Buschwerk).

Auch flächenhafte Bewegungspfeile und Vektorscharen gehören im allgemeinen hierher, wenn sie auch in einfachen Fällen aus lokalen Signaturen (Pfeilspitzen und Enden) und linearen Signaturen (Pfeilachsen) zusammengesetzt werden können (siehe dazu 8.).

7. Flächenbedeckende Signaturen:



Abbildung 7

Hier wird ein regelmässiges Muster innerhalb einer klar umrissenen Fläche wiederholt. Der einfachste Fall davon ist der Vollton. Die Flächenbegrenzung wird oft – als Liniensignatur – zusätzlich dargestellt. Das Flächenmuster kann auch nach Zahlenwerten abgestuft werden, allerdings nur nach solchen relativ zur Flächeneinheit, nicht nach absoluten Zahlen bezüglich eines bestimmten, individuell geformten Gebietes. Ein grundrisslich-flächenbedeckendes Diagramm ist nicht möglich, da ein Diagramm selbst flächenhaft ist und nur als Ganzes platziert werden kann (Ausnahme: Liniendiagramme).

Kombinierte Formen und Beschriftung

Wie schon bei den lokalen Diagrammen und den flächenbedeckenden Signaturen angedeutet, können gewisse Karteninhaltelemente durch Kombinationen aus den bisher aufgeführten sieben Strukturtypen ausgedrückt werden. Solche Kombinationen sind als weitere Strukturtypen zu definieren, wenn sie dazu verwendet werden sollen, Karteninhalte von einheitlicher Qualität, gekennzeichnet durch einen Namen, auszudrücken.

8. Kombinierte Lokal-/Linearsignaturen:

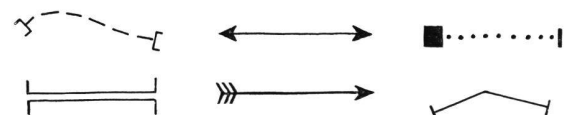


Abbildung 8

Häufig werden lokale und lineare Signaturen zu grundrisslich fixierten Vektor- oder Streckendarstellungen kombiniert, bei denen – im Gegensatz zu den reinen Linearsignaturen – Anfang und Ende speziell durch lokale Signaturen hervorgehoben werden. Diese Kombination wird daher als achter Strukturtypus eingeführt.

9. Beschriftung:

Ein solcher kombinierter Strukturtypus ist auch zur Beschreibung der Kartenbeschriftung notwendig. Individuelle Folgen von Schriftzeichen werden mehreren – zwar unsichtbaren – Schriftlinien zugeordnet, die ihrerseits wieder einem beliebigen der bisherigen acht Strukturtypen zugeordnet sein können (aber nicht müssen).

3. Zur digitalen Darstellung benötigte Daten-Strukturtypen

Wir haben somit neun geometrische Strukturtypen kartographischer Ausdrucksformen unterschieden, die ausreichen sollten, alle Arten qualitativ unterschiedener, das heisst durch einen Namen gekennzeichneteter, Karteninhaltelemente nach jeweils genau einem Typus zu beschreiben. Dies erlaubt uns, im gesuchten digitalen kartographischen Modell ebenfalls mit wenigen, sinnvollen Strukturtypen geometrischer und quantitativer Daten auszukommen, die jeweils unter einem Namen abgespeichert werden. Angaben über die graphische Ausführung der jeweiligen digitalen Strukturtypen sind für die Speicherung noch keine nötig. Erst für eine graphische Ausgabe der Daten müssen solche graphischen Parameter zusätzlich fixiert werden. Welche Möglichkeiten für jeden Strukturtypus überhaupt gegeben sind, hängt ganz vom jeweils benützten Ausgabegerät ab. Für alle gleich benannten Datenstrukturtypen werden dann dieselben graphischen Parameterwerte festgelegt, da in der Karte ja gleiche Bedeutung mit gleicher graphischer Codierung dargestellt wird.

