

HERSTELLUNG GROSSMASSTÄBIGER KARTEN IM SYSTEM GEOMAP

Von G. Heupel, Essen

1. Einleitung

Seit 1973 bietet die Computer-Industrie höchst leistungsfähige Kleinrechner-Konfigurationen mit gleichwertigen Betriebssystemen an, die erstmalig auch dem freiberuflichen Geodäten die finanzierbaren maschinellen Voraussetzungen geben, um eine Automation komplexerer Aufgaben seines Arbeitsgebietes in Angriff zu nehmen. Die GEOMESS-Ingenieurgesellschaft entschloß sich daher, ein eigenes Computersystem konsequent auszubauen, wozu auch die Integration von Hardware für die grafische Datenverarbeitung gehörte. Entsprechend wurde das in Abb. 1 dargestellte standardmäßig konfigurierte Rechnersystem mit einem grafischen Terminal GT 40 (Abb. 2) und einer automatischen Zeichenanlage (Abb. 3) verbunden.

Eine Grundnutzung des erworbenen Systems war unmittelbar durch vorhandene Anwenderprogramme gegeben. Dennoch bestätigte sich ebenso schnell der erwartete Sachverhalt, daß die zur Verfügung stehende Anwender-Software in der Summe kein Äquivalent zur Hardware und deren Betriebssystem war. Folgerichtig mußte ein neues leistungsfähiges Anwendungssystem angestrebt werden, das als gleichwertige Komponente in einem Gesamtsystem mit maximalem Nutzen gelten konnte. Diese Forderung begründete die Entwicklung des GEOMAP-Systems, dessen Zielsetzung u.a. die Herstellung großmaßstäbiger Karten einschließt. Entsprechend kann die Kartenherstellung hier nur im Systemzusammenhang gesehen werden, so daß das Gesamtsystem vorab vorzustellen ist.

2. Beschreibung des GEOMAP-Systems

2.1 Zielsetzung

Die erste Zielvorstellung über das System orientierte sich zunächst an den geodätischen Aufgaben der Koordinatenerzeugung und der Herstellung großmaßstäbiger Karten. Entsprechend der Abb. 4 sollte die Koordinatenerzeugung mit Eingangsdaten aus terrestrischer Messung, Digitalisierung und Luftbildmessung möglich sein. Da die Koordinatenerzeugung jedoch nur Mittel zum Zweck ist, muß eine Weiterverarbeitung über eine zentrale Datenorganisation geschaffen werden. Dabei bedingt die Natur der Meßdaten und der daraus abgeleiteten Koordinaten, daß eine wirksame Ergänzung und Korrektur möglichst in grafischer Form durchgeführt werden kann.

Aus den fehlerfreien Datenbeständen sollte das System schließlich verschiedene geodätische und nichtgeodätische Ergebnisse in Listenform oder in grafischen Darstellungen aktuell und schnell generieren. Hauptziel des Systems ist also der möglichst wirksame Einsatz einer erweiterten EDV-Anlage für die Erzeugung, Verwaltung und Nutzung ortsbezogener Datenbestände in geodätischen und in anderen Fachbereichen. Aus dieser allgemeinen Zielsetzung ergeben sich präzise Ziel-spezifikationen, von denen einige in der Abb. 5 veranschaulicht werden:

- Im Mittelpunkt des Anwendungssystems steht eine zentrale Datenorganisation, die alle - vom System zu verarbeitenden - Daten verwaltet und verschiedene Anwenderfunktionen miteinander verketten kann.
- Die Datenorganisation soll System-Basis sein, sowohl für numerische Anwendungen als auch für grafische Anwendungen.
- Je nach Zweckmäßigkeit muß das System dabei im BATCH-Modus oder im Dialogverkehr mittels grafischer Terminals benutzbar sein.
- Zur Steigerung der Systemleistung sollen die Multiprogramming Fähigkeiten moderner Betriebssysteme genutzt werden.
- Trotz der verschiedenen Anforderungen muß die Sicherheit des Systems gewährleistet werden,

2.2 Konzeption

Aus den wenigen aufgeführten Zielspezifikationen ist bereits abzuleiten, daß ein komplexes Hard- und Softwaresystem auf der Grundlage einer Datenbank erforderlich ist, um die gestellten Anforderungen erfüllen zu können. Die Durchführbarkeitsstudie ergab, daß für die Systemrealisierung eine Kooperation mit einem anderen Software-Haus notwendig war, das besondere Erfahrungen auf dem Sektor der Systementwicklung und speziell auf dem Sektor der Datenbank-Software hat. Für diese erforderliche Kooperation konnte die Bunker Ramo Electronic Data Systems GmbH. in München gewonnen werden, eine Tochtergesellschaft der Bunker Ramo Cooperation in den USA.

Das nachfolgend erläuterte GEOMAP-System ist also eine Gemeinschaftsentwicklung von Geomess und Bunker Ramo, das im übrigen teilweise im Rahmen des 2. Datenverarbeitungsprogramms der Bundesregierung gefördert wird.

2.21 Übersicht

Der Systementwurf fordert auf der Hardware-Seite eine Konfiguration wie sie in Abb. 6 schematisch wiedergegeben wird. Die Darstellung bezieht sich dabei auf ein schlüsselfertiges System.

Als leistungsfähiger Zentralrechner wird eine PDP 11/45 mit 256 K-Byte Kernspeicher und mit minimal 2 x 88 Millionen Byte Plattenspeicher verwendet. Magnetband, Drucker und Kartenleser bilden die restliche Standard-Peripherie. Für die grafischen System-Funktionen treten notwendigerweise grafische Terminals und eine Zeichenanlage hinzu. Bei Bedarf können zusätzlich interaktive Digitalisierstationen angeschlossen werden. Das grafische Terminal GT 40 ist als intelligentes Terminal mit einem eigenen 16 K-Byte Rechner ausgestattet. Eine Parallelleitung mit hoher Übertragungsleistung verbindet den Satellitenrechner mit dem Hauptrechner. Ebenso ist der Steuerrechner der Zeichenanlage direkt mit dem Zentralrechner verbunden. Auf diese Weise wird die automatische Zeichenanlage zu einem unmittelbar ansprechbaren Peripheriegerät des Hauptrechners, ohne denselben nennenswert zu belasten.

Die Abb. 7 zeigt den Software-Aufbau des GEOMAP-Systems. Die Basis für die erste System-Implementierung bildet hier das Betriebssystem RSX-11-D für die gezeigte Rechnerkonfiguration. RSX-11-D ist ein Echtzeit-Betriebssystem mit Multiprogramm-Fähigkeit. Auf dem Betriebssystem bauen die Datenbank-Software und die Basis-Software für den physikalischen Anschluß der grafischen Peripheriegeräte auf. Die weiteren Software-Komponenten - bestehend aus interaktiver Terminal-Software, Dienstprogrammen für Standard-Systemaufgaben und Anwenderprogrammen - sind über eine Schnittstelle mit der Datenbank verbunden. Diese Schnittstelle wird aus einem Satz von FORTRAN Unterprogrammen gebildet, die die Datenbank-Funktionen auf der Programmebene versorgen und aktivieren. Der Hinweis auf FORTRAN Unterprogramme zeigt an, daß das System auf der FORTRAN Ebene mit weiteren Anwenderfunktionen ausgestattet werden kann. Darüber hinaus bedeutet der Hinweis, daß die GEOMAP-Software einschließlich der Datenbank weitgehend in FORTRAN geschrieben wurde, um eine möglichst einfache Systemübertragbarkeit auf andere Rechenanlagen zu erzielen.

2.22 Datenbank

Die Datenbank-Moduln erlauben die Abspeicherung, die selektive Wiedergewinnung, die Veränderung und die Löschung von geodätischen und nichtgeodätischen Daten in einer gemeinsamen Datenbank. Diese Daten können aus X, Y, Z Punktkoordinaten, Punktstrukturen in Form von Koordinatenketten und auch aus beliebigen alphanumerischen Zeichenketten bestehen. Die Abb. 8 zeigt die Datenstruktur des Systems mit einer dreistufigen Organisation. Die Datenbank bildet die Spitze der Daten-Hierarchie. Auf der nächsten Stufe folgen n Datenbank-Teile mit je 3 invertierten Dateistrukturen für einen wirksamen Datenzugriff. Koordinaten und Zeichenketten bilden die unterste Stufe. Die Datenbankteile stehen für die benutzerorientierte Gliederung der Datenbank zur Verfügung. Jeder Datenbankteil hat - für sich genommen - alle Merkmale einer Datenbank-Organisation.

Eine invertierte Dateistruktur besteht immer aus einem Index-Teil und einem Datenteil. Im Index-Teil stehen für jeden Wert eines Suchkriteriums Verweise auf Daten mit der betreffenden Eigenschaft.

Für eine flexible Wiedergewinnung ortsbezogener Daten unterhält das System einen Gitterquadrat-Index und einen Kategorie-Index, Zur Realisierung des Gitterquadrat-Index wird über das zu verwaltende Gebiet ein Koordinatengitter mit wählbarer Gitterweite gelegt. Jeder so entstehende Flächenausschnitt ist dann durch Zeilen- und Spaltennummer identifizierbar. Aus Zeilen- und Spaltennummern bildet das System Gitterquadrat-Kennungen, die als Suchargument in den Gitterquadrat-Index eingehen. Jeder Gitterquadrat-Kennung sind Kreuzverweise auf Datenelemente zugeordnet, die in dem betreffenden Gitterquadrat ganz oder teilweise liegen. Wenn z.B. ein Datenelement eine Linie repräsentiert, die mehrere Gitterquadrate schneidet, so ist im Index bei jedem geschnittenen Gitterquadrat ein Verweis auf diese Linie zu finden.

Neben der Notwendigkeit der ortsbezogenen Datenwiedergewinnung muß das System die Anwenderdaten auch nach mindestens einem ortsunabhängigen Suchkriterium zurückliefern. Aus diesem Grund wird von den Eingabedaten vorausgesetzt, daß sie eine Codierung bezüglich ihrer Bedeutung enthalten. Das GEOMAP-System benutzt dafür einen fünfstelligen numerischen Kategorie-Code. Daten einer Objektklasse werden stets mit demselben Kategorie-Code verschlüsselt. Entsprechend kann das System im Kategorie-Index für jede Kategorie die Verweise auf Daten derselben Objektklasse unterhalten.

In der dritten invertierten Dateistruktur speichert das System schließlich die Benutzerdaten. Dabei verwaltet der Elementindex die Plattenadressen der Datensätze, die jeweils aus einem der folgenden Elemente bestehen können:

- eine 3-dimensionale Punktstruktur, die eine Linie oder eine Figur beschreibt,
- eine Gruppe von Einzelpunkten, die zur selben Kategorie und demselben Gitterquadrat gehören,
- eine alphanumerische Zeichenkette mit Positionsangaben.

Die nächsten Abbildungen veranschaulichen prinzipiell die Nutzung der Datenbank. Die Abb. 9 zeigt zunächst eine einfache Skizze mit den topographischen Objektkategorien Straße, Haus, Nadelwald und Laterne. Die Übergabe dieser Daten an die Datenbank kann mit der dargestellten einfachen Syntax beschrieben werden.

Die Abb. 10 benutzt dieselbe topographische Situation zur Erläuterung der selektiven Datenwiedergewinnung. Suchoperationen werden über Auswahllisten spezifiziert, in denen mehr oder weniger komplexe Auswahlbedingungen mit Hilfe von Relationsoperatoren und logischen Operatoren formuliert werden können.

Das Beispiel A zeigt den einfachen Abruf nach Kategorien. Die Auswahlliste enthält nur die Kategorie 4. In diesem Fall kann das System direkt alle Datensätze der spezifizierten Objektklasse unabhängig von der lagemäßigen Verteilung finden.

