

INTERAKTIVE GRAPHISCHE SYSTEME FÜR KARTOGRAPHISCHE ANWENDUNGEN

M. Schilcher, München

1. Einführung

Die graphische Datenverarbeitung zählt zu den innovativen und stark expandierenden Bereichen der modernen Computertechnik. Aus dem breiten Spektrum der graphischen Datenverarbeitung haben sich drei, nach Datenerfassung, Datenspeicherung und Aufgabenbereich unterschiedliche Hauptgebiete herausgebildet:

- CAD (Computer Aided Design)
- Digitale Bildverarbeitung
- Präsentationsgraphik

Entscheidende Impulse erhielt die graphische Datenverarbeitung durch enorme technische Fortschritte bei der Entwicklung und Herstellung von graphischen Bildschirmen. Dieser Fortschritt war gleichzeitig Voraussetzung für eine intensive Entwicklung interaktiver graphischer Systeme in den letzten Jahren.

Auf verschiedenen Gebieten der graphischen Datenverarbeitung haben die Entwicklungen inzwischen einen Stand erreicht, wo der breite Einsatz dieser neuen Techniken für die Praxis nicht nur wirtschaftlich vertretbar, sondern aus Marktgründen sogar notwendig sein kann. Dies gilt vor allem für die Entwicklungen im CAD-Bereich.

Daß die interaktiven graphischen Methoden auch für die Photogrammetrie rasch an Bedeutung gewinnen würden, war bereits auf dem Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie in Hamburg 1980 abzusehen, wo analytische Auswertesysteme und interaktive graphische Systeme das Bild der Ausstellung prägten.

Wie die Berichte über internationale photogrammetrische Veranstaltungen des Jahres 1982 bestätigen, hat sich der Trend zu interaktiv unterstützten Bildauswerteverfahren weiter fortgesetzt (IGPF-Symposium 1982).

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit allgemeinen technischen Aspekten interaktiver graphischer Systeme und versucht einen Überblick über den technologischen Stand der graphischen Hardware zu geben.

Die Ausführungen über Anwendungen interaktiver graphischer Systeme konzentrieren sich auf den Einsatz der CAD-Technik in der Kartographie, und zwar für den großmaßstäbigen Bereich sowie für thematische Karten.

2. Technische Aspekte interaktiver graphischer Systeme

2.1. Überblick

Ziel der interaktiven graphischen Datenverarbeitung ist die technische Unterstützung des Menschen bei drei wesentlichen Arbeitsschritten:

- Erfassung
- Verarbeitung (Darstellung, Manipulation, Auswertung)
- Ausgabe

von graphischen Daten.

Ein interaktives graphisches System muß hierfür die notwendigen Geräte (Hardware) sowie die notwendigen Programme (Software) bereitstellen.

Abb. 1 zeigt einen typischen Aufbau von interaktiven graphischen Systemen, wie sie für kartographische Aufgaben eingesetzt werden. Wie die Darstellung zeigt, sind in der Kartographie zwei Verarbeitungswege für die computerunterstützte Kartenbearbeitung möglich:

- Vektorverfahren
- Rasterverfahren.

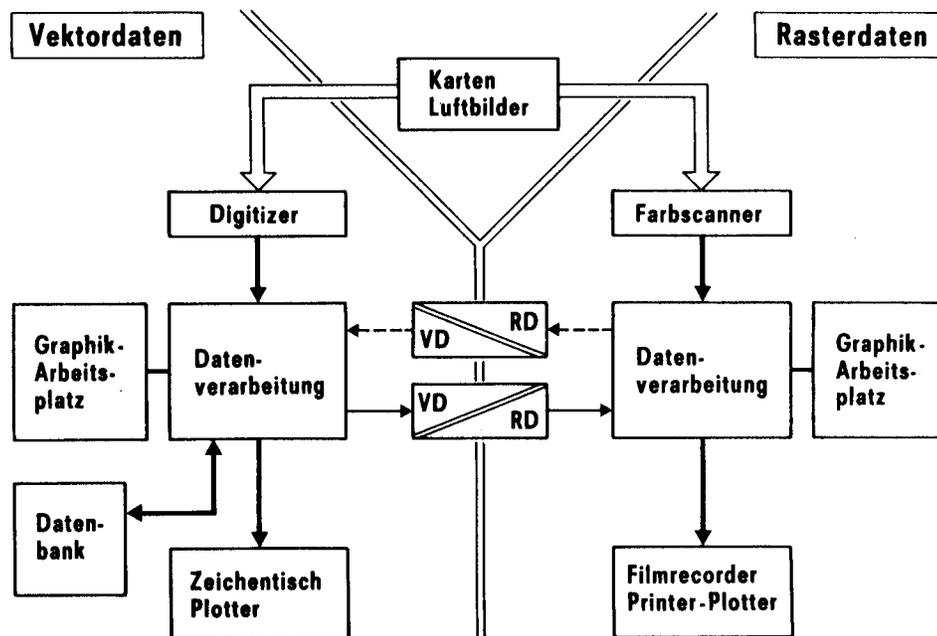


Abb.1 Computerunterstützte Kartenbearbeitung

Die wesentlichen Bausteine eines interaktiven Vektor- oder Raster-Systems sind:

- * Eingabegeräte: Digitizer (liefert Koordinaten, Vektoren) bzw. Scanner (liefert Bildpunkte, Pixel)
- * Datenverarbeitung: Rechnersystem mit Speichereinheit
- * graphischer Arbeitsplatz: Schwarz/Weiß- oder Farbbildschirm
- * Datenbankanschluß: Vektordaten (Informationssystem)
- * Ausgabegeräte: Trommelplotter oder Zeichentisch bzw. Filmrecorder oder Printerplotter

Vektor- und Rasterverarbeitung sind im Prinzip voneinander unabhängig und werden auch für unterschiedliche Aufgaben eingesetzt. Durch die in Abb.1 angedeutete Möglichkeit der Überführung von Rasterdaten in Vektordaten und umgekehrt, ist in Zukunft eine engere Verbindung der beiden Verfahren - eventuell durch hybride Systeme - denkbar. Allerdings ist derzeit nicht abzusehen, ob und wann entsprechend leistungsfähige Programme für die Transformation von Rasterdaten in Vektordaten verfügbar sind. Der umgekehrte Weg von Vektordaten in Rasterdaten ist heute schon problemlos möglich und im Einsatz.

Rastersysteme können für folgende Aufgaben eingesetzt werden:

- Bearbeitung von Flächennutzungsplänen
- Fortführung von topographischen Karten
- Auswertungen im Bereich der Fernerkundung
- Herstellung von Farbauszügen für reproduktionstechnische Zwecke

(vgl. Abb. 2), (Lichtner 1981, Colditz 1983)

Es ist nicht abzusehen, ob und mit welchem Anteil sich Rastersysteme in der Kartographie durchsetzen können. Rastersysteme werden in die nachfolgenden Betrachtungen im Sinne der eingangs gemachten Einschränkungen nicht mehr weiter miteinbezogen. Gegenstand der weiteren Ausführungen sind Vektorsysteme, wie sie in der CAD-Technik bereits seit längerem mit Erfolg in der Praxis eingesetzt werden.