Natürlich sind die noch verfügbaren graphischen Variationsmöglichkeiten durch die geometrischen Daten weitgehend eingengt. Im Gegensatz zur bisherigen manuellen und direkt graphischen Erzeugung des Kartenbildes sind sie aber immerhin vorhanden. Durch geeignete Realisierung des digitalen Modells sollte ermöglicht werden, die Auswirkungen einer bestimmten graphischen Darstellungsweise der Karteninhaltelemente auf einem schnell arbeitenden Ausgabegerät (zum Beispiel Bildschirm) vor einer definitiven Zeichnung zu überprüfen. Falls nötig, sollte es dem beurteilenden Kartographen möglich sein, nicht nur die Art der graphischen Darstellung, sondern in gewissen Fällen auch die geometrischen Daten abzuändern. Solches Ändern aus graphischen Gründen kann zum Beispiel sein: Verschieben lokaler Bilder, Signaturen oder Diagramme, Löschen von Linienteilen, exaktes Einfügen von neuen Linienstücken usw. Solche Möglichkeiten sollte die Realisierung eines digitalen kartographischen Modells ohnehin zur Korrektur von Fehlern und zur Fortführung der Daten bieten.

Man muss sich dagegen bewusst sein, dass durch solche interaktive Änderungsmöglichkeiten kaum ein vollständiges Generalisieren von ganzen Kartenbildern auf rationelle Weise möglich sein wird. Sie erlauben aber für gewisse Fälle, wie zum Beispiel bei einfachen Basiskartenbildern für thematische Darstellungen, die an sich für einen bestimmten, recht engen Massstabsbereich digitalisierten Modelldaten dem neuen Zweck und Massstab entsprechend zu generalisieren. Automatische Linienglättungs- und Datenauswahlverfahren können zur Entlastung des Kartographen in solchen einfachen Fällen schon heute herangezogen werden. Es ist aber wichtig festzuhalten, dass die beabsichtigte graphische Darstellungsweise auch in so einfachen Fällen schon mitberücksichtigt werden muss.

Im folgenden wollen wir eine Menge von Datenstrukturtypen näher beschreiben, die erlaubt, alle erwähnten Typen kartographischer Ausdrucksformen digital darzustellen. Dabei soll zwischen den permanent zu speichern-

den geometrischen und quantitativen Daten einerseits und den je nach Ausgabegerät und Darstellungszweck zuzuweisenden graphischen Parametern andererseits unterschieden werden.

TYP 1, für lokale individuelle Ansichtsbilder (Abb. 1)

a) Geometrische Daten:

X/Y	Koordinatenpaar (Gitterpunkt)
PHI	Winkel relativ zur X-Achse (eventuell durch zweites Koordinatenpaar gegeben)
FIG	Bezeichnung einer Figur, die aus einer Menge der folgenden Typen 4, 5 und 7 zusammengesetzt sein kann

b) Graphische Parameter:

FM	Figuren-Massstabsfaktor
Weitere wie unter TYP 4	

TYP 2, für lokale Signaturen (Abb. 2)

a) Geometrische Daten:

X_i/Y_i	Koordinatenpaare, $i = 1 \dots n$
PHI_i	Winkel relativ zur X-Achse, $i = 1 \dots n$
SIG	Bezeichnung der Signaturenform, zusammengesetzt aus Typen 4, 5, 7 oder analog realisiert, zum Beispiel als Druckzeichen

b) Graphische Parameter:

FM	Signaturen-Massstabsfaktor
SIG	Neue Signaturenform, anstelle der alten einzusetzen

Weitere wie unter TYP 4 (BM, WE, PHIW, DX/DY)

TYP 3, für lokale Diagramme (Abb. 3)

a) Geometrische/quantitative Daten:

X_i/Y_i	Koordinatenpaare, $i = 1 \dots n$
PHI_i	Winkel zur X-Achse, $i = 1 \dots n$
ME_{ij}	Mengen j bezüglich der Orte i
DIA	Bezeichnung der Diagrammart, das heisst eines Programmes zum Aufbau der Diagramme aus den Mengen ME mittels der Typen 2, 4, 5 oder 7

b) Graphische Parameter:

FM	Massstabsfaktor für die Diagramme
DIA	Neue Diagrammart, anstelle der bisherigen zu verwenden