Das Beispiel C hingegen enthält eine kombinierte Auswahlliste mit einer Flächenausschnitts- und Objektklassen-Bedingung. Diese Bedingung verlangt hier alle Objekte mit Y größer 100 und X größer 200 und K gleich 2. Beim gewählten Beispiel würde die Suchoperation folgerichtig nur das dargestellte Liniensegment zurückliefern.

Neben Datenabspeicherung und -wiedergewinnung ist selbstverständlich auch der Änderungsdienst eine wesentliche Datenbankfunktion. Die Abb. 11 verdeutlicht einen typischen Codierungsfehler. Nach Identifikation des fehlerhaften Objektes - entweder digital wie hier in der Abbildung oder grafisch wie an späterer Stelle erläutert - führt das System die definierte Umcodierung durch.

Die soweit dargestellten Datenbankfunktionen bilden natürlich nicht den gesamten Funktionsvorrat eines Datenbanksystems. Die Forderung nach Systemsicherheit bedingt z.B. hier sehr umfangreiche Programmierung, die jedoch aus Zeitgründen nur kurz mit den Stichworten Datenbanküberwachung, Zugriffssicherung, Datensicherung und Datenrekonstruktion umrissen werden soll.

2.23 Kommunikation mit der Datenbank

Der Benutzer kann nun drei verschiedene Kommunikationsmöglichkeiten mit der Datenbank wahrnehmen:

- auf der Programmebene durch Unterprogrammaufrufe,
- bei Stapelverarbeitung über fertige Dienstprogramme und
- beim Dialogverkehr über interaktive grafische Terminals.

Die Kommunikation auf der Programmebene ist für die erwähnte Integration neuer Anwenderprogramme wichtig. Der Anwender selbst benutzt im Regelfall die Dienstprogramme oder die grafischen Procedures. Die Dienstprogramme des GEOMAP-Systems werden über eine formale Sprache gesteuert, die für die Stapelverarbeitung eine einheitliche Schnittstelle zwischen dem System und dem Anwender bildet.

Die Kommunikation über grafische Terminals ist ebenfalls in eine formale Sprache gekleidet, bei der jedoch zahlreiche Anweisungen grafisch mittels Lichtgriffel definiert werden. Die Grundfunktion der grafischen Terminals ist die schnelle Visualisierung von Datenbankobjekten. Der Benutzer formuliert dazu im Dialogverkehr den gewünschten Datenbankteil und eine Auswahlliste für die Datenwiedergewinnung. Diese Auswahlliste besteht typisch aus einer Flächendefinition und einer Anzahl von Kategoriespezifikationen. Beide Größen können über die Tastatur des Terminals oder grafisch über den Bildschirm aufgesetzt werden. Im zweiten Fall selektiert der Anwender mittels Lichtgriffel die ihn interessierenden Objekte und mit einer variablen BOX definiert er den Flächenausschnitt. Auf diese Weise kann zum Beispiel der in Abb. 12 dargestellte Ausschnitt mit den Objekten Straßen, Gebäude und Zäune angefordert werden.

Durch Modifikation der Objektauswahl lassen sich jedoch ebenso leicht unterschiedlich Darstellungen erzeugen. So zeigt das nächste Bild (Abb. 13) denselben Flächenausschnitt nur mit den Straßen, während der folgende Abruf nur die Gebäude und die Zäune darstellt (Abb. 14).

Die Kommunikation mit der Datenbank über das grafische Terminal erstreckt sich aber nicht nur auf die Darstellung von Datenbankinhalten und die später erläuterte Datenkorrektur; es können ebenso neue Datenbankinhalte grafisch spezifiziert werden. So wurde die in Abb. 15 erkennbare gestrichelte Linie mittels Lichtgriffel konstruiert. Das entstandene Umringspolygon kann vom Bildschirm aus an die Datenbank übergeben und von dort aus für verschiedene Funktionen herangezogen werden. z.B. für eine Flächenberechnung.

2.24 Dienstprogramme

Mit dem Stichwort "Flächenberechnung" ist die Software-Komponente der Dienstprogramme für Standard-Aufgaben angesprochen. Diese Dienstprogramme werden über Stapelverarbeitung aktiviert und erledigen im einzelnen die folgenden Aufgaben:

- die Transformation von Eingabedaten mit externem Format,
- die Datenbankgenerierung, -fortführung und -sicherung sowie den Datenaustausch,
- die Listenausgabe von Datenbankinhalten,
- die Erstellung von Datenbankstatistiken,
- die Generierung von benutzerdefinierten Objektbeschreibungen und Symbol-Katalogen für die grafische Ausgabe und
- die grafische Ausgabe von Datenbankobjekten mittels Zeichentisch.

Hinter dem Begriff Datenbankstatistik verbergen sich zunächst relativ einfache und allgemeine Funktionen wie

- Häufigkeitszählungen
- Längenberechnungen
- Flächenberechnungen
- Volumenberechnungen.

Es ist jedoch zu erwarten, daß dieser Basis-Funktionsvorrat in der Zukunft stark erweitert wird. Die Beispiele der Flächenberechnung und der Massenberechnung verdeutlichen sehr schnell die Bedeutung der Datenbankorganisation für die Berechnung ortsabhängiger Größen. Die Abb. 16 zeigt die grundsätzlichen Fähigkeiten einer Flächenberechnungs-Funktion auf Datenbank-Basis:

- jede Fläche kann individuell aufgerufen werden,
- ebenso leicht sind eine oder mehrere Flächengruppen über den Kategorie-Begriff direkt anzusprechen und
- schließlich können durch die freie Definition von Flächenausschnitten bei der Datenwiedergewinnung prozentuale Flächenanteile zu einer Bezugsfläche abgeleitet werden,

Die Abb. 17 veranschaulicht den minimalen Eingabeumfang für die Generierung einer Flächenstatistik. Neben der Identifikation des Datenbankteils genügt die Aufstellung einer Kategorie-Liste mit 11 Elementen, um die Flächenberechnung über insgesamt 77 Einzelflächen mit 2500 Grenzpunkten nach wenigen Sekunden Gesamtausführungszeit zu beenden.

Formell vergleichbar können im System ebenso Volumenberechnungen durchgeführt werden. Die Abb. 18 erläutert eine Differenzmassenberechnung innerhalb eines definierten Umringspolygon zwischen einem gespeicherten digitalen Flächenmodell und einem Bezugsniveau.

2.25 Anwenderprogramme

Das Stichwort Flächenmodell leitet zu den Anwenderprogrammen über. Die ersten integrierten Anwenderprogramme stammen verständlicherweise aus dem geodätischen Fachbereich. Anwenderprogramme aus anderen Fachbereichen sollen jedoch hinzukommen. Die wesentlichen geodätischen Anwenderprogramme beziehen sich zunächst auf die koordinatenerzeugenden Programme auf der Basis von terrestrischer Messung, Digitalisierung und Luftbildmessung. Das Programm zur Auswertung von Digitalisierungen wird im Zusammenhang mit der Kartenherstellung näher vorgestellt.

An die koordinatenerzeugenden Programme schließen sich die koordinatenweiterverarbeitenden Programme an. Die Koordinatenweiterverarbeitung beginnt bei OFF LINE digitalisierten Situationsmodellen mit der Koordinatenverbesserung zur Erfüllung geometrischer Bedingungen wie Geradlinigkeit, Rechtwinkligkeit und Parallelität. Sofern entsprechende Kennungen bei der Dateneingabe vergeben wurden, kann diese Koordinatenverbesserung a posteriori in der Datenbank durchgeführt werden.

Hinreichend bekannt ist die Bedeutung der Programme zur Erzeugung von digitalen Geländemodellen. Das bei der Geomess benutzte Programm von Prof. Koch wird in Kürze in einer integrierten GEOMAP-Version laufen. Dieses Programm arbeitet dann in Verbindung mit der Datenbank und kann so ohne manuelle Segmentierung praktisch unbegrenzt große Flächenmodelle generieren.

Diese Eigenschaft hat für eine automatisierte Behandlung großer Projekte grundlegende Bedeutung. In diesem Zusammenhang sei der Hinweis gestattet, daß unabhängig von der Rechenmethode die Erzeugung digitaler Geländemodelle auch heute noch sehr kostenintensiv ist; es dürfte hier noch die Regel gültig sein, daß Speichern billiger ist als ein wiederholtes Rechnen. Dieses Argument gilt im GEOMAP-System umso mehr, da die Datenbank für die Speicherung von Gitterwerten abgerundet nur zwei Byte benötigt. Dieser geringe Speicherbedarf ist auf der anderen Seite Voraussetzung für die Speicherfähigkeit von einigen Millionen Gitterpunkten, die bei intensiver Anwendung digitaler Flächenmodelle leicht anfallen können.

Für die Nutzung digitaler Flächenmodelle steht im GEOMAP-System neben der Massenberechnung ein weiterentwickeltes Isolinienprogramm und ein Profilprogramm zur Verfügung.

3. Kartenherstellung

3.1 Datenaufbereitung

Mit dem soweit dargestellten System ist die Herstellung großmaßstäbiger Karten für alle digitalen Erfassungssysteme prinzipiell gleichartig möglich. Dennoch bestehen verfahrensbedingte Unterschiede, die sich auch über die Koordinatenerzeugung hinaus auswirken. Diese Unterschiede begründen differenzierte Aufbereitungsmaßnahmen, bevor eine Kartenausgabe vorgenommen werden kann.

3.11 Terrestrische Messung

Die Messung mit registrierenden elektronischen Tachymetern liefert normalerweise keine vollständige Beschreibung der gemessenen Objekte. Die notwendige Zusatzinformation über Punktverbindungen kann jedoch am Bildschirm erstellt werden, wenn das Punktfeld differenziert codiert wurde, und ein Handriß die vorhandenen Punktverbindungen dokumentiert. Die nächste Bildschirmdarstellung (Abb. 20) zeigt eine differenzierte Punktdarstellung mit deren Hilfe die Zuordnung der zusammengehörenden Punktepaare erleichtert wird. Die Abb. 21 bringt dann das Ergebnis der interaktiven Ergänzung. Mit der Übernahme der Ergänzungen in die Datenbank sind die Voraussetzungen für die Kartenausgabe erfüllt.

3.12 Digitalisierung

Im Gegensatz zur terrestrischen Messung ergibt die Digitalisierung - ähnlich wie die digitale Luftbilddauswertung - vollständige Objektbeschreibungen. Ähnlich ist auch die Situation, wenn mehrere Inselkarten zusammengefaßt werden sollen, wie in Abb. 22 dargestellt. Man kann auch hier von einem Blockverband sprechen, der die Anwendung der Blockausgleichsmethode für den Modellzusammenschluß assoziiert. Dennoch sind die auftretenden Probleme durch die 'bewegte Geschichte' der Digitalisierungsvorlagen anders als bei photogrammetrischen Blockverbänden. An den Modellrändern existieren häufig Inhomogenitäten, die weit über der Digitalisierengenauigkeit liegen können. Vor der Kartenausgabe entsteht daher die Aufgabe, diese Inhomogenitäten zu bereinigen. Das GEOMAP-System benutzt dazu ein spezielles iteratives Verfahren, bei dem wiederum die Datenbank hilfreiche Dienste leistet. Entscheidend ist dabei, daß keineswegs alle Modelle gleichzeitig vorliegen müssen. Das System kann eine Teilhomogenisierung der in der Datenbank abgespeicherten Modelle durchführen; neu hinzukommende Modelle lösen wiederum den Homogenisierungsprozeß aus, wobei Koordinatenänderungen nur dann übernommen werden, wenn sie über der grafischen Genauigkeit der digitalisierten Koordinaten liegen. Damit unterstützt die Datenbank eine dynamische Koordinatenerzeugung, was bei der zeitlich aufwendigen Digitalisierung umfangreicher Inselkartenwerke von großer praktischer Bedeutung ist. Zusätzlich können widerspruchsfreie Rahmenkarten für das bereits erfaßte Gebiet angeboten werden, die das zum Ausgabezeitpunkt bestmögliche Koordinatenergebnis enthalten.