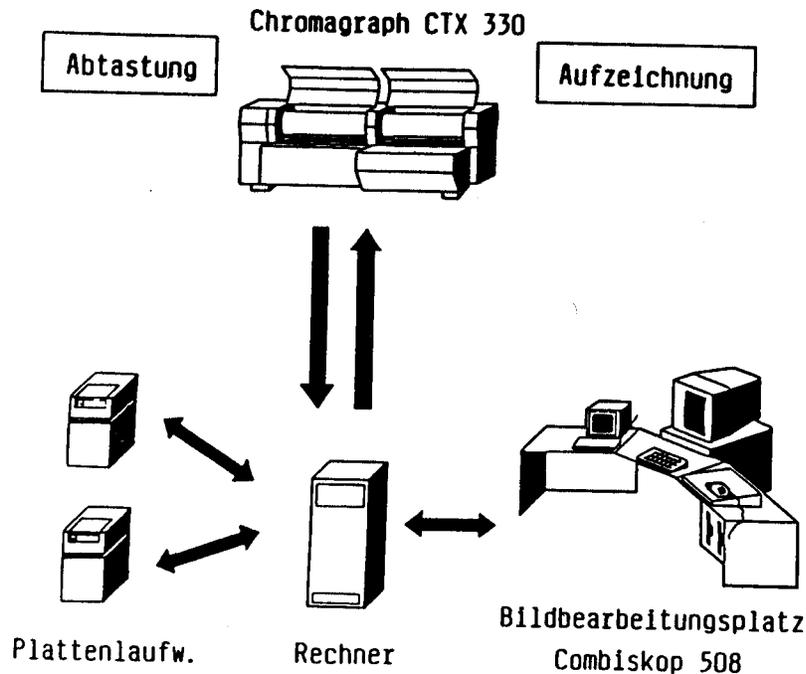


Abb. 2 Hauptkomponenten eines Rastersystems
(HELL Chromograph CTX 330)

2.2 Aufbau eines CAD-Systems

Nach dem allgemeinen Überblick über den Aufbau interaktiver graphischer Systeme für Raster und Vektorverfahren folgt eine detailliertere Darstellung der wichtigsten Hard- und Softwarekomponenten von CAD-Systemen.

2.2.1 Hardware

Entscheidend für die Konfiguration eines CAD-Systems und seiner Komponenten ist die DV-technische Umgebung, in der das System eingesetzt werden soll. Es ist wesentlich, ob ein interaktives graphisches System lediglich als intelligentes Zeichensystem im Sinne einer "Insellösung" eingesetzt wird, oder ob eine Integration bzw. Verbindung der Graphik mit einer bereits existierenden DV-Lösung angestrebt wird.

Aus einer Vielzahl möglicher Varianten lassen sich je nach Aufgabenstellung drei Konfigurationen unterscheiden:

- Stand-Alone-Systeme ohne Verbindung zu anderen Rechnersystemen
- Hostrechner mit dezentraler Rechnerintelligenz (Satellit) für die Graphik
- Hostrechner mit angeschlossener CAD-Station ohne lokale Rechnerintelligenz

Eine Diskussion über Vor- und Nachteile der einzelnen Systemkonzeptionen ist ohne direkten Bezug zu einer konkreten Aufgabenstellung problematisch. Hinzukommt eine rasante Entwicklung der Rechnersysteme und der Speichermedien, so daß die Systeme einer ständigen Anpassung an den Fortschritt der modernen Rechnertechnologie unterliegen.

Ein treffendes Beispiel hierfür ist die enorme Leistungssteigerung bei Mikro- und Mini-Rechnern, wo in relativ kurzen Zeitabständen die Wortbreite von 8 Bit über 16 Bit auf 32 Bit erweitert werden konnte.

Nach heutigen Erkenntnissen sind für leistungsfähige CAD-Systeme mit rechenintensiven Anwendungen Rechner mit 32-Bit-Architektur erforderlich.

Neben der Leistungsfähigkeit der Zentraleinheit und der Speicherperipherie gibt es eine Reihe anderer Kriterien und Anforderungen, die Einfluß auf die Konfiguration eines CAD-Systems haben:

- Betrieb der Rechananlage
- Erweiterungsmöglichkeit des Rechnersystems
- Art und Umfang der Software
- Datensicherung, Datensicherheit (Zugriffschutz)
- Übernahme bzw. Integration vorhandener Programme
- Datenbankanschluß für die Graphik
- Koppelung mit anderen Rechnersystemen
- Anschluß eventuell vorhandener bzw. fremder Peripheriegeräte

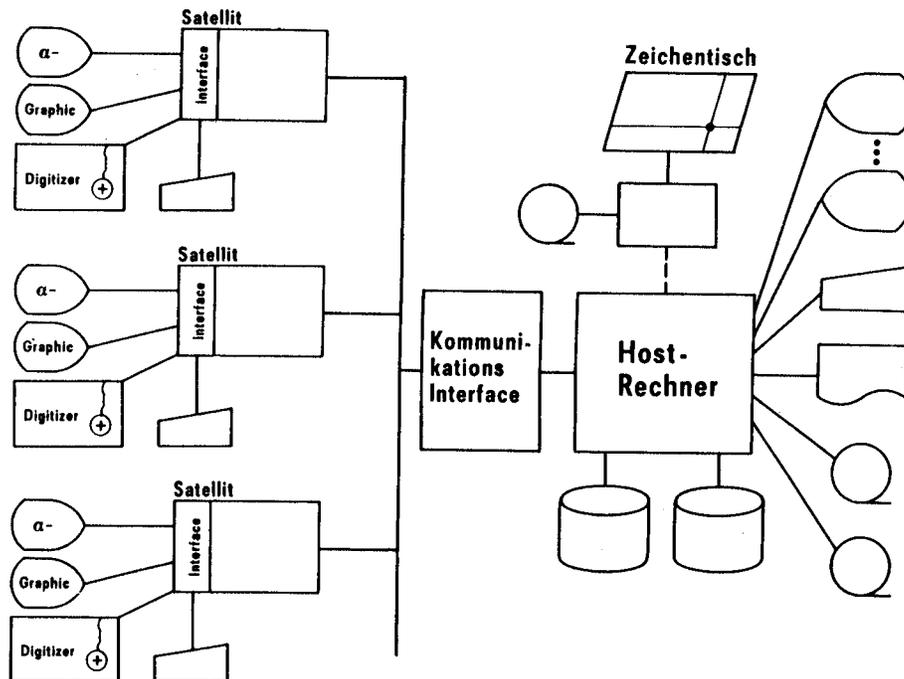


Abb. 3 Konfiguration eines CAD-Systems mit mehreren graphischen Arbeitsplätzen

Abb. 3 zeigt ein Konfigurationsbeispiel für ein CAD-System mit einem Hostrechner, an den mehrere graphische Arbeitsplätze und die Peripherie angeschlossen sind. Die graphischen Arbeitsplätze können an unterschiedlichen Standorten aufgestellt werden, wenn sie über Datenfernübertragung oder bei geringen Entfernungen über Kanalanschluß mit dem Rechnersystem verbunden sind.

2.2.2 Graphischer Arbeitsplatz

Ein graphischer Arbeitsplatz besteht in der Regel aus folgenden Komponenten:

- graphischer Bildschirm (hochauflösend, S/W oder Farbe)
- alphanumerischer Bildschirm oder zweiter graphischer Bildschirm für die Trennung von Text und Graphik bei der Benutzerführung bzw. zur Darstellung eines Übersichtsbildes
- Tablett bzw. Digitizer für die Digitalisierung und Anwendung der Menutechnik. (Auflösungsvermögen der Digitizer: 0.1 mm bzw. 0.05 mm bei Präzisionsgeräten)
- Tastatur mit Funktionstasten
- Hardcopy-Gerät
- Prozeß- bzw. Satellitenrechner

Auf eine ergonomisch günstige Gestaltung der Arbeitsplätze und der einzelnen Bedienungselemente wird zunehmend größerer Wert gelegt.

Abb. 4 gibt einen ergänzenden Überblick über die bei Vektor- und Rasterverfahren heute üblichen graphischen Peripheriegeräte.