Weitere wie unter TYP 4

TYP 4, für lineare Signaturen (Abb. 4 und 9)

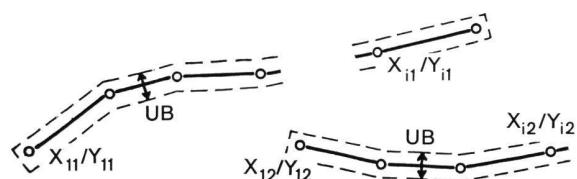


Abbildung 9

a) Geometrische Daten:

X_{ij}/Y_{ij}	Koordinatenpaare $i = 1 \dots n$ der Linienstücke $j = 1 \dots m$
UB	Ungefähre Breite der Linien (wichtig, da die Grössenordnung der Breite die Grundrissform und -lage, auch der Nachbarelemente, beeinflusst)
VA	Verbindungsart der Punkte, allgemeinsten Fall: linear, Interpolation höherer Ordnung nur für bestimmte Ausgabegeräte sinnvoll. Die Bewegung selbst kann kontinuierlich erfolgen oder aus einer Anzahl standardisierter Vektoren (häufig 8) zusammengesetzt werden. Eine solche Vektorfolge kann auch zur Darstellung der Linien gespeichert werden (anstelle der Folge von Koordinatenpaaren). Für kartographische Linien ist dies aber wegen der notwendigen kleinen Vektorlänge kaum effizient und ausserdem fehleranfällig

b) Graphische Parameter:

BM	Bewegungsmuster, das entlang der Linie wiederholt werden soll, zum Beispiel Strichliermuster, Punktierung in regelmässigen Abständen, Punktierung an den gegebenen Stützpunkten
WE	Werkzeug, das entlang der Linie bewegt werden soll (mehrere Durchgänge mit verschiedenen Werkzeugen möglich)
PHIW	Werkzeugorientierung (nicht für Tangentialsteuerung zu verwenden, da diese mit der Werkzeugangabe selbst verbunden werden kann, da es in der Regel nicht sinnvoll ist, mit demselben Werkzeug mit oder ohne diese zu zeichnen)
DX/DY	Werkzeugexzentrizität

TYP 5, speziell für Kreisbögen (Abb. 4 und 10)

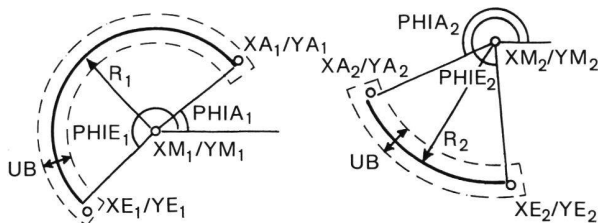


Abbildung 10

Kreisbögen könnten als Spezialfall von TYP 4 behandelt werden. Für exaktere und kompaktere Darstellung, und weil oft durch spezielle Hardware realisierbar, wird dafür ein zusätzlicher Strukturtypus definiert.

a) Geometrische Daten:

XM_i/YM_i	Mittelpunkte, $i = 1 \dots n$
XA_i/YA_i	Anfangspunkte (da auf Gitter, nicht genau auf Kreisbogen)
XE_i/YE_i	Endpunkte (ebenfalls nicht genau auf dem Kreis liegend). Die Punkte A und E wären zur Definition nicht nötig, sind aber für den Anschluss anderer Linien praktisch
$PHIA_i$	Anfangswinkel relativ zur X-Achse
$PHIE_i$	Endwinkel ($PHIA_i = PHIE_i$ für einen Vollkreis)
R_i	Radialen (gerundet auf Gittereinheiten)
UB	Ungefähre Breite der Linien

b) Graphische Parameter:

Wie für TYP 4

TYP 6, für Liniendiagramme (Abb. 5)

a) Geometrische/quantitative Daten:

X_{ij}/Y_{ij} und VA	wie bei TYP 4
M_{ij}	Mengen i bezüglich der Linienstücke j
LDIA	Programm zum Aufbau der Diagramme aus den Mengen M mittels der Typen 4, 5 oder 7

b) Graphische Parameter:

FM	Massstabsfaktor für die Diagrammkonstruktion
LDIA	Neues Programm für die Diagrammkonstruktion anstelle des bisherigen

Weitere wie unter TYP 4

TYP 7, für flächenbedeckende individuelle Bilder (Abb. 6 und 11)

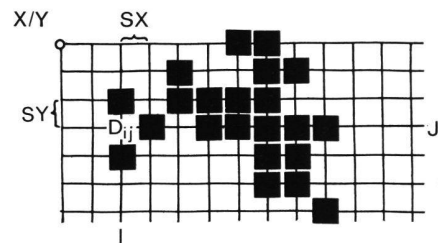


Abbildung 11

a) Geometrische/quantitative Daten:

X/Y	Referenzpunkt
SX	Schrittweite in X-Richtung
SY	Schrittweite in Y-Richtung, normalerweise ist $SX = SY$ und beides für die Darstellung kontinuierlich erscheinender Bilder kleiner als 0,1 mm
I/J	Positionsnummernpaar relativ zu Referenzpunkt
D_{ij}	Zahlenwerte, an jeder Position I/J die Bild-dichte darstellend (Spezialfall: $D = 0$ oder 1)

Dieser Strukturtypus ist unter dem Namen «Rasterdarstellung» bekannt und zur Darstellung beliebiger Bilder geeignet. Er führt im allgemeinen zu sehr grossen Datenmengen, die aber in speziellen Fällen (zum Beispiel $D = 0$ oder 1) stark komprimiert werden können.

b) Graphische Parameter:

Keine, nur geometrische oder Dichtewert-Transformationen möglich

Für die flächenbedeckenden Signaturen (Abb. 7) ist kein eigener Datenstrukturtypus notwendig. Sie können als TYP 4 oder TYP 2 dargestellt werden. In beiden Fällen muss nur die Umrisslinie als Menge von Typen 4 bekannt sein. Die dadurch definierte Fläche kann dann rechnerisch durch einen der beiden Typen 2 oder 4 gefüllt werden, wenn zusätzlich zu den typ-spezifischen graphischen Parametern noch drei weitere angegeben werden, nämlich:

SX/SY	Schraffuranfangspunkt
SW	Schraffurweite
SPHI	Schraffurwinkel

Durch wiederholtes Schraffieren derselben Flächen können beliebig komplexe Schraffurmuster erzeugt werden. Unter «Schraffieren» wird hier auch das regelmässige Wiederholen von punktbezogenen Signaturen entlang von Schraffurlinien verstanden.

TYP 8, für kombinierte lokale/lineare Signaturen (Abb. 8)

a) Geometrische Daten:

Wie TYP 4 Linien
ASIG Signaturenform an allen Linienanfangspunkten
ESIG Signaturenform an allen Linienendpunkten, Orientierung von ASIG und ESIG jeweils senkrecht zur Linientangente

b) Graphische Parameter:

Wie zweimal TYP 2 plus einmal TYP 4

TYP 9, für Beschriftung (Abb. 12)

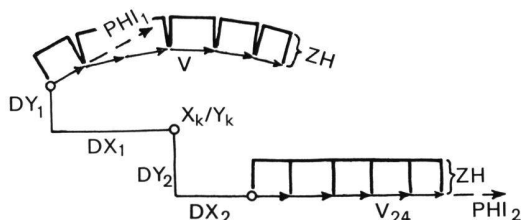


Abbildung 12

a) Geometrische/textliche Daten (beschränkt auf gerade oder kreisbogenförmige Schriftlinien):

X_k/Y_k Referenzpunkte, $k = 1 \dots n$
 SZ_{ij} Schriftzeichen $j = 1 \dots n$ in Zeilen $i = 1 \dots m$
 DX_i/DY_i Koordinaten der Anfangspunkte der Zeilen i relativ zu X/Y
 PHI_i Zeilenanfangsrichtungen