3.13 Digitale Luftbildmessung

Die digitale Luftbildmessung mit großen Bildmaßstäben hat nun wiederum kleinere Probleme mit der Objektbeschreibung. Bei der Messung mit unabhängigen Modellen geht normalerweise der Zusammenhang der kontinuierlich erfaßten Linien an den Modellrändern verloren. Auf der anderen Seite können Codierungs- und Darstellungsfehler das spätere Kartenbild beeinträchtigen. Wenn also kein fehlerfreies Situationsmodell in die Datenbank übernommen wurde, muß eine gewisse Aufbereitung der abgespeicherten Daten durchgeführt werden. Soweit keine numerischen Prozeduren diese Aufgaben übernehmen können, bietet sich wiederum das grafische Terminal an.

Die Abb. 23 zeigt nochmals den bereits bekannten Ausschnitt, allerdings noch in einem mit Darstellungsfehlern behafteten Zustand. Zur Korrektur dieser Darstellungsfehler wurde über die Tastatur die Mehrzweckbox aufgerufen, im Bild 24 als Rechteck mit Diagonalkreuzen zu sehen. Die nächsten Operationen zeigen Abläufe, die unter dem Begriff Fenstertechnik bekannt sind. In der Abb. 25 wurde die Box bereits über der Fehlersituation positioniert und in ihrer Größe so angepaßt, daß die Fehlersituation maximal im nächsten Schritt auf den Bildschirm gebracht werden kann. Die in der Abb. 26 erzielte Ausschnittsvergrößerung liegt

deutlich über dem normalen Maß für Korrekturzwecke. Sie wurde jedoch für die Erläuterung des Fehlersachverhaltes so groß gewählt. In der Abb. 27 kennzeichnen die Nummern 1 - 4 die Ecken des ersten Gebäudes, während die Buchstaben A bis D diejenigen des zweiten Gebäudes definieren. Das Zustandekommen der Fehlerverbindungen kann leicht interpretiert werden, wenn man davon ausgeht, daß der Stereoauswerter beim Gebäudepunkt 4 versäumte, eine Ende-Kennung zu setzen. Statt dessen hat er direkt den Punkt A des zweiten Gebäudes angefahren. Beim letzten Gebäudepunkt wurde er sich schließlich bewußt, daß ein Gebäude zu schließen ist. Das Setzen dieser verspäteten Ende-Kennung führte dann zwangsläufig zu der Verbindung der Punkte D und 1. Das Ergebnis dieser Fehlercodierung ist nun schneller über das grafische Terminal zu bereinigen, als mit Worten zu erläutern. Die Abb. 28 zeigt eine Löschoption. Zu diesem Zweck braucht das Gerät nur in den Löschmodus versetzt zu werden. Anschließend kann mit dem Lichtgriffel jede Linie identifiziert und gelöscht werden. Die nächsten Abbildungen enthalten das Ergebnis der Löschoption (Abb. 29) und das Ergänzen von Liniensegmenten mittels Lichtgriffel (Abb. 30). Es genügt dazu, die BOX jeweils nacheinander auf die beiden Punkte zu positionieren, die mit der Linie verbunden werden sollen. Für das exakte Positionieren auf vorhandene Punkte bietet die Terminal-Software eine Funktion, bei der der Rechner des GT 40 den jeweils nächstliegenden Punkt selbständig ermittelt. Das Führen der Marke mit dem Lichtgriffel braucht also nur näherungsweise exakt zu erfolgen. Das letzte Bild zur Fehlerberichtigung zeigt das fertige Ergebnis der Korrektur (Abb. 31). Diese Korrektur wurde jedoch nicht nur auf dem Bildschirm durchgeführt, sondern gleichzeitig auch in der Datenbank, was durch das nächste Bild belegt wird. Die Abb. 32 gibt den neu generierten Ursprungsausschnitt mit der jetzt berichtigten Fehlersituation wieder.

Die nächsten beiden Bilder (Abb. 33 und 34) zeigen eine andere Fehlersituation innerhalb desselben Datenbankteils. Beim Wechsel der Straßenseiten kam es zu der mit dem Lichtgriffel angezeigten Fehlerverbindung, die im zweiten Bild bereits gelöscht ist.

3.2 Kartengenerierung

3.21 Digitale Karte

Aufbauend auf der berichtigten Datenbank kann das System nun automatisch Karten generieren. Die Abb. 35 definiert zunächst, was im System unter einer Karte verstanden wird.

Analog zur Definition eines digitalen Geländemodells verstehen wir unter digitaler Karte einerseits die - über Auswahlbedingungen - spezifizierten Datenbankobjekte und andererseits die - für die Umwandlung der digitalen Daten - notwendigen Interpretations- und Transformations-Algorithmen, deren Funktion über Randbedingungen wie Blattschnitt, Maßstab und Zeichenvorschrift gesteuert wird. Wegen der Variationsmöglichkeiten hinsichtlich Auswahlbedingungen und Randbedingungen ergibt sich zwangsläufig, daß eine bestimmte Karte nur über eine aktuelle Generierung physikalisch realisiert werden kann. Damit ist die Aktivierung eines Zeichenprozessors grundsätzliche Bedingung für die Kartenherstellung. Bei dieser Bedingung ist die Frage zu stellen, ob nicht ein zu großer Systemaufwand für diese Art Kartenherstellung betrieben wird? Diese Frage kann aus zwei Gründen eindeutig verneint werden:

- Erstens sind die vom Zeichenprozessor benötigten Rechen- und Ausführungszeiten in Relation zum Gesamtaufwand der Kartenherstellung außerordentlich gering.
- Zweitens erhält der Benutzer durch die grundsätzlich ablaufende Transformation eine sonst nicht zu erreichende Flexibilität bei der Nutzung seiner Datenbank.

Die vom Zeichenprozessor erstellte Ausgabedatei enthält Steuerbefehle für einen Zeichentisch oder einen Plotter. Sie hat nur temporäre Bedeutung und kann ohne weiteres nach der Auszeichnung gelöscht werden - eine Maßnahme, die der Idee der digitalen Karte voll entspricht.

Die nächsten Abbildungen führen nun aus, wie die erwähnten Randbedingungen konkret aussehen. Unmittelbar verständlich ist die Festlegung des Blattschnittes durch Angabe des Bezugspunktes, der Seitenlängen und des Drehwinkels gegenüber dem Koordinatensystem. Die ergänzenden Angaben über Ausgabemaßstab und auszuwählende Objektklassen definieren die restlichen Benutzerspezifikationen. Mit

Hilfe der eingegebenen Fläche und der festgelegten Kategorieliste stellt das Zeichenprogramm die bereits bekannten Auswahlbedingungen für die Datenwiedergewinnung auf. Die in Abb. 36 wiedergegebenen Benutzerspezifikationen würden für das Testbeispiel auf den dargestellten Kartenausschnitt führen.

Die Abb. 37 erläutert nun, wie Zeichenvorschriften in einem digitalen System aussehen können. Dazu werden in einer Tabelle alle relevanten Eigenschaften der Objektklassen in Bezug auf die grafische Darstellung aufgenommen. So ist zum Beispiel die Zuweisung eines bestimmten Symbols wesentliche Voraussetzung für die grafische Darstellung von Einzelpunkten. Darüber hinaus ist die Maßstabsvariation des Symbols bei Darstellung in verschiedenen Maßstäben eine wichtige festzuhaltende Eigenschaft.

Für die grafische Wiedergabe von Punktverbindungen ist die Zuweisung von Linienstärke und Linienmuster grundsätzlich erforderlich. Zusätzlich können Linien durch Symbole oder Signaturen begleitet werden. Entsprechend definiert die Objektbeschreibungstabelle auch solche Eigenschaften, wie in der Abbildung durch die Spalte 'Linienbegleitung' angedeutet.

Der große praktische Vorteil der Objektbeschreibungstabellen besteht nun darin, daß die gespeicherten Datensätze fast keine grafische Information erhalten. Eine Änderung der Zeichenkonventionen kann daher sehr schnell und wirkungsvoll durch eine Modifikation der Beschreibungstabellen berücksichtigt werden. Aus diesem Grund speichert das System für jeden Datenbankteil eine individuelle Objektbeschreibungstabelle ab. Da der Zeichenprozessor sich bei jeder Kartengenerierung auf die Objektbeschreibungstabellen des Datenbankteils bezieht, berücksichtigt das System automatisch unterschiedliche Zeichenkonventionen, wenn verschiedene Projekte bearbeitet werden.

3.22 Zeichenprozessor

Nach der Darstellung aller Hilfselemente des Konzepts der digitalen Karte soll nun der Zeichenprozessor näher beschrieben werden. Dieser Modul arbeitet in zwei Stufen. Die erste Stufe dient zur Erfassung aller relevanten Beziehungen unter den angeforderten Datenbankobjekten. Relevante Beziehungen entstehen z.B. zwischen dem Umringspolygon eines definierten Schriftfeldes und den Objekten, die ganz oder teilweise im Schriftfeld liegen, falls der betreffende Text ausgezeichnet werden soll. Es kann nun nicht die Aufgabe der Datenbank sein, alle solchen Beziehungen durch logische Verknüpfungen zu realisieren, zumal diese Beziehungen im Regelfall nur temporäre Bedeutung haben. Durch die ortsbezogene Datenorganisation bietet die Datenbank jedoch eine wesentliche Voraussetzung für die aktuelle Erfassung der jeweils relevanten Beziehungen. Nach Ablauf der ersten Stufe kennt der Zeichenprozessor diese relevanten Beziehungen. In der zweiten Stufe läuft dann ein weitgehend sequentieller Prozeß ab, an dessen Ende die digitale Datenbankinformation in Steueranweisungen für einen Zeichentisch umgesetzt ist. Dieser sequentielle Prozeß beinhaltet im wesentlichen die kartographische Interpretation der darzustellenden Objekte ohne Generalisierung. Das Ausklammern der Generalisierung führt notwendigerweise zu der Systemabgrenzung, die sich in dem Begriff "großmaßstäbige Kartenherstellung" ausdrückt. Ansonsten umfaßt der Funktionsvorrat des Zeichenprozessors alle notwendigen Fähigkeiten für die automatische Kartenherstellung, wie z.B.:

- die aktuelle Ergänzung der Einzelpunkte und der Punktstrukturen entsprechend variablen Darstellungskonventionen,
- die Freistellung von Texten und Symbolen,
- die allgemeine Freistellung von exklusiven Flächen,
- die Randanpassung und Maßstabtransformation und schließlich
- die Generierung des Kartenrahmens.

Das Beispiel der Flächenschraffur (Abb. 38) soll stellvertretend eine dieser Funktionen erläutern. In der Objektbeschreibungstabelle könnte definiert sein, daß alle Häuser mit dem dargestellten Muster schraffiert werden sollen. Die erste Stufe des Zeichenprozessors erkennt, daß in dem Haus ein Schriftfeld für die Hausnummer definiert ist. Entsprechend wird eine temporäre Verknüpfung beider Datenbankobjekte aufgebaut. Über diese Verknüpfung erkennt das Schraffur-Unterprogramm, daß ein Freistellungspolygon zu berücksichtigen ist. Die Abbildung zeigt über das Schraffurergebnis hinaus die Grundparameter, von denen die Schraffurmuster abhängen. Die dargestellte Tabelle ist in modifizierter

Form in den erwähnten Objektbeschreibungstabellen enthalten. Nach dieser Detailausführung zur Kartenherstellung sollen nun praktische Anwendungsbeispiele die Systemfähigkeiten in konkreter Form zeigen.

4. Anwendungsbeispiele

Die Anwendungsbeispiele erstrecken sich auf die Kartenherstellung auf den Grundlagen der Digitalisierung, der terrestrischen Messung und der digitalen Luftbildmessung.