Ohne im einzelnen auf technische Details der Geräte einzugehen, sei auf folgende, aus kartographischer Sicht wichtigen Gesichtspunkte hingewiesen:

Anwendung	Bildverarbeitung (Rasterverfahren)	CAD-Technik (Vektorverfahren)
Eingabegeräte	Scanner (SW/Farbe) Tastatur	Digitizer Tastatur Spracheingabe
Ausgabegeräte	Filmrecorder Printer-Plotter (SW/Farbe) Mikrofilmplotter Hardcopy-Geräte (Polaroid)	Trommelplotter Zeichentisch Printer-Plotter Mikrofilmplotter Hardcopy-Geräte
Ein-/Ausgabe- geräte (Sichtgeräte)	Raster-(Refresh)- Bildschirm (SW/Farbe)	Speicherbildschirm Vektor-(Refresh)- Bildschirm Raster-(Refresh)- Bildschirm (SW/Farbe)

Abb. 4 Übersicht
graphische Peripheriegeräte

Eingabegeräte:

Scanner: Flachbettscanner (Kartoscan) oder
Trommelscanner (HELL Cromagraph CTX 330)

Beide Scanner erfüllen sowohl vom Format der Abtastfläche (1 m x 1 m) als auch von der Digitalisiergenauigkeit (bis 10 Mikron bzw. 1000 Linien/cm Auflösung bei 16 Farben) die Anforderungen der Kartographie (Lichtner 1981, Colditz 1983).

Spracheingabe:

Der Einsatz der Spracheingabe in Verbindung mit einem interaktiven graphischen System wurde 1981 auf der Hannover-Messe und auf dem Geodätentag in Karlsruhe der Öffentlichkeit vorgestellt. Obwohl die Versuche erfolgversprechend waren, und auch großes Interesse fanden, war die Resonanz hinsichtlich eines praktischen Einsatzes bislang gering (Siemens, Interaktives System SICADR mit Spracheingabegerät CSE 1068).

Ausgabegeräte:

Hier gewinnen Rastergeräte zunehmend an Bedeutung, einmal wegen der schnelleren Zeichengeschwindigkeit und zum anderen, weil sie vielseitig einsetzbar sind.

Allerdings ist die Genauigkeit und Qualität der Printer-Plotter derzeit für verschiedene kartographische Anwendungen noch nicht ausreichend.

Filmrecorder bzw. Zeichentische werden für hohe Genauigkeits- und Qualitätsanforderungen weiterhin ihre Bedeutung behalten.

Graphische Bildschirme:

Bei den graphischen Bildschirmen ist neben der Bilderzeugung vor allem der Bildaufbau ein wichtiges Merkmal. Bei der Bilderzeugung dominiert heute die CRT-Technik (CRT = Cathode Ray Tube = Kathodenstrahlröhre). Beim Bildaufbau unterscheidet man zwischen Vektortechnik und Rastertechnik. Bei Vektorgeräten wird das Bild aus Linien (geradlinige Verbindung zwischen Anfangs- und Endpunkt) aufgebaut (s. Abb. 5a). Bei Rastergeräten wird das darzustellende Bild aus einer Rastermatrix, ähnlich wie bei Fernsehbildschirmen, zeilenweise sequentiell von oben beginnend, Punkt für Punkt abgetastet und ausgegeben (s. Abb. 5b).

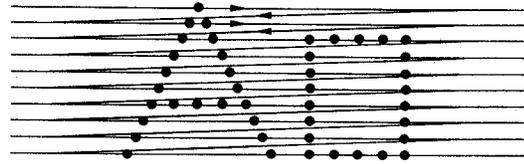
(Beim Einsatz von Rasterbildschirmen für Vektorverfahren wird die Bildinformation in der Regel durch Firmware in die Rasterform überführt).

Farbdarstellung bei Rastergeräten:

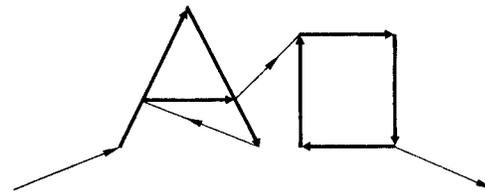
Die Anzahl der Graustufen bzw. die Anzahl der Farben, die im Bild dargestellt werden kann, ist davon abhängig, wieviel Bit Information pro Matrixpunkt (Pixel) verwendet werden.

Wird nur 1 Bit benutzt, so sind allein die Werte hell und dunkel möglich, 2 Bit erlauben 3 Graustufen (und dunkel). Für die Darstellung in Farbe sind entsprechend mehr Informationsbits pro Bildpunkt notwendig.

Neben der Auflösung (heute bis max. ca. 1280 x 1024 Pixel) beeinflusst die Anzahl der Informationsbits pro Punkt (bis 8 Bit) die notwendige Größe des Bildspeichers und damit die Leistungsfähigkeit und den Preis eines graphischen Bildschirms.



Aufbau eines Rasterbildes



Aufbau eines Vektorbildes

Abb. 5a und 5b
Bildaufbautechniken

Auf die Darstellung weiterer technischer Details über Sichtgeräte soll an dieser Stelle verzichtet werden (Literatur u.a. Haas 1980, Tengler 1980).

Für den praktischen Einsatz von graphischen Bildschirmen ist von Bedeutung:

- Rasterbildschirme sind für Raster- und Vektorverfahren einsetzbar
- Rasterbildschirme ermöglichen S/W- und Farbdarstellung bei variablem Auflösungsvermögen
- das Auflösungsvermögen der Rasterbildschirme mit derzeit max. 1280 x 1024 Pixeln ist allerdings noch nicht für sämtliche Anwendungsfälle ausreichend
- Speicherbildschirme, die nur für Vektorverfahren eingesetzt werden können, waren bis vor kurzem das eigentliche Standardgerät für die CAD-Technik. Inzwischen ist ein deutlicher Trend zu Rasterbildschirmen erkennbar (u.a. höherer Kontrast, Farbe, Preis).

2.2.3 Software

Die Software bestimmt wesentlich die Leistungsfähigkeit und den Benutzerkomfort eines interaktiven graphischen Systems. Bei Diskussionen über interaktive Systeme wird häufig technischen Einzelheiten der Hardware eine relativ hohe Priorität eingeräumt, obwohl aus Anwendersicht im wesentlichen Funktionsumfang und Qualität der Software für die Einsetzbarkeit eines Systems ausschlaggebend sind. Die Verfügbarkeit von Anwenderprogrammen kann deshalb sogar ein dominierender Faktor bei der Auswahl eines CAD-Systems sein.

Bei der Software ist heute bei nahezu allen Systemen ein 3-stufiger Aufbau zu erkennen:

- Betriebssystem
- graphische Grundsoftware
- Anwenderprogramme (Applikationen)

Bei den einzelnen Systemen sind darüberhinaus auch benutzerspezifische Erweiterungen bzw. Anpassungen der Software möglich (sog. "offene Systeme").

Graphische Grundsoftware:

Die graphische Grundsoftware bildet im allgemeinen das Bindeglied zwischen Betriebssystem und dem Anwendungsprogramm und umfaßt alle wichtigen, für ein komfortables Arbeiten mit dem interaktiven graphischen System notwendigen Funktionen:

- Systemsoftware für die Bedienung von Ein- und Ausgabe Schnittstellen
- Datenstrukturelemente
- graphische Grundfunktionen
- Bedienungsfunktionen
- Datenverwaltung und eventuell
- Erweiterungsmöglichkeiten der Datenstruktur

Systemsoftware:

Die Systemsoftware organisiert die Kommunikation zwischen graphischem Arbeitsplatz und dem Rechnersystem, verwaltet und steuert das Displayfile für die Darstellung am graphischen Bildschirm, enthält die Generatoren für die graphischen Grundelemente und übernimmt die physikalische Gerätebedienung.