 ZH Zeilenhöhe
 R_i Krümmungsradien der Zeilen i
 $PTAB$ Proportionentabelle für den verwendeten Zeichensatz
 V_{ij} Vektoren j von Zeichen zu Zeichen in den Zeilen i , berechnen sich aus den Zeilenhöhen und den Proportionen für die verschiedenen Schriftzeichen, den Radien R_i und den Richtungen PHI_i

b) Graphische Parameter:

SZF Schriftzeichenform innerhalb der durch die Proportionen gegebenen Felder
SP Sperrungsfaktor, verändert die Berechnung der V_{ij}

Auch DX_i/DY_i , PHI_i und R_i sollten für die genaue Plazierung der Beschriftung im allgemeinen Fall variabel sein. Falls wir uns nicht auf gewisse einfache Fälle beschränken wollen, ist Schrift daher relativ schwierig zu behandeln. In einem vollständigen digitalen kartographischen Modell verlangt sie das höchste Mass an Interaktivität mit dem Kartographen. Erst die neuesten technischen Entwicklungen scheinen auch dafür angemessene Mittel zu bieten (s. *Gold/Grosso/Tarnowski*).

Wir kommen wieder auf die relativ kleine Zahl von neun Strukturtypen, mit denen die neun unterschiedenen kartographischen Ausdrucksformen digital beschrieben werden können. Bisher sind in den meisten computergetriebenen kartographischen Systemen nur Teile dieser Strukturtypen berücksichtigt, da die verwendeten Geräte zur graphischen Ausgabe jeweils einzelne dieser Strukturtypen stark bevorzugen. Die Entwicklung neuer, immer vielseitigerer und leistungsfähigerer Geräte schreitet aber, vor allem in England und in den Vereinigten Staaten, so rasch voran, dass schon heute Prototypen von Geräten in Betrieb sind, die, unter Namen wie «Laser Plotter» und «Electron Beam Recorder», alle erwähnten Strukturtypen in Minutenschnelle und in höchster kartographischer Präzision graphisch realisieren können (*Gold/Grosso/Tarnowski* 1974). Etwas schwieriger gestaltet sich einstweilen noch die Erfassung digitaler kartographischer Daten. Aber auch hier sind Anzeichen dafür vorhanden, dass die benötigten ungeheuren Datenmengen schon in wenigen Jahren genügend rasch und billig bewältigt werden können.

Mehr denn je wird es dann aber graphisch und sachlich sicher urteilende Kartographen brauchen, die entscheiden, welche Daten in welcher kartographischen Generalisierungsstufe gespeichert werden sollen, und die veranlassen, dass aus diesen Daten zweckentsprechende und graphisch wirksame Kartenbilder hergestellt werden. Auch wenn diese Kartographen dann ungleich viel wirkungsvollere Werkzeuge als Feder und Gravurstichel zur Verfügung haben werden, wird die Wirkung der damit hergestellten Karten hoffentlich immer noch von guten Graphikern bestimmt werden.

Literaturverzeichnis

- Arnberger, E.*: Handbuch der Thematischen Kartographie. Franz Deuticke, Wien, 1966.
Gold/Grosso/Tarnowski: Automated Electron Beam Recorder Cartographic/Graphic Arts Typesetting System for Production of Color Map Products. In: Proceedings of the American Congress on Surveying and Mapping, Fall Convention, Washington D. C., Sept. 1974.
Hake, G.: Kartographische Ausdrucksform und Wirklichkeit. In: Festschrift für G. Jensch, Verlag Dietrich Reimer, Berlin, 1974, pp. 87—107.
Imhof, E.: Thematische Kartographie. Walter de Gruyter, Berlin, 1972.
Meynen, E.: Die kartographischen Strukturformen und Grundtypen der thematischen Karten. In: Geographisches Taschenbuch 1970—1972, Wiesbaden, pp. 305—318.
Schmidt-Falkenberg, H.: Grundlinie einer Theorie der Kartographie. In: Nachr. aus dem Karten- und Vermessungswesen, Reihe I, Heft 22, 1962, pp. 5—37.

Anmerkung

Die Abbildungen 1, 2, 3, 4 und 7 stammen aus E. Imhof: Thematische Kartographie, die Abbildung 5 aus E. Arnberger: Handbuch der thematischen Kartographie.