4.1 Digitalisierte Karten

4.1.1 Rahmenkarten

Die Digitalisierung hat für die Erstellung von Rahmenkartenwerken große Bedeutung. Das erste Anwendungsbeispiel (Abb. 39) zeigt eine im System GEOMAP erzeugte Rahmenkarte. Grundlage dafür waren die digitalisierten Koordinaten mit vollständiger Objektbeschreibung. Das Ausgangskartenmaterial bestand aus vier Flurkarten. Die Generierung eines Datenbankteils schaffte die Voraussetzung für den Zusammenschluß der Flurkarten. Nach Ablauf der Homogenisierungsprozedur konnte automatisch eine Rahmenkarte mit nahtloser Passung an den ehemaligen Flurgrenzen berechnet und ausgegeben werden.

Die nächste Abbildung (Abb. 40) zeigt einen Ausschnitt mit allen Kartendetails. Dieser Ausschnitt wurde nicht durch Reproduktion erzeugt, sondern durch eine abermalige Aktivierung des Zeichenprozessors mit einer anderen Fensterdefinition. Bei einer Drehung des Fensters würden z.B. automatisch die relativ orientierten Hausnummern mitgedreht werden.

4.1.2 Flächennutzungspläne

Die nächste digitalisierte Karte (Abb. 41) stellt einen Flächennutzungsplan dar. Die verschiedenen Gemeindeflächen wurden bei der Erfassung unterschiedlich codiert. Durch die einfache Zuweisung von individuellen Schraffurmustern pro Objektklasse liefert der Zeichenprozessor das recht ansprechende Kartenbild.

4.2 Katasterpläne

Anders als die Digitalisierung generiert die terrestrische Messung im Regelfall zunächst einen Datenbankteil mit Einzelpunkten. Die fehlenden Punktverbindungen müssen dann nachträglich in die Datenbank eingeführt werden, am zweckmäßigsten wie gezeigt über grafische Terminals. Nach Abschluß dieser Ergänzungsarbeiten konnte der auf Seite A-13 gezeigte Katasterplan Ränderoth über die normale GEOMAP Prozedur ausgegeben werden.

4.3 Technische Karten

Die nachfolgend gezeigten Kartenbeispiele sind aus digitalen Luftbildmessungen abgeleitet worden. Mit Ausnahme des zuerst gezeigten Höhenlinienplanes zur Deutschen Grundkarte stammen die photogrammetrischen Daten von der Rheinischen Braunkohle AG, die schon seit einiger Zeit reges Interesse an der GEOMAP-Systementwicklung zeigt.

4.3.1 Höhenlinienpläne

Die Generierung von Isolinien (Abb. 43) ist zweifelsfrei auch ohne Datenbank möglich. Jedoch bietet auch hier die Datenbank sehr wesentliche Vorteile. Das ins GEOMAP-System integrierte Isolinienprogramm übergibt daher die berechneten Isolinienstücke an die Datenbank, so daß die Isolinienstücke einer allgemeinen Behandlung im System zugeführt werden können. Automatische Grundrißanpassung und interaktive Bearbeitungsmöglichkeiten sind dann direkt gegeben.

4.32 Planungsunterlagen

Die nachfolgenden Anwendungsbeispiele sind in der Systemnutzung ähnlich. Wegen des unterschiedlichen technischen Charakters können die Beispiele dennoch von Interesse sein. Die erste Abbildung dazu (Abb. 44) zeigt eine Übersichtsskizze zu einem Wasserleitungsprojekt. Bemerkenswert dabei ist die extrem bandförmige Ausdehnung des Objektes, Dennoch treten keinerlei Probleme bei der Verwaltung derartiger Flächen in der Datenbank auf. Die folgende Abb. 45 gibt einen Grundrißausschnitt wieder, der die Aufnahme des trassennahen Raumes zeigt. Die Nutzung des aus 42 000 Meßpunkten generierten Datenbankteils konzentrierte sich zunächst auf die Erzeugung eines digitalen Geländemodells mit 5 Metern Rasterweite für Planungszwecke. Aus den Gitterhöhen und dem Situationsmodell wurden dann anschließend automatisch Längsprofile mit einer Gesamtlänge von 32 km berechnet. Das zum Grundrißausschnitt gehörende Profil ist in der nächsten Abbildung (Abb. 46) zu sehen. Das benutzte Profilprogramm berechnet selbständig alle Schnitte zwischen der Profilachse und den - in der Datenbank abgespeicherten - Bruchkanten.

Das nächste gezeigte Projekt (Abb. 47) ist der geplante Flughafen München II. Aus 93 000 Meßpunkten wurde ein Datenbankteil generiert, der zusätzlich Festpunktkoordinaten, Bodenschicht- und Wasserstandsdaten aufnahm. Neben digitalen Flächenmodellen waren Grundrißpläne, Höhenlinienpläne und Profilpläne zu erzeugen. Die Berechnung des in Abb. 48 gezeigten Grundrisses dauerte ca. 120 Sekunden, einschließlich der Generierung aller Signaturen und Symbole. In diesen Grundriß sind die Achsen von Quer- und Längsprofilen eingezeichnet. Die nachfolgenden Abbildungen (Abb. 49 und 50) enthalten die zugehörigen Profilpläne.

Den Demonstrationsabschluß bildet der Tagebau Zukunft West der Rheinischen Braunkohle AG. Es handelt sich hier um eine Originalausgabe (Abb. 51) im Maßstab 1:25 000. Dies ist sicher ein Maßstab, der nicht ohne Generalisierung bearbeitet werden kann. Dennoch wurde der Versuch dieser Kartenausgabe unternommen, und man kann dem Tachenformat dieses Planes sicher einen gewissen Gebrauchswert zusprechen.

Zusammenfassung

GEOMAP ist ein interaktives Kommunikations- und Datenbanksystem für die Lösung ingenieurtechnischer Aufgaben. Der Zweck des Systems ist die wirksame Bearbeitung und Verwaltung ortsbezogener Daten sowie deren listenmäßige und graphische Darstellung mit Hilfe einer entsprechend erweiterten Datenverarbeitungsanlage.

Die Systemkonzeption baut auf einer leistungsfähigen Mehrzweck-Datenbank auf. Mit dieser Datenbank können sowohl Programme im Batch-Modus als auch Benutzer im Dialogbetrieb verkehren. Intelligente graphische Terminals bieten dabei dem Benutzer schnelle Visualisierung der Datenbank-Objekte sowie rationellen Änderungsdienst. Beide Eigenschaften werden als Voraussetzung für die automatisierte Herstellung großmaßstäbiger Karten begriffen, da eine Karte im System GEOMAP automatisch als aktuelle Transformation spezifizierter Datenbank-Objekte entsteht. Dieses Prinzip der Trennung von digitaler Speicherung und graphischer Repräsentation gestattet es unter anderem, den Datenbankinhalt flexibel und damit maximal zu nutzen.

An konkreten Beispielen wird abschließend die Leistungsfähigkeit und der Entwicklungsstand des Systems demonstriert.

Summary

GEOMAP is an interactive communication and data-bank system for the solution of civil-engineering problems. The purpose of the system is the efficient processing and storage of geographical data as well as their listing and graphical representation with the aid of a suitably enlarged data processor.

The system is conceived on the basis of an efficient multipurpose data bank. This data bank allows communication with both programs in the batch mode and users in the interactive mode. Intelligent graphical terminals offer the user rapid visualization of data-bank objects and rational modification. These two characteristics are considered as a precondition for the automatic production of large-scale maps, since in the GEOMAP system a map is automatically produced as an up-to-date transformation of specified data-bank objects. Among other things, this principle of a separation of digital storage and graphical representation allows the contents of the data bank to be used in a very flexible and thus optimum manner.

Finally, a few concrete examples are given to demonstrate the efficiency and the present status of the system.

Résumé

GEOMAP est un système interactif de communication et de banque de données, destiné aux tâches et aux problèmes du génie civil. Ce système vise le traitement efficace et la mise en mémoire de données géographiques, ainsi que l'impression en liste et la représentation graphique de ces données au moyen d'un processeur complété par les unités additionnelles nécessaires.

La conception du système se base sur la présence d'une banque de données qui dessert plusieurs secteurs d'activité et convient aussi bien à un enchaînement rapide de programmes qu'à un dialogue direct avec les usagers. Des terminaux graphiques intelligents assurent la visualisation des informations fournies par la banque de données et offrent aux usagers un service de modifications rationnel. Ces deux performances sont considérées comme indispensables pour la confection automatique des cartes à grande échelle, attendu que, dans le système GEOMAP, la production d'une carte s'opère comme une transformation de mise à jour d'objets spécifiés de la banque. La séparation de la mise en mémoire numérique et de la représentation graphique permet entre autres d'utiliser avec un maximum de flexibilité et de rendement les informations de la banque.

En conclusion, l'exposé cite des exemples concrets pour démontrer les performances et le stade actuel de développement du système GEOMAP.

Resumen

GEOMAP es un sistema interactivo de comunicación y de banco de datos para la solución de tareas de ingeniería. El objeto del sistema es el procesamiento y la administración eficaces de datos geográficos, así como su representación en listas y en forma gráfica con la ayuda de una computadora ampliada debidamente.

El sistema está concebido a base de un banco de datos de finalidad múltiple y alta eficacia. Con este banco de datos pueden corresponder programas en procesamiento por tandas, así como usuarios en servicio dialogal. Terminales gráficos inteligentes ofrecen al usuario la visualización rápida de los objetos del banco de datos, así como un servicio de modificación racional. Ambas propiedades se entienden como condición previa para la confección automática de mapas a gran escala, ya que un mapa en el sistema GEOMAP se produce automáticamente como la transformación actual de objetos especificados del banco de datos. Este principio de la separación del registro digital y de la representación gráfica permite, entre otras cosas, aprovechar el contenido del banco con gran flexibilidad y, por ello, al máximo.

Mediante algunos ejemplos concretos se demuestra finalmente la eficacia y el desarrollo del sistema.