Datenstrukturelemente:

Die Datenstrukturelemente bilden die Grundlage einer Graphiksoftware. Diese Elemente enthalten Angaben über:

Typ, Geometrie, graphische Darstellung, Verknüpfung mit anderen Elementen bzw. Objekten, Attribute, Verknüpfungshinweise zur Datenbank usw.

An graphischen Grundelementen stehen dem Anwender in der Regel zur Verfügung:

Punkt, Linie, Kreis, Text, Symbol, Fläche usw.

Mit diesen Elementen, die mit Hilfe von Erzeugungs- oder Manipulationsfunktionen einzeln oder in Gruppen veränderbar sind, kann ein vollständiges Bild bzw. eine Karte erzeugt werden.

Graphische Grundfunktionen:

Darunter sind alle wichtigen, heute zum Standard leistungsfähiger interaktiver Systeme zählenden Funktionen zum Erzeugen, Identifizieren, Kopieren, Verändern, Selektieren, Kombinieren, Löschen von graphischen Informationen zu verstehen.

Hinzu kommen Möglichkeiten zum Anzeigen und Vergrößern von beliebigen Ausschnitten sowie die Definition von Bearbeitungsebenen, d.h. Aufteilung eines Bildes in Folien, die wahlweise einzeln oder in beliebiger Kombination darstellbar sind.

Bedienungsfunktionen:

Für eine einfache, übersichtliche und sichere Bedienung eines Systems stehen dem Benutzer normalerweise folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Kommandotechnik mit Dialogführung und zusätzlicher Unterstützung
- Zusammenfassung häufig benötigter Kommandofolgen zu einfachen Prozeduraufrufen (Makros)
- Nutzung einer komfortablen Menue- und Symboltechnik für ein rationelles Arbeiten mit dem System (mit freier Definition von Symbolen und Menues, sowie der Möglichkeit, Menuefunktionen eventuell auf die Funktionstasten der Digitalisierlupe zu übertragen)
- weitere Dialoghilfen für die Eingabe, Ausführung, Selektion, Identifikation usw.

Anwenderprogramme:

Funktionen von Anwenderprogrammen werden im Abschnitt 3 anhand praktischer Beispiele vorgestellt.

2.3. Entwicklungstrends

Hier stellt sich zunächst die Frage nach den gegenwärtigen Problemen bzw. Schwierigkeiten bei der Entwicklung oder beim praktischen Einsatz von interaktiven graphischen Systemen. Aus technischer Sicht sind es im wesentlichen drei Gründe, die derzeit einer effizienteren Nutzung der von den Systemen gebotenen Möglichkeiten entgegenstehen:

- 1) Probleme bei der Softwareentwicklung
 - stark steigende Kosten
 - personelle Engpässe
 - Anpassungen bzw. Änderungen bei neuen Hardware-Entwicklungen
- 2) Inkompatibilitäten bei Hard- und Software zwischen Systemen unterschiedlicher Hersteller. Einer Portabilität von Programmen stehen hauptsächlich 3 Hindernisse im Wege:
 - Unterschiede im Betriebssystem
 - Probleme bei den Programmiersprachen (Compiler)
 - Unterschiede in der Datenstruktur
- 3) Fehlende Programme für die Überführung digitalisierter Rasterdaten in die für CAD-Systeme notwendige Vektorform.

Entwicklungstendenzen in Hard- und Software:

- Neben einer höheren Rechnerleistung und einer größeren Speichereinheit wird das Vordringen der Mikroprozessortechnik zu einer stärkeren Parallelität und Aufgabenteilung bei Rechnersystemen und besonders bei peripheren Geräten führen ("verteilte Intelligenz"). Dies wird kürzere Bearbeitungs- und Reaktionszeiten zur Folge haben und damit den Benutzerkomfort erhöhen.
- In Zukunft ist mit einer verstärkten Berücksichtigung von Normungsbestrebungen bei neuen Hard- und Softwareentwicklungen zu rechnen (GKS, IGES). Das GKS-System (Graphisches Kern-System) dürfte demnächst zur ISO-Norm erhoben werden. Ziel des GKS-Systems ist die Bereitstellung eines rechner- und geräteunabhängigen Softwarepaketes für 2-dimensionale Vektor- und Rastergraphik um eine kostengünstige Mehrfachnutzung von Geräte- und Softwareentwicklungen zu ermöglichen (3D-Aufwendungen in Vorbereitung (s. Pfaff 1983)).
- Erhöhung des Auflösungsvermögens für Rasterbildschirme und eventuell auch Vergrößerung der Darstellungsfläche bei graphischen Bildschirmen.
- Farbdarstellungen werden verstärkt an Bedeutung gewinnen.

3. Anwendungen in der Kartographie

3.1 Vorbemerkungen

Betrachtet man das Spektrum der wichtigsten CAD-Anwendungsgebiete wie Mechanik, Elektronik oder Anlagenbau und Bauwesen, dann zählt die Kartographie nach der Größe des Anwendungsbereichs sicherlich zu den Spezialgebieten.

Dennoch gibt es bereits zahlreiche Installationen von interaktiven Systemen im In- und Ausland.

Zu den Anwendungsschwerpunkten zählen in der Kartographie:

- Kataster und Flurbereinigung
- Dokumentation und Auswertung von Versorgungsnetzen (Gas-, Wasser-, Elektrische Netze)
- Thematische Anwendungen (Planung, Statistik, Natur- und Umweltschutz)

Daneben haben sich noch weitere Anwendungen mit teilweise projektspezifischen Entwicklungen herausgebildet:

Verkehrsplanung und Straßenbau, Wasserbau, Geologie und Bodenforschung, Forstwesen und die Forschung.

Der Einsatz interaktiver graphischer Systeme konzentriert sich, von thematischen Anwendungen abgesehen, schwerpunktmäßig auf den Bereich großmaßstäbiger Karten. Die Anwendungsprogramme sind vorwiegend auf 2-dimensionale Darstellungen, Berechnungen und Auswertungen ausgerichtet. Die Berücksichtigung 3-dimensionaler Punktkoordinaten ist möglich, die Auswertemöglichkeiten sind jedoch häufig auf die Darstellung von Profilen und Isometrien begrenzt.

In der Anfangsphase, etwa Mitte bis Ende der siebziger Jahre, wurden interaktive graphische Systeme in der Kartographie im Sinne einer Automatisierung von Einzelaufgaben, hauptsächlich zur Unterstützung von Zeichenprozessen eingesetzt.

In der Zwischenzeit haben sich die Anwendungsziele dahingehend geändert, daß in verstärktem Maße versucht wird, interaktive Systeme in bestehende Anwendungssysteme zu integrieren. Unter einem Anwendungssystem oder einer Systemlösung versteht man im Bereich der Kartographie und des Vermessungswesens ein Informationssystem, in das die Teilaufgaben des Meß-, Rechen- und Zeichenprozesses sowie die Datenhaltung mehr oder weniger vollständig integriert sind.