A - 1



Abb. 1

EDV-Anlage PDP 11/45

300 Nanosekunden CPU

Kernspeicher
max. 256 K-Byte

Plattenspeicher
max. 8 x 88 Mio Byte

Standard-Peripherie

Abb. 2

Grafisches Terminal GT 40

16 K-Byte CPU

Schreibteil

Display durch Bildwieder-
holung



Abb. 3

Zeichenanlage
ARISTOMAT 8320

Zeichenfläche
1 500 x 1 200 mm

Zeichengeschwindigkeit
max. 500 mm/sec

Beschleunigung
max. 3 000 mm/sec²



A - 2

Abb. 4

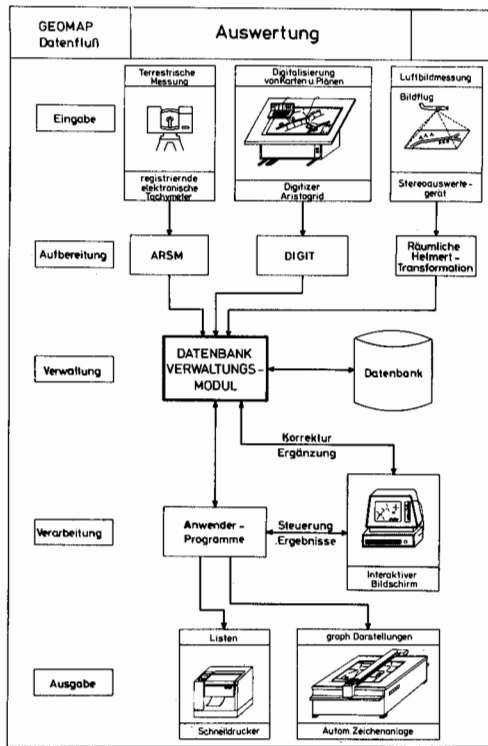


Abb. 5

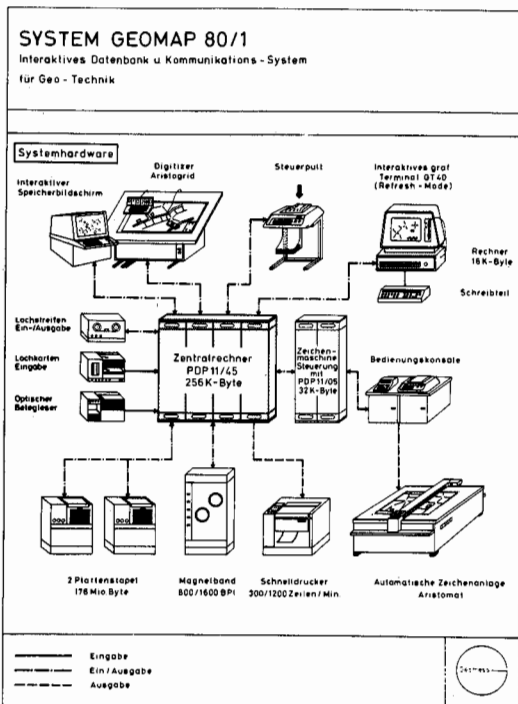
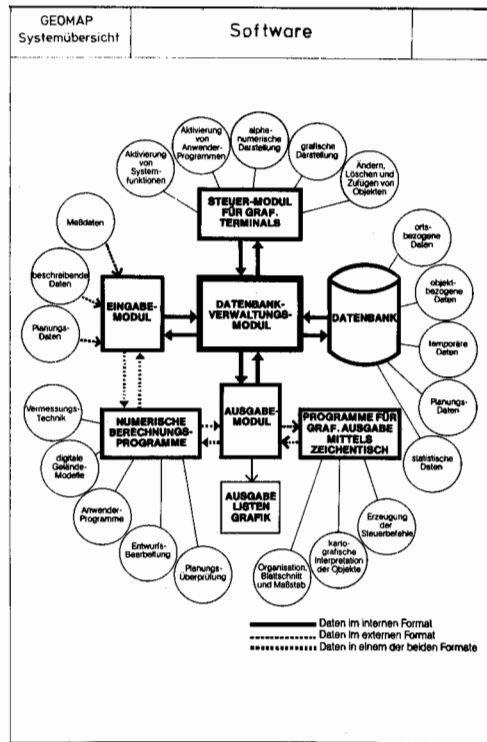


Abb. 6

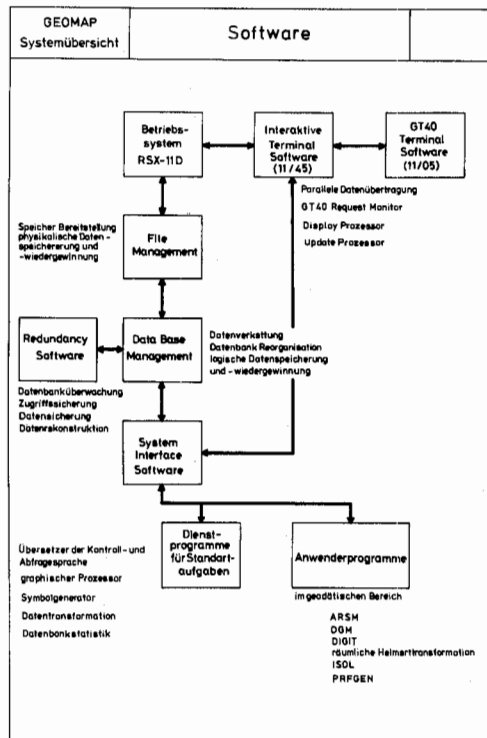


Abb. 7

A - 3

Abb. 8

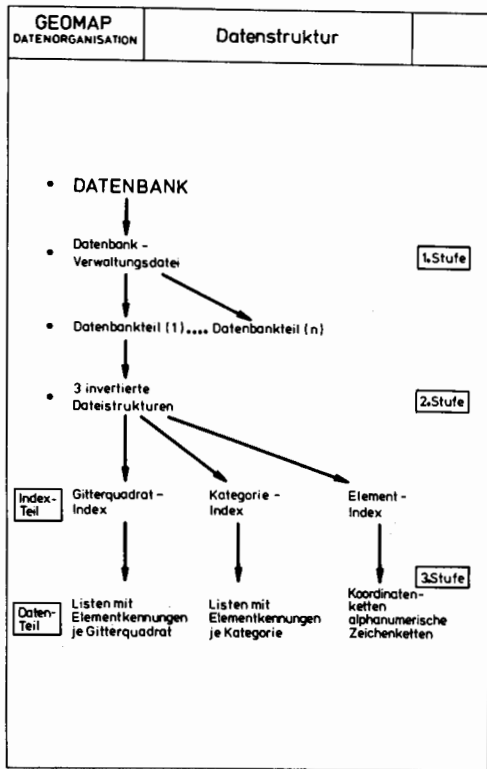


Abb. 9

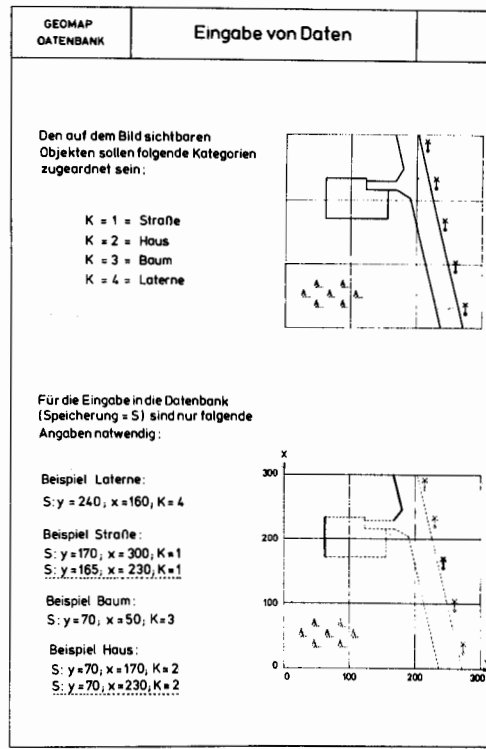


Abb. 10

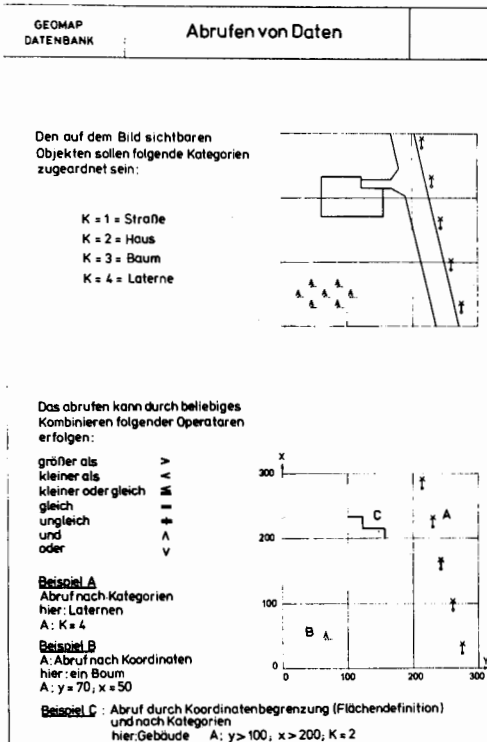
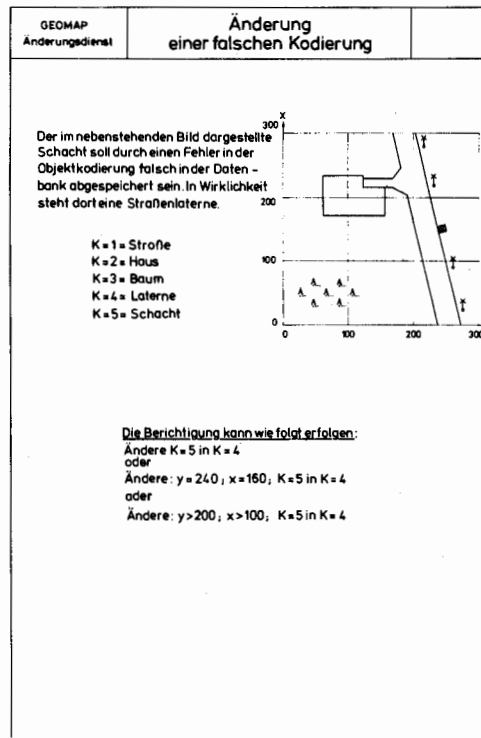


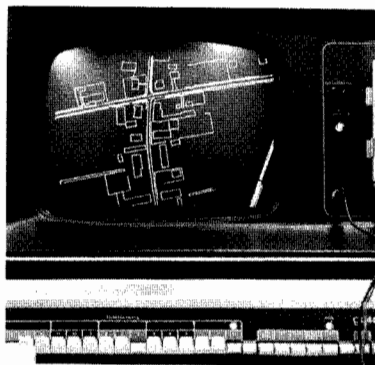
Abb. 11



A - 4

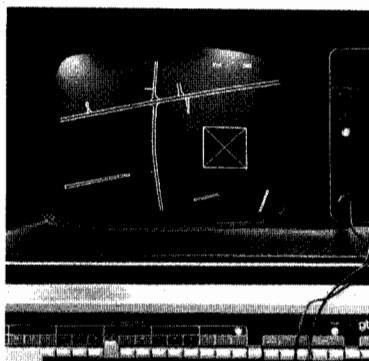
Bildschirm - Ausschnitte
Flughafen München

Abb. 12



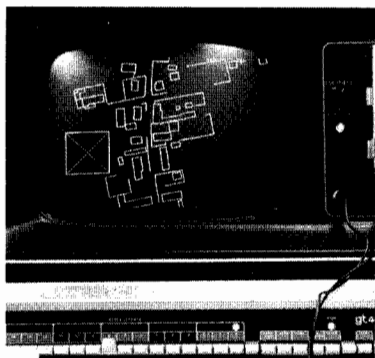
Straßen, Gebäude, Zäune

Abb. 13



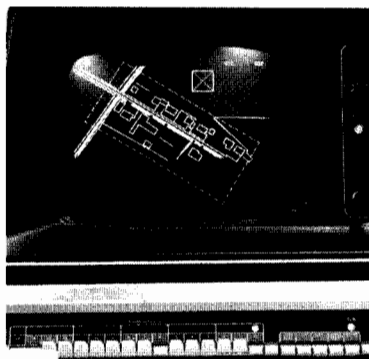
nur Straßen

Abb. 14



Gebäude, Zäune

Abb. 15



Graf. Eingabe
(Umringspolygon)
z. B. für Flächenberechnung

A - 5

Abb. 16

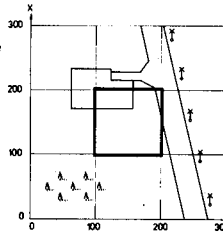
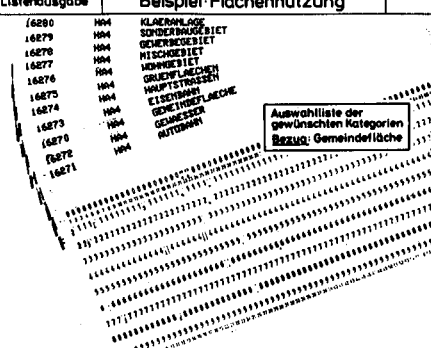
GEOMAP Listenausgabe	Flächenberechnung
<p>Aus den in der Datenbank definierten Einzelflächen können übergeordnete Flächeneinheiten abgeleitet werden.</p> 	
<p>Die Ansprache der Flächen kann erreicht werden durch:</p> <p>A Aufruf der Flächennummer bei Einzelflächen</p> <p>B Angabe der Kategorie und eines beliebigen Punktes innerhalb der Fläche</p> <p>C Angabe der gewünschten Kategorien für eine Bezugsfläche (z.B. Gitterquadrat)</p>	
<p>Die letztgenannte Möglichkeit C ist insbesondere geeignet, statistische Angaben über Flächenanteile bestimmter Objekte in Suchquadraten zu machen:</p> <p>Berechne alle Flächen: $100 < y < 200$; $100 < x < 200$; $K = 1-4$</p> <p>Ergebnis: Gesamtfläche = 10000qm = 100 % Häuser = 1800qm = 18,0 % Straßen = 160qm = 1,6 % ohne Flächendefinition = 8040qm = 80,4 %</p>	