3.2 Systemkonzept

Die wichtigsten Forderungen, die aus dem Bereich der Kartographie an ein leistungsfähiges interaktives graphisches System gestellt werden, sind:

- Bereitstellung von Schnittstellen für verschiedene Methoden der digitalen Datenerfassung
- Integration von Berechnungsprogrammen (Vermessung, Versorgungsnetze)
- gemeinsame Verarbeitung von graphischen und nicht-graphischen Daten
- Anschluß an ein Datenbank- bzw. Informationssystem

Abbildung 6 zeigt ein entsprechendes Systemkonzept mit den 4 Teilkomponenten:

- Datenerfassung
- Datenverarbeitung
- Graphik
- Datenverwaltung

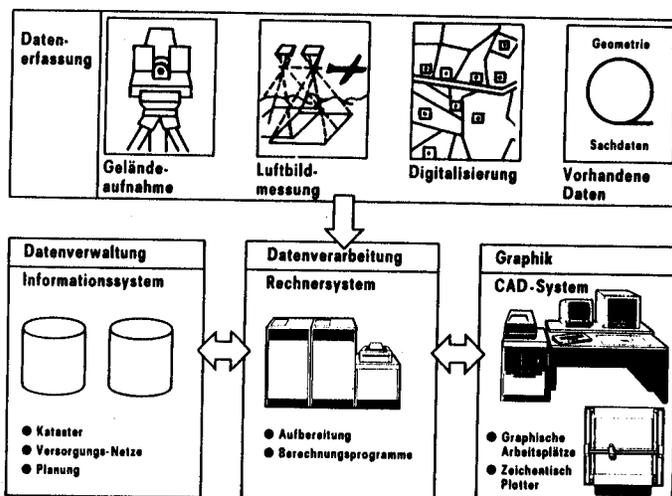


Abb. 6
 CAD-Systemkonzept
 Kartographie

3.2.1 Datenerfassung

Abb. 6 zeigt die in der Kartographie zur Anwendung kommenden Verfahren der Datengewinnung: Geländeaufnahme, Photogrammetrie einschließlich Fernerkundung, Digitalisierung und Übernahme bereits vorhandener graphischer oder nichtgraphischer Daten (Sachdaten).

Geländeaufnahmen

- zur Herstellung neuer Karten und Pläne und zur Aktualisierung von Karten

Photogrammetrie

- zur Herstellung neuer Karten und zur Aktualisierung von Karten über größere Gebiete
- zur Erstellung von Planungsunterlagen wegen des großen und aktuellen Informationsinhaltes von Luftbildern bzw. Fernerkundungsaufnahmen
- Vorteile durch die Möglichkeit der direkten Koordinatenmessung in übergeordneten geodätischen Bezugssystemen
- Vorteile durch die direkte Erfassung von Linien bzw. Flächeninformationen und deren logische Bedeutung (Objektinformation) durch entsprechendes Abtasten des Geländes bei der Auswertung
- Übernahmemöglichkeiten von photogrammetrischen Informationen in interaktive graphische Systeme:

- a) Digitalisierung von Orthophotos oder nichtentzerrten Luftbildern direkt am graphischen Arbeitsplatz
 - Anwendung in den Bereichen Planung, Natur- und Umweltschutz
- b) off-line Datenerfassung in photogrammetrischen Auswertegeräten
 - Verschlüsselung der Logik (z.B. in der Punktnummer)
 - Übernahme in das interaktive System über Magnetband oder von Magnetplatte bei Rechnerkopplungen
- c) on-line-Anschluß zwischen photogrammetrischem Auswertesystem und interaktivem System
 - erster Schritt: Datenerfassung und Erzeugung Datenstruktur
 - zweiter Schritt: Auswertung am interaktiven System

Digitalisierung

Die manuelle Digitalisierung ist zeitaufwendig und personalintensiv, sie hat jedoch den Vorteil, daß gleichzeitig mit der Digitalisierung eine Erfassung logischer Informationen möglich ist.

Scanner haben den Nachteil, daß die Eigenschaften der abgetasteten Objekte unbekannt bleiben, so daß der Vorteil der schnellen Erfassung der Geometrie durch einen entsprechenden Nachbearbeitungsaufwand zumindest teilweise wieder aufgehoben wird.

Übernahme vorhandener graphischer oder nichtgraphischer Daten

- z.B. aus off-line Datenerfassung
- aus Berechnungsprogrammen (z.B. digitales Geländemodell)
- aus anderen Dateien oder Datenbanken, z.B. Verknüpfungen graphischer mit nichtgraphischen Informationen
- hierzu zählt auch die Eingabe von analogen Informationen am graphischen Arbeitsplatz.

3.2.2 Datenverarbeitung

Der Prozeß der Datenverarbeitung umfaßt hier

- Datenaufbereitung und Datenbereinigung
- Berechnungsprogramme für
 - Kataster- und Ingenieurvermessung
 - Digitales Geländemodell
 - Programme für die Berechnung und Optimierung von Versorgungsnetzen
 - Verknüpfung graphischer mit nichtgraphischen Informationen.

3.2.3 Graphik

Die Graphik umfaßt neben dem CAD-System mit graphischen Arbeitsplätzen auch die graphische Peripherie.

3.2.4 Datenverwaltung

Die wesentliche Eigenschaft kartographischer Datenbank- oder Informationssysteme besteht in der gemeinsamen Verwaltung von graphischen und nichtgraphischen (sachbezogenen) Daten. Nichtgraphische Informationen können rechtlicher, technischer oder administrativer Art sein und sind damit anwendungsabhängig. Da bei den einzelnen Anwendungsbereichen der Kartographie - Kataster, Versorgungsunternehmen, Planung usw. - auch die Aufgabenstellung und Zielsetzung teilweise unterschiedlich ist, erscheint die Entwicklung eigenständiger, anwendungsorientierter Informationssysteme sinnvoll.

3.3 Praktische Beispiele

Im folgenden soll anhand repräsentativer Beispiele aus den Bereichen Kataster, Versorgungsunternehmen, Landesplanung, Natur- und Umweltschutz die Einsatzmöglichkeiten interaktiver graphischer Systeme für verschiedene Aufgabenstellungen erläutert werden.

Die in den Abb. 7 - 11 dargestellten Beispiele wurden mit dem System SICADR von Siemens bearbeitet (Sickmüller, Schütz 1983).

3.3.1 Kataster

Die Kartenerneuerung und Kartenfortführung ist gegenwärtig für alle Vermessungs- und Katasterverwaltungen eine der dringlichsten und arbeitsintensivsten Aufgaben. Für die Herstellung neuer Karten werden Daten aus der Feldmessung (Neuaufnahme), Digitalisierung (Kartenausschnitte, Inselpläne) und vorhandene digitale Daten im interaktiven System zusammengeführt und gemeinsam verarbeitet. Die Abb. 7 zeigt einen Originalausschnitt einer Kataster-Karte 1:1000, die vollständig am graphischen Arbeitsplatz des Niedersächsischen Landesverwaltungsamtes, Abteilung Landesvermessung, erstellt wurde (Steinhauer 1980).

Bei dieser Behörde werden seit 1979 jährlich ca. 600 neue Flurkarten hergestellt, dabei konnte mit Hilfe der interaktiven Graphik eine Leistungssteigerung von ca. 80 % erzielt werden.

Neben der Bearbeitung von Katasterkarten gibt es noch andere interessante Anwendungen, für die interaktive Systeme eingesetzt werden:

Absteckungsberechnungen mit Bemaßung und Reißzeichnung von Bebauungsplänen, Grundstücksteilungen, Auswertung von Bodenschätzungskarten usw.

Die wichtigsten Funktionen eines Anwenderprogrammes für die Aufgaben des Katasters sind:

Digitalisierung, geometrische Berechnungen (mit Ausgleichsfunktionen), Auswertung terrestrischer Aufnahmeverfahren, Flächenberechnung, Kartengestaltung, Bemaßung.