Abb. 17

GEOMAP Listenausgabe	Flächenberechnung Beispiel: Flächennutzung																																																												
<p>Auswahlliste der gewünschten Kategorien Bezug: Gemeindefläche</p> 																																																													
<p>FLAECHE=ZUSAMMENSTELLUNG OBJEKT (210,43) BREITENLAENGE</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>KATEGORIE</th> <th>BEZEICHNUNG</th> <th>ANZAHL DER EINZEL-FLAE.</th> <th>FLAECHE-SUMME IN HA</th> <th>GESAMTFLAECHE-ANTEIL IN %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10270</td><td>GEMEINDEFLAECHE</td><td>1</td><td>714,24</td><td>100,00</td></tr> <tr><td>10271</td><td>AUTOBAHN</td><td>3</td><td>9,20</td><td>1,30</td></tr> <tr><td>10272</td><td>DEMAESSER</td><td>5</td><td>2,62</td><td>0,37</td></tr> <tr><td>10273</td><td>EISENBAHN</td><td>3</td><td>7,48</td><td>1,05</td></tr> <tr><td>10274</td><td>HAUPTSTRASSEN</td><td>4</td><td>12,91</td><td>1,81</td></tr> <tr><td>10275</td><td>GRUENFLAECHE</td><td>23</td><td>375,30</td><td>52,55</td></tr> <tr><td>10276</td><td>WOHNGEBIET</td><td>7</td><td>148,63</td><td>20,80</td></tr> <tr><td>10277</td><td>MISCHGEBIET</td><td>11</td><td>71,46</td><td>10,01</td></tr> <tr><td>10278</td><td>GEMEINDEGEBIET</td><td>0</td><td>73,94</td><td>10,36</td></tr> <tr><td>10279</td><td>SONDERGEBIET</td><td>0</td><td>11,40</td><td>1,61</td></tr> <tr><td>10280</td><td>KLAERANLAGE</td><td>2</td><td>2,71</td><td>0,38</td></tr> </tbody> </table>		KATEGORIE	BEZEICHNUNG	ANZAHL DER EINZEL-FLAE.	FLAECHE-SUMME IN HA	GESAMTFLAECHE-ANTEIL IN %	10270	GEMEINDEFLAECHE	1	714,24	100,00	10271	AUTOBAHN	3	9,20	1,30	10272	DEMAESSER	5	2,62	0,37	10273	EISENBAHN	3	7,48	1,05	10274	HAUPTSTRASSEN	4	12,91	1,81	10275	GRUENFLAECHE	23	375,30	52,55	10276	WOHNGEBIET	7	148,63	20,80	10277	MISCHGEBIET	11	71,46	10,01	10278	GEMEINDEGEBIET	0	73,94	10,36	10279	SONDERGEBIET	0	11,40	1,61	10280	KLAERANLAGE	2	2,71	0,38
KATEGORIE	BEZEICHNUNG	ANZAHL DER EINZEL-FLAE.	FLAECHE-SUMME IN HA	GESAMTFLAECHE-ANTEIL IN %																																																									
10270	GEMEINDEFLAECHE	1	714,24	100,00																																																									
10271	AUTOBAHN	3	9,20	1,30																																																									
10272	DEMAESSER	5	2,62	0,37																																																									
10273	EISENBAHN	3	7,48	1,05																																																									
10274	HAUPTSTRASSEN	4	12,91	1,81																																																									
10275	GRUENFLAECHE	23	375,30	52,55																																																									
10276	WOHNGEBIET	7	148,63	20,80																																																									
10277	MISCHGEBIET	11	71,46	10,01																																																									
10278	GEMEINDEGEBIET	0	73,94	10,36																																																									
10279	SONDERGEBIET	0	11,40	1,61																																																									
10280	KLAERANLAGE	2	2,71	0,38																																																									

GEOMAP Listenausgabe	Massenberechnung																																																						
<p>Objekt: OBJEKT (210,43) 098</p> <p>Programm: DATENBANK = MASSENRECHNUNG Massenberechnung</p> <p>Flächenbeschreibung: KATEGORIE: 19555 STEINRUCH OBERNENDENWAND STRUKTURPUNKTE:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr</th> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>12100,00</td><td>3132,00</td></tr> <tr><td>2</td><td>12150,00</td><td>3207,00</td></tr> <tr><td>3</td><td>12200,00</td><td>3180,00</td></tr> <tr><td>4</td><td>12200,00</td><td>3370,00</td></tr> <tr><td>5</td><td>12165,00</td><td>3165,00</td></tr> <tr><td>6</td><td>12170,00</td><td>3135,00</td></tr> <tr><td>7</td><td>12197,00</td><td>3124,00</td></tr> <tr><td>8</td><td>12175,00</td><td>3195,00</td></tr> <tr><td>9</td><td>12115,00</td><td>3125,00</td></tr> </tbody> </table> <p>Gebietsfläche: FLAECHE DES GEBIETS: F0 39220,75 QM</p> <p>Grenzwerte: MINIMALER UND MAXIMALER HOEHENWERT IM GEBIET: 451,00 m 476,00 m</p> <p>Zwischen-Ergebnisse: MASSENBERECHNUNG ZWISCHEN DEM OBERFLAECHE-DHM UND DEM NIVEAU HB 0 050,00</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ZEILE</th> <th>VICOM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>855,2</td></tr> <tr><td>2</td><td>672,1</td></tr> <tr><td>3</td><td>13219,0</td></tr> <tr><td>4</td><td>922,5</td></tr> <tr><td>5</td><td>18724,5</td></tr> <tr><td>6</td><td>1140,1</td></tr> <tr><td>7</td><td>930,3</td></tr> <tr><td>8</td><td>1120,6</td></tr> <tr><td>9</td><td>9535,4</td></tr> <tr><td>10</td><td>7466,1</td></tr> <tr><td>11</td><td>695,0</td></tr> </tbody> </table> <p>Gesamtmasse: GESAMTMASS: 84561, CM</p>		Nr	X	Y	1	12100,00	3132,00	2	12150,00	3207,00	3	12200,00	3180,00	4	12200,00	3370,00	5	12165,00	3165,00	6	12170,00	3135,00	7	12197,00	3124,00	8	12175,00	3195,00	9	12115,00	3125,00	ZEILE	VICOM	1	855,2	2	672,1	3	13219,0	4	922,5	5	18724,5	6	1140,1	7	930,3	8	1120,6	9	9535,4	10	7466,1	11	695,0
Nr	X	Y																																																					
1	12100,00	3132,00																																																					
2	12150,00	3207,00																																																					
3	12200,00	3180,00																																																					
4	12200,00	3370,00																																																					
5	12165,00	3165,00																																																					
6	12170,00	3135,00																																																					
7	12197,00	3124,00																																																					
8	12175,00	3195,00																																																					
9	12115,00	3125,00																																																					
ZEILE	VICOM																																																						
1	855,2																																																						
2	672,1																																																						
3	13219,0																																																						
4	922,5																																																						
5	18724,5																																																						
6	1140,1																																																						
7	930,3																																																						
8	1120,6																																																						
9	9535,4																																																						
10	7466,1																																																						
11	695,0																																																						

Abb. 18

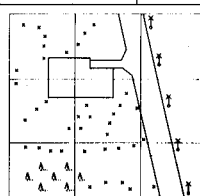

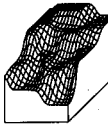
GEOMAP DGM	Berechnung digitaler Flächenmodelle
<p>Die Aufnahmepunkte können beliebig verteilt sein, wie es sich aus der sinnvollen Erfassung einer Fläche ergibt.</p> 	
<p>Vom Programm DGM werden für ein vorgebares regelmäßiges Gitter die Höhen der Gitterschnittpunkte berechnet.</p>	
<p>Die Berechnung kann erfolgen als Interpolation</p> <p>mittels gleitender Schrägebene oder mittels Prädiktion</p>	
 <p>hevorzugt für ingenieurtechnische Belange</p>	 <p>bevorzugt für topographische Darstellungen</p>
<p>Die berechneten Höhen der Gitterschnittpunkte werden mit einer eigenen Kennung ebenfalls in der Datenbank gespeichert. Dadurch ist es möglich, für weitere Arbeitsschritte Grundriß und Höhendarstellung zusammenzuführen.</p> <p>Weitere Arbeitsschritte sind u. a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Erzeugung von Isollinien Ermittlung von Geländeschnitten Massenberechnungen 	

Abb. 19

A - 6

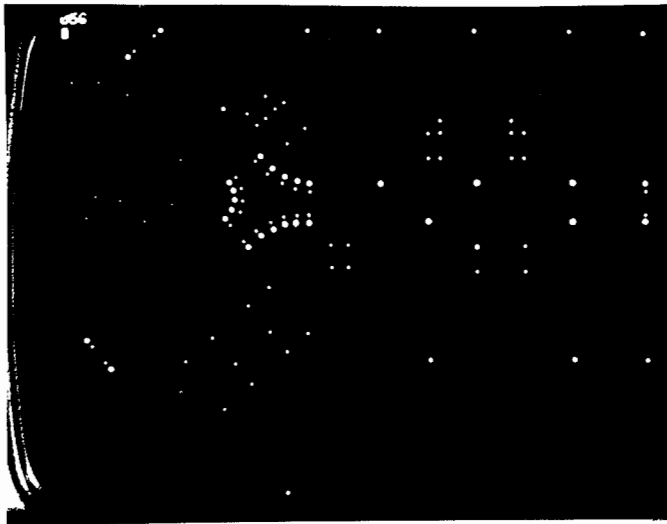


Abb. 20

GT 40 - Darstellung
 eines Punktfeldes mit
 unterschiedlich co-
 dierten Meßpunkten

Abb. 21

Ergebnis der interakti-
 ven Ergänzung von
 Abb. 20

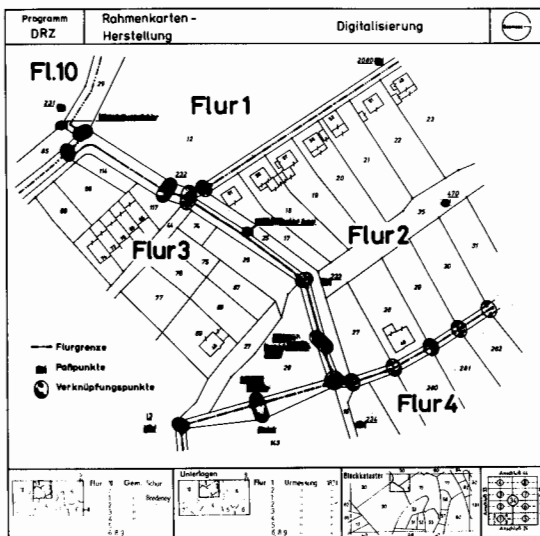
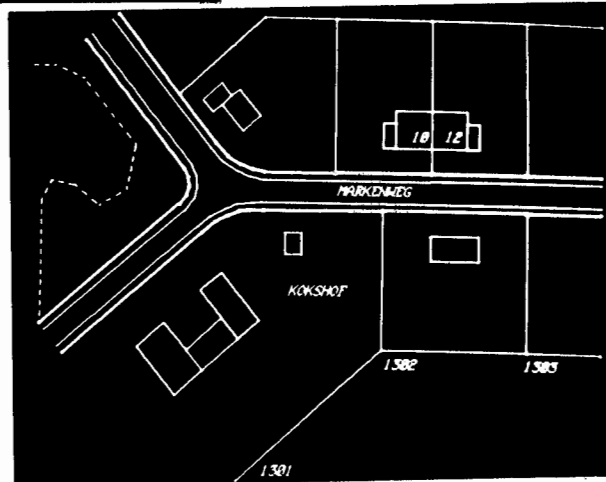