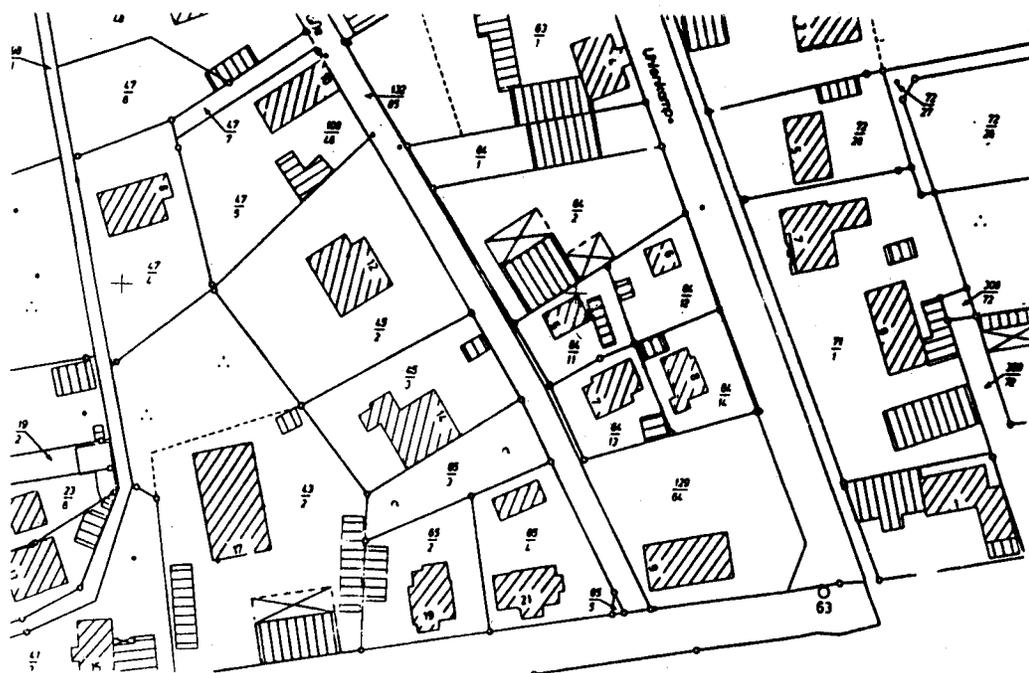


Abb. 7 Katasterkarte 1:1000
Niedersächsisches Landesverwaltungsamt Hannover

3.3.2 Versorgungsunternehmen

Beim Einsatz interaktiver graphischer Systeme bei Energieversorgungsunternehmen, Stadtwerken und Industrieunternehmen steht die digitale Erfassung, Dokumentation und Fortführung des Leitungsnetzes (Gas-, Wasser-, Elektrische Netze) im Vordergrund. Daneben wird in zunehmendem Maße eine Nutzung der gespeicherten Informationen für Planung, Berechnung sowie für administrative Aufgaben angestrebt (Sickmüller, Schütz 1983).

Hierfür werden den Leitungen und Netzpunkten bei der Datenerfassung nichtgeometrische Angaben zugeordnet (z.B. Name, Typ, Material, Querschnitt bzw. Verknüpfung mit Straße, Ort).

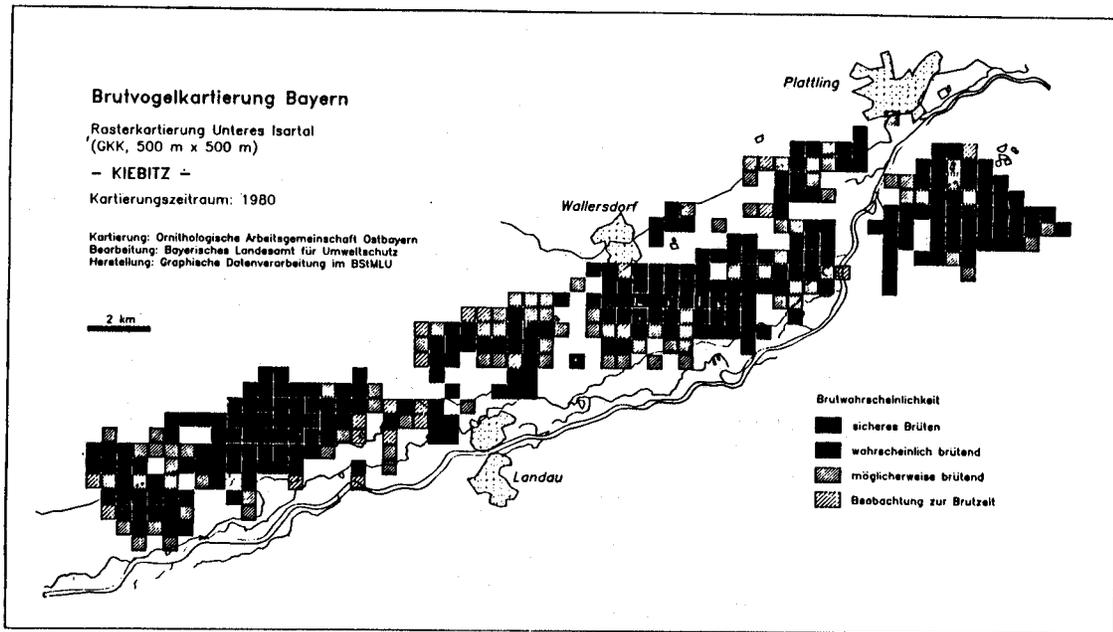


Abb. 9 Brutvogelkartierung Bayern - Rasterkartierung

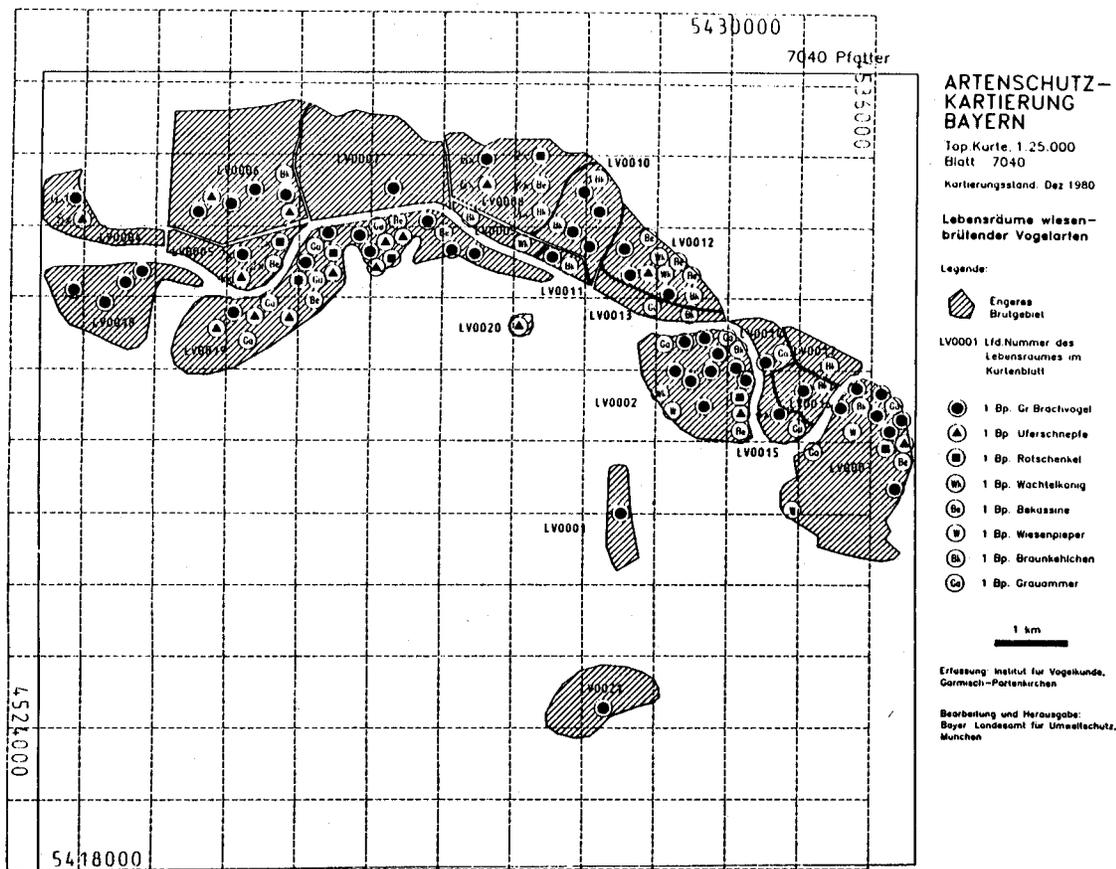


Abb. 10 Artenschutzkartierung Bayern- Wiesenbrütende Vogelarten (Verkleinerung aus 1:25 000)

Abbildung 10:

Im Rahmen der Artenschutzkartierung Bayern wurden von Feldornithologen auf insgesamt 196 Kartenblättern der Topographischen Karte 1:25 000 über 600 Lebensräume wiesenbrütender Vogelarten erfaßt. Nach manueller Digitalisierung am graphischen Arbeitsplatz wurde durch automatische Flächenberechnung im interaktiven System eine Fläche von über 63 000 ha kartierter Lebensräume ermittelt. Durch einfache

Kommandos können auch Teilflächen von Kartenblättern bzw. einzelnen Regionen bestimmt werden (Panzer, Plachter). Abb. 10 gibt die Plotterdarstellung des Gebietes an der Donau bei Regensburg wieder.