Abb. 22

Modell-Definition
 bei der Digitalisierung
 von Inselkarten

A - 7

GT 40 - Editing -

Abb. 23

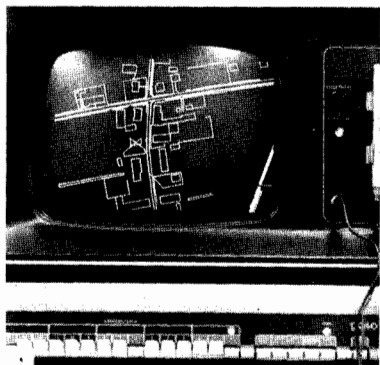


Abb. 24

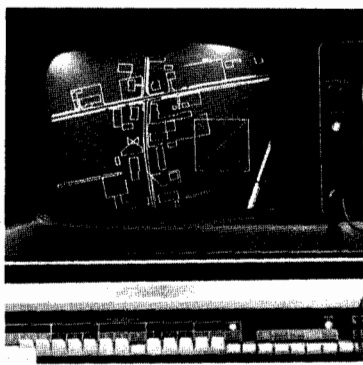


Abb. 25

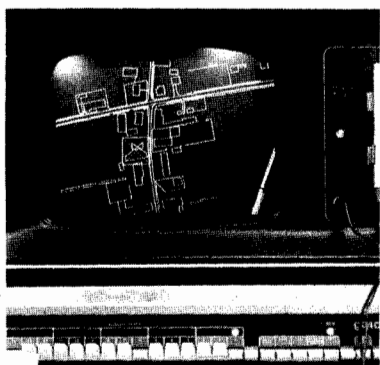


Abb. 26

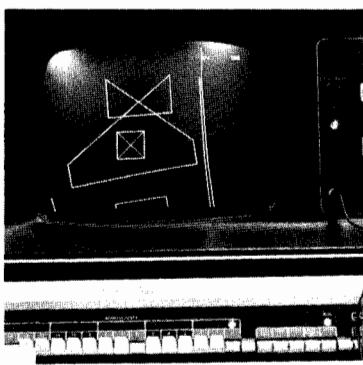


Abb. 27

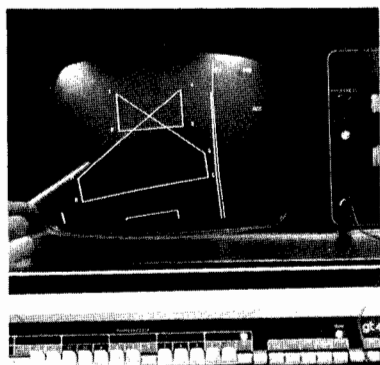
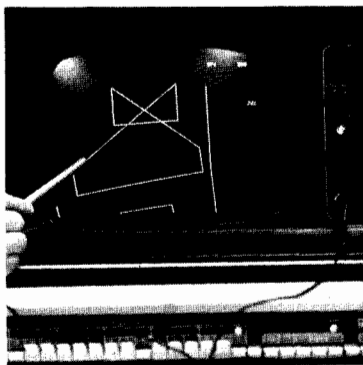


Abb. 28



A - 8

GT 40 - Editing -

Abb. 29

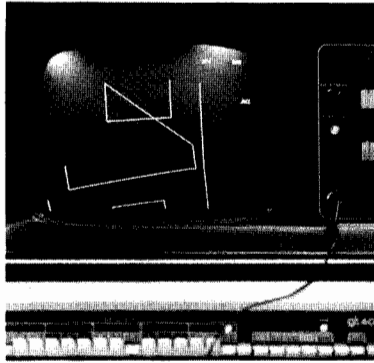


Abb. 30

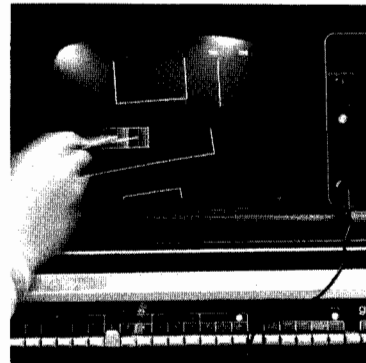


Abb. 31

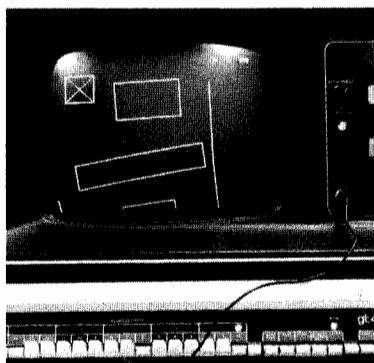


Abb. 32

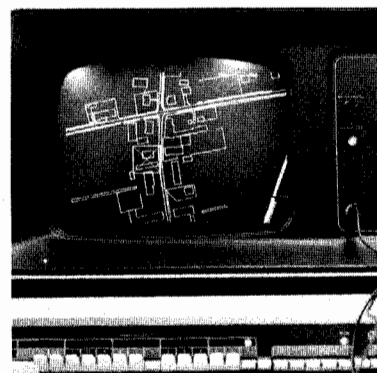


Abb. 33

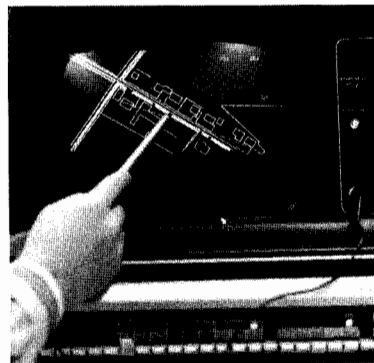
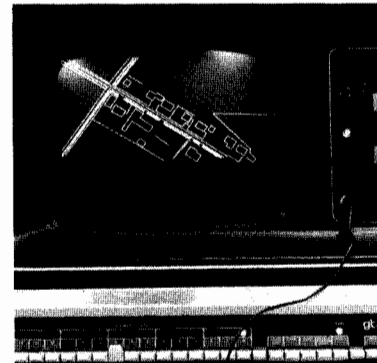


Abb. 34



A - 9

Abb. 35

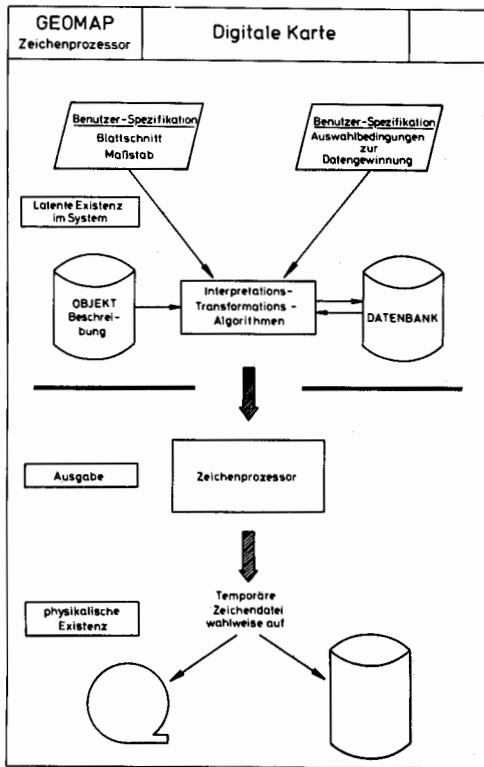
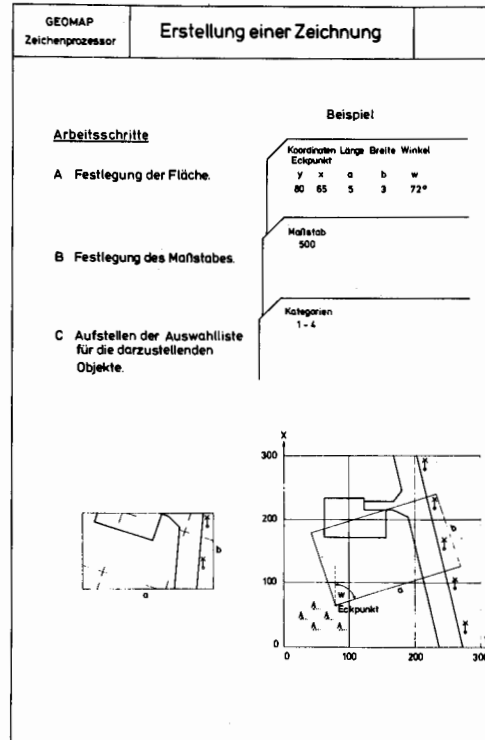


Abb. 36



GEOMAP Zeichenprozessor		Objekt - Beschreibung (Auszug)				
Beispiel A: Einzelpunkte						
Kategorie	Objektname	Priorität	Symbol-Zuweisung	Maßstabsvariation des Symbols		
				M ₁	M ₂	M ₃
A	Trig.Punkt	P _A	S _A	100	80	50
B	Polygonpunkt	P _B	0	100	50	0
C	Baum	P _C	S _C	*	*	*
D	Laterne	*	S _D	*	*	*
E	Schacht	*	*	*	*	*
F	*	*	*	*	*	*
G	*	*	*	*	*	*
Anmerkungen: Die Maßstabsvariation wird als Prozentzahl der Grundgröße des Symbols definiert. Die Prozentzahl 0 in der Spalte M ₃ bedeutet, daß Polygonpunkte bei Ausgabemaßstäben = M ₃ nicht mehr dargestellt werden.						
Beispiel B: Linien						
Kategorie	Objektname	Priorität	Linienstärke	Linienmuster	Linienbegleitung	
H	Straße	P _H	2	1	-	
I	Haus	P _I	1	1	Schraffur A	
J	Grundstücksgrenze	P _J	3	1	-	
K	Bruchkante	*	*	*	Böschungsschraffuren	
L	Leitung	*	*	*	*	
M	Höhenlinie	*	*	*	*	
N	Zaun	*	*	*	Zaunzeichen	
Anmerkungen: Linienstärken, Linienmuster und Linienbegleitungen werden maßstabsabhängig vergeben wie in Beispiel A. Bei Linienbegleitungen sind Inter-val- und Symboltyp grundsätzlich variabel.						