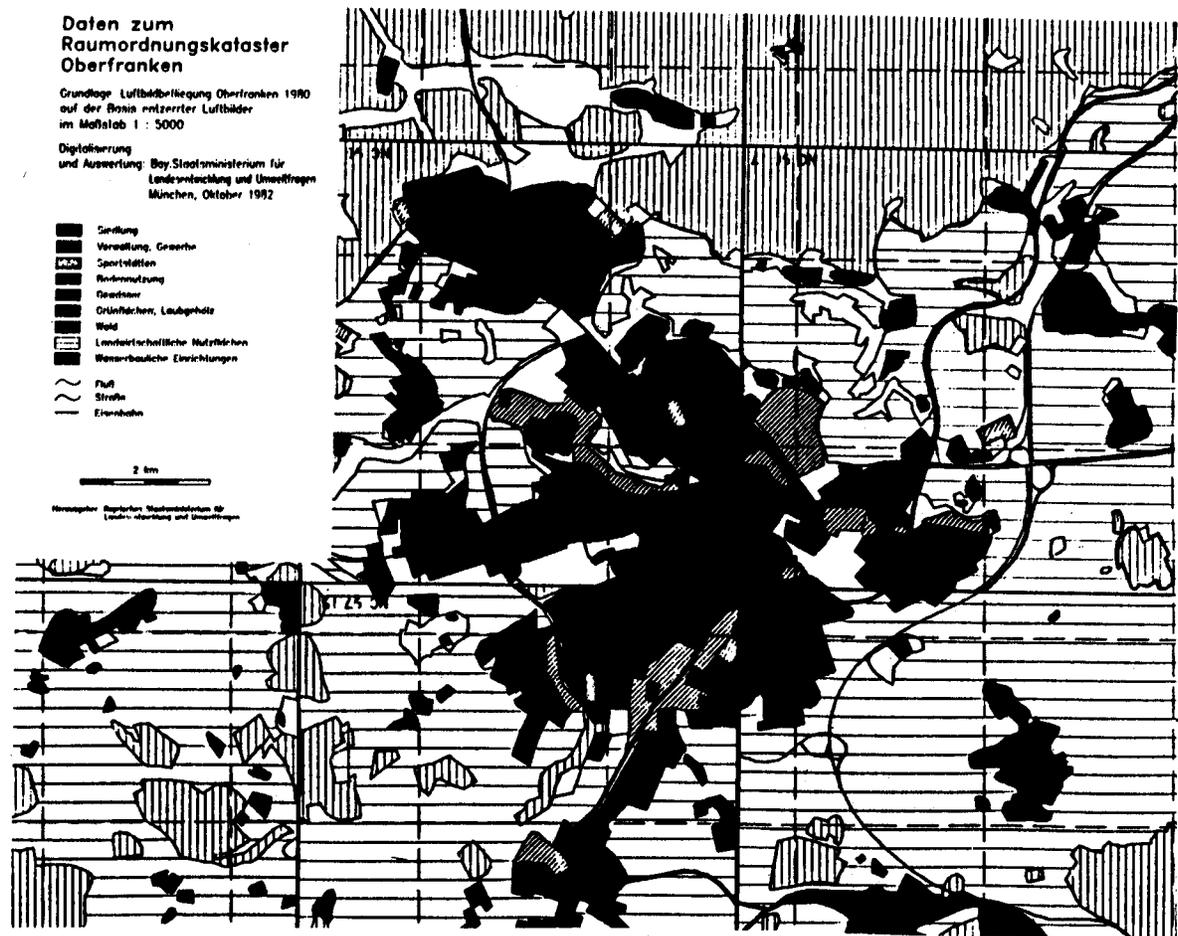


Abb. 11 Ermittlung von Flächennutzungen aus Luftbildern (Bereich Oberfranken)

Abbildung 11:

Abb. 11 zeigt eine Möglichkeit auf, wie Luftbilder in herkömmliche EDV-gespeicherte Kartenwerke integriert werden können. Grundlage für Abb. 11 ist eine Luftbildbefliegung in Oberfranken im Maßstab 1:10 000. Von den einzelnen Luftbildern wurden entzerrte Aufnahmen im Schnitt der bayerischen Flurkarte im Maßstab 1:5000 gefertigt, die dann interpretiert und gleichzeitig interaktiv digitalisiert wurden. Durch Zusammenfassung von 28 solcher Luftbildkarten können exakte Flächen berechnet und dargestellt werden und dienen so auch der Aktualisierung und Fortschreibung des Kartenwerkes der planenden Verwaltung.

3.4 Bedeutung interaktiver graphischer Systeme für die Kartographie

Die verschiedenen Aufgaben und Funktionen, die interaktive graphische Systeme im Bereich kartographischer Anwendungen erfüllen, lassen sich unterteilen in:

- graphische
- systembezogene
- phänomenologische

Aspekte.

1) Aspekte der Graphik

- Zeichen- und Konstruktionshilfsmittel für die Herstellung von Karten und Plänen.
- Hilfsmittel für die Verbesserung und Beschleunigung des Datenflusses zwischen Meß-, Rechen- und Zeichenprozessen durch direkte Eingriffsmöglichkeiten zur Erkennung und Bereinigung von Fehlern.
- Hilfsmittel für die Auswertung planerischer oder sonstiger umweltbezogener Problemstellungen durch die Kombinierbarkeit von graphischen und nichtgraphischen Informationen sowie durch schnelles Erkennen komplexer Zusammenhänge am graphischen Bildschirm.

2) Systembezogene Aspekte

- Schnellere Fortführung amtlicher Kartenwerke ist nur durch die digitale Speicherung von Karten und den Einsatz interaktiver Systeme möglich.
- Interaktive graphische Systeme ermöglichen eine Mehrfachnutzung graphischer Informationen durch die Integration der Graphik in andere DV-Verfahren, z.B. für Berechnung, Planung, Projektierung.
- Interaktive graphische Systeme bieten neue Möglichkeiten der Informationsdarstellung für Auskunftszwecke durch schnelle Kombination, Selektion und Präsentation von gespeicherten Informationen.

3) Phänomenologische Aspekte

- Verbesserte Kommunikation Mensch-Computer auf der Basis von graphischen Darstellungen (bedeutet eine gewisse Rückkehr zu natürlich empfundener Arbeitsweise).
- Durch die Möglichkeit im Dialog in den Datenverarbeitungsprozeß eingreifen und den Auswertevorgang steuern zu können, ist der Mensch wesentlicher Teil des Systems.
- Interaktive graphische Systeme bieten die Chance, EDV-Vorgänge transparenter zu gestalten. Dies ist wichtig in einer Zeit, in der die Entwicklung und Akzeptanz neuer Technologien auf eine zunehmend kritische Haltung in der Öffentlichkeit und bei Betroffenen stößt.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Interaktive graphische Systeme sind bereits heute zu einem wichtigen technischen Hilfsmittel für die computerunterstützte Bearbeitung von Karten und Plänen in verschiedenen Bereichen der Kartographie geworden.

Die allgemeinen Innovationen zur Weiterentwicklung interaktiver graphischer Systeme dürften weiter unvermindert anhalten. In Zukunft könnten sich für die graphische Datenverarbeitung zusätzliche Impulse aus den neuen Entwicklungen der Kommunikationstechnik ergeben. Die von den neuen Medien wie Bildschirmtext gebotenen Möglichkeiten zur Abfrage und Vermittlung von Text- und Graphikinformationen dürften, falls die technischen Voraussetzungen erfüllbar sind, auch in der Kartographie z.B. für Auskunftszwecke oder für die Vermittlung von Planungszielen von Interesse sein.

Die neuen technischen Möglichkeiten interaktiver graphischer Systeme und der gesamten Informationsverarbeitung bieten der Kartographie die Chance, in neue Bereiche vorzudringen. Als Beispiele können hierfür die Entwicklungen im Bereich der Planung, des Natur- und Umweltschutzes sowie im Bereich der Versorgungsunternehmen gelten.

Voraussetzung für die Wahrnehmung dieser Chance ist allerdings eine stärkere praktische Nutzung dieses technologischen Potentials. Die Einführung und Anwendung interaktiver graphischer Systeme ist somit für die Kartographie Chance und Herausforderung zugleich.

LITERATUR

- Symposien 1982 der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung, Bildmessung und Luftbildwesen, 51 (1983), S. 143-158
- Lichtner, W.: Anwendungsmöglichkeiten der Rasterdatenverarbeitung in der Kartographie, Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Vermessungswesen der Universität Hannover, 105 (1981) S. 79
- Colditz: Interaktive Kartenbearbeitung mit Rechnerunterstützung, Vortrag zum Deutschen Kartographentag 1983 in Kiel, 22 Seiten
- Haas, W.: Bildverarbeitende Systeme - Computergraphik und Bildverarbeitung, Zeitschrift Elektronik 1980, S. 53-58
- Tengler, W.: Bildverarbeitende Systeme - Komponenten eines Raster-Display-Systems mit Farbdarstellung, Zeitschrift Elektronik 1980, S. 107-114
- Pfaff, G.: Tutorial on the Graphics Kernel System (GKS), Manuscript CAMP83, Berlin 1983, 59 Seiten
- Schilcher, M.: Interaktive graphische Datenverarbeitung in der Kartographie, Beitrag zu CAMP83, AMK Berlin 1983
- Steinhauer, W.: Konzeption der interaktiven graphischen Datenverarbeitung in der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, Vermessungswesen und Raumordnung 42 (1980), S. 341-357
- Sickmüller, G., Schütz B.: Einsatz eines interaktiven graphischen Systems (SICAD-Netz) in Energieversorgungsunternehmen zur Planung, Berechnung und Verwaltung von elektrischen Versorgungsnetzen, Elektrizitätswirtschaft 82 (1983), S. 297-300
- Panzer, K., Plachter, H.: Unterstützung von Fachaufgaben des Naturschutzes mit graphischer Datenverarbeitung, Zeitschrift Natur- und Landschaft, Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie 3/83

ZUSAMMENFASSUNG

Interaktive graphische Systeme bilden die zentrale Komponente bei der graphischen Datenverarbeitung. Anwendungsschwerpunkte der graphischen Datenverarbeitung sind Präsentationsgraphik (business graphic), Computer Aided Design (CAD) und die Digitale Bildverarbeitung (image processing).

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit den technischen Aspekten interaktiver graphischer Systeme und den Einsatzmöglichkeiten innerhalb kartographischer Systemlösungen.

Kartographische Systemlösungen haben die Integration der Teilbereiche Datenerfassung, Datenauswertung, Graphik und Datenbankanschluß zum Ziel. Dabei spielen interaktive graphische Systeme eine entscheidende Rolle, einmal für die Optimierung von Teilaufgaben wie Meß-, Rechen-, Zeichenprozesse und zum anderen für die Verknüpfung der Teilaufgaben zu einem kartographischen Auswerte- und Auskunftssystem.

Die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten interaktiver graphischer Systeme werden anhand praktischer Beispiele aus dem Bereich der computergestützten Kartographie erläutert.

Abschließend werden phänomenologische Betrachtungen zu der noch relativ neuen Technologie der interaktiven Graphik angestellt.

INTERACTIVE GRAPHICAL SYSTEMS

Abstract

Interactive graphical systems are the core of graphical data processing. Major fields of application of graphical data processing are business graphics, computer-aided design (CAD) and digital image processing.

This paper deals with the technical aspects of interactive graphical systems and with their use in cartographic systems.

Cartographic systems aim at integrating data acquisition, data processing, graphics and data bases. Interactive graphics systems play a decisive role on the one hand in the optimization of sub-procedures like measuring, computing and plotting, and on the other hand in integrating the sub-procedures in a cartographic evaluation and information system.

The numerous fields of application of interactive graphical systems are described with practical examples taken from the field of computer-controlled cartography.

The paper concludes with phenomenological observations on the relatively new interactive graphics technology.

SYSTEMES GRAPHIQUES INTERACTIFS

Résumé

Les systèmes graphiques interactifs représentent le noyau du traitement graphique des informations, dont les principales applications sont le graphique commercial (business graphic), la conception assistée par ordinateur (CAO) et le traitement digital d'images (image processing).

Le présent exposé traite des aspects techniques des systèmes graphiques interactifs et des possibilités d'application de ceux-ci dans les domaines de la restitution cartographique.

Les systèmes de restitution cartographique ont pour but de faire la liaison entre l'acquisition des données, leur traitement, la restitution graphique et le raccordement à une banque de données. Les systèmes graphiques interactifs jouent ici un rôle décisif d'une part pour l'optimisation d'opérations telles que les processus de mesure, de calcul et de dessin, et d'autre part pour l'imbrication de ces opérations en un système de restitution et d'information cartographique.

Les nombreuses et diverses possibilités d'application des systèmes graphiques interactifs sont présentées à l'aide d'exemples tirés de la pratique cartographique assistée par ordinateur.

Des observations phénoménologiques sur la technologie encore relativement récente du graphique interactif sont faites en conclusion.

SISTEMAS GRAFICOS INTERACTIVOS

Resumen

Los sistemas gráficos interactivos constituyen el elemento central del procesamiento gráfico de datos, que se utiliza especialmente en trabajos gráficos comerciales (business graphics), diseño apoyado por computadora (CAD) y el procesamiento digital de imágenes (image processing).

La presente conferencia trata los aspectos técnicos de los sistemas gráficos interactivos y sus posibilidades de aprovechamiento en el conjunto de sistemas cartográficos.

La finalidad de los sistemas restituidores cartográficos es la de interconectar los sectores parciales: recopilación de datos, procesamiento de datos, trabajos gráficos y conexión al banco de datos. En este caso desempeñan un papel decisivo los sistemas gráficos interactivos, por una parte para optimizar tareas parciales como el proceso de medición, el cálculo y el trazado, y por otra para integrarlos para que formen un sistema cartográfico de evaluación y restitución.

La versatilidad de aplicación de los sistemas gráficos interactivos se explica con ayuda de ejemplos prácticos tomados de la cartografía apoyada por computadora.

La conferencia concluye con observaciones fenomenológicas sobre la tecnología relativamente reciente de la gráfica interactiva.

Dr.-Ing. Matthäus Schilcher,
Firma Siemens AG, Bereich Datentechnik-Vertrieb
Otto-Hahn-Ring 6, 8000 München 83