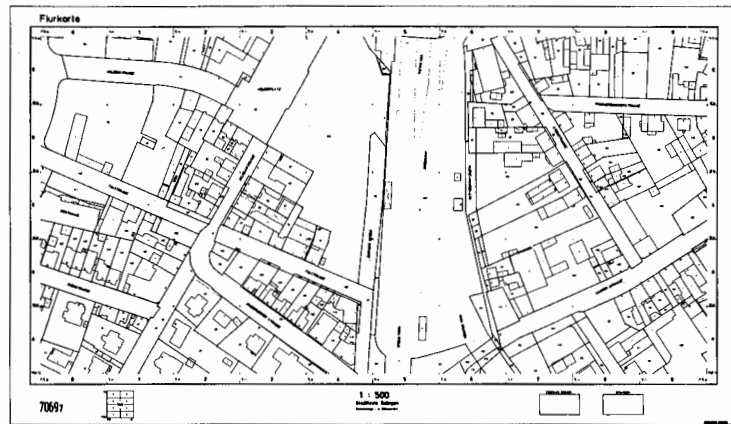
Abb. 37

GEOMAP Zeichenprozessor		Flächenschraffur			
Für eine thematische Karte sollen alle Häuser (K=2) schraffiert werden. Hierzu muß der Kategorie 2 die gewünschte Schraffur zugeordnet werden.					
SCH: 2 = a K = 2 = Haus a = gewünschte Schraffur					
Sofern Schraffurart a noch nicht im System definiert ist, kann die Schraffur wie folgt festgelegt werden:					
Muster a					
Linie	Abstand 1	Abstand 2	Winkel	Strichart	Strichstärke
1	14,14	1,5 mm	45°	durchgehend	0,1 mm
2	100	1,5 mm	90°	durchgehend	0,1 mm
3	11,5	11,5 mm	0°	gestrichelt	0,1 mm

Abb. 38

A - 10

Abb. 39



Rahmenkarte aus digitalisierten Inselkarten

Objekt: Stadt Solingen

- widerspruchsfreie Homogenisierung der digitalisierten Daten
- vollständige Objektbeschreibung
- Erfüllung von Zwangsbedingungen

Ausgabe:

- Autom. Auszeichnung des gesamten Kartenwerkes (incl. Text, Symbolen, und Randleisten)
- Flächengrößen
- Statistische Angaben
- Ausgabe von Teilblättern beliebigen Maßstabes, beliebiger Orientierung, mit autom. ausgerichteter Beschriftung

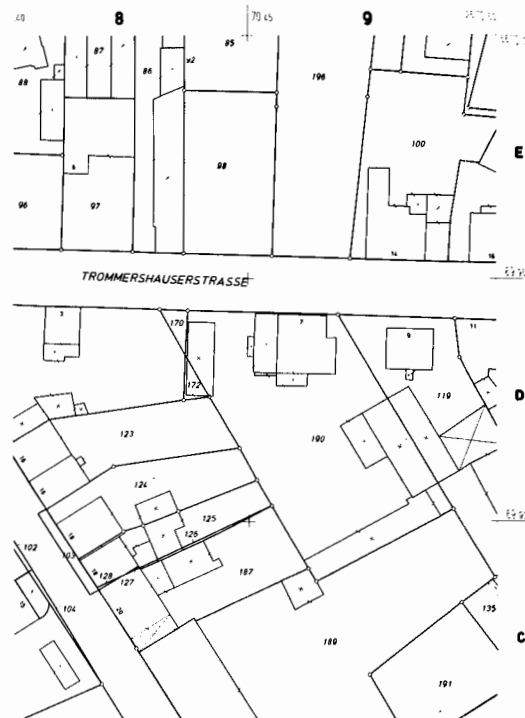


Abb. 40

Ausschnitt

A 11

Flächennutzungspläne

Aufbau der Datenbank aus digitalisierten Meßdaten (Inselkarten)
Objekt: Breiten

714 ha Fläche, 2450 Meßpunkte, 11 Flächen-Kategorien, 77 Einzelflächen

Abgeleitet aus der Datenbank wurden:

Nutzungsdarstellungen, Flächenberechnungen, Statistische Angaben

Ausgabe:

Übersichtsplan 1: 5000 mit Objektdarstellung

Übersichtsplan 1: 25000 mit Nutzungsdarstellung

4 Gesamtpläne 1:10000 mit Darstellung einzelner Nutzungen

Statistische Angaben

Mit nur 1 Steuerkarte kann das Gesamtobjekt, oder jeweils eine Flächenkategorie aus der Datenbank abgerufen und dargestellt werden.

A - 12

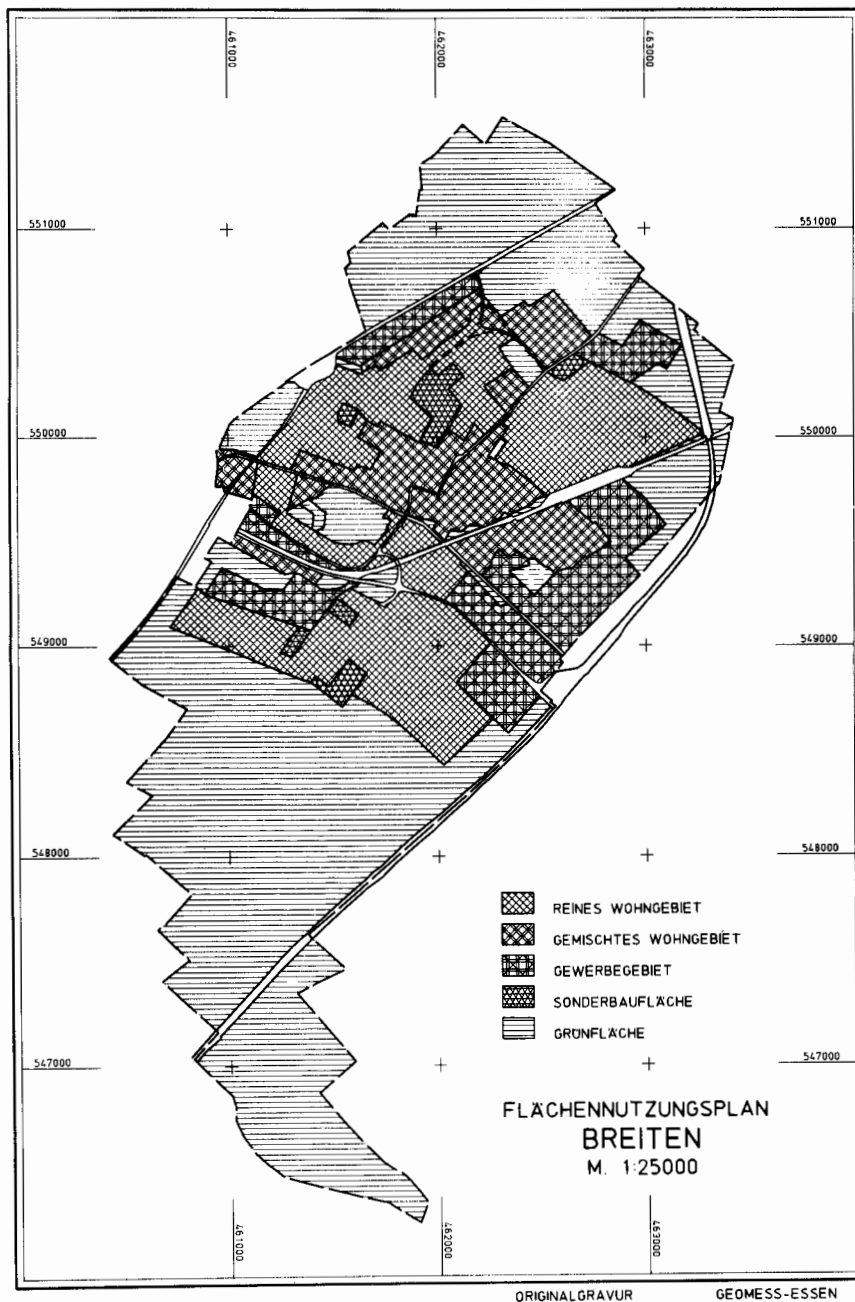


Abb. 41

A 13

Katasterpläne

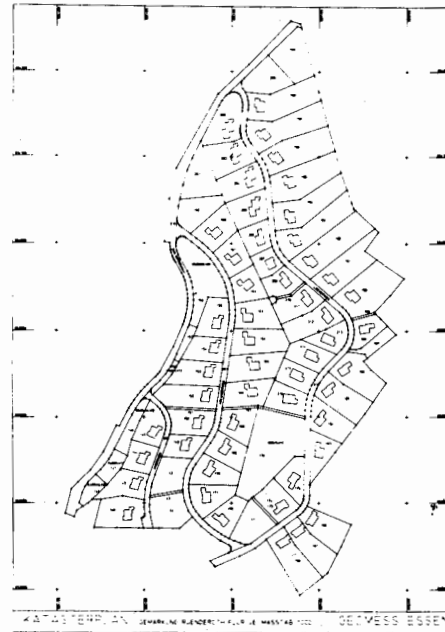
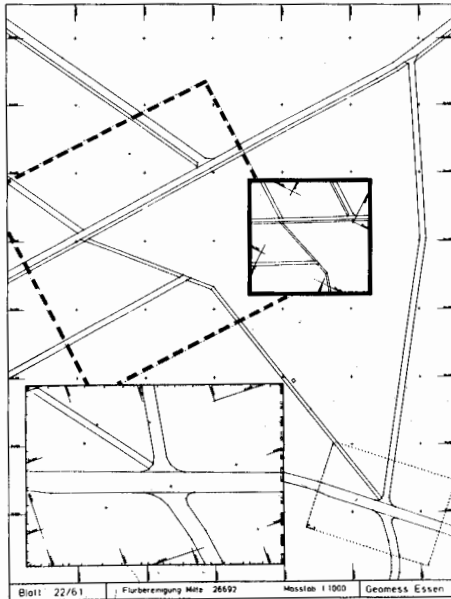
Aufbau der Datenbank aus terrestrischen Meßdaten. Feldaufnahme mit automatisch registrierenden Tachymetern (Zeiss Reg Elta 14).

Aus den auf Lochstreifen im Felde registrierten Daten und den Festpunktkoordinaten wurden im Geomap-System mit dem Benutzer-Programm ARSM automatisch die Koordinaten erzeugt.

Ausgabe: Koordinatenberechnung, Flächenberechnungen, Statistische Angaben, beliebige Kartendarstellungen.

Abb. 42

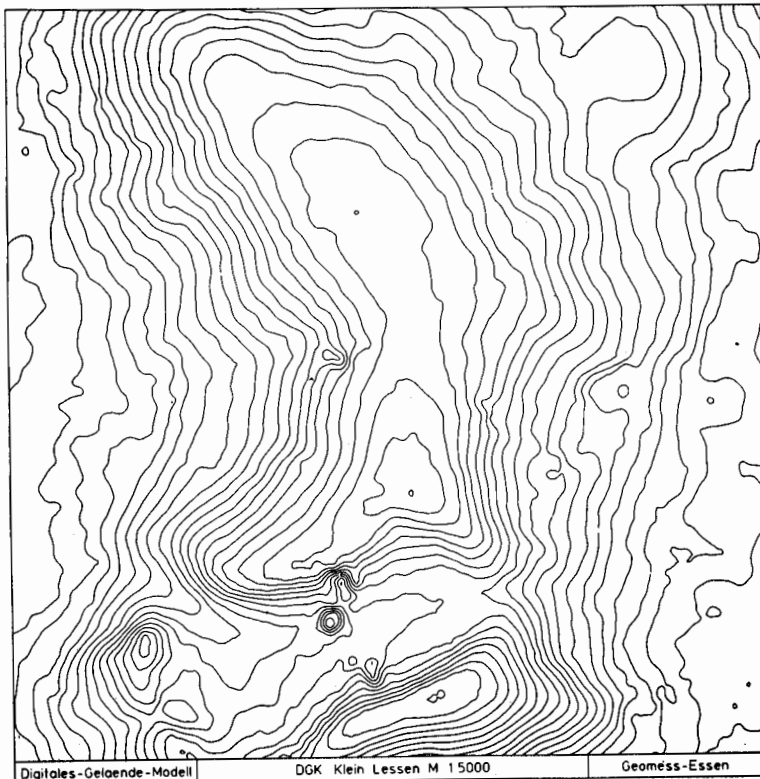
Original
M.1:1000
Format
55x75 cm



Original
M.1:1000
Format
75 x 85 cm

Abb. 43

A 14



Höhenlinienpläne zur Deutschen Grundkarte 1:5000

Aufbau der Datenbank aus photogrammetrischen und terrestrischen Meßdaten.
Blatt Klein-Lessen
4280 Meßpunkte

Im Geomap-System werden mit dem Benutzerprogramm DGM (Digitales Gelände Modell) 54 000 Rasterhöhen durch die Isolinien nach vorgegebener Äquidistanz berechnet.

Höhenliniendarstellung
Original 40 x 40 cm
Äquidistanz 1 Meter

A - 15

Erstellung
von Planungsunterlagen
im Leitungsbau

- Grundrißdarstellung
- Digitale-Gelände-Modelle
- Isolinien
- Profile
- Statistik

**Fernwasserversorgung
 Große Dhünntalsperre**

- Länge 34 km -
 maximale Höhendifferenz 237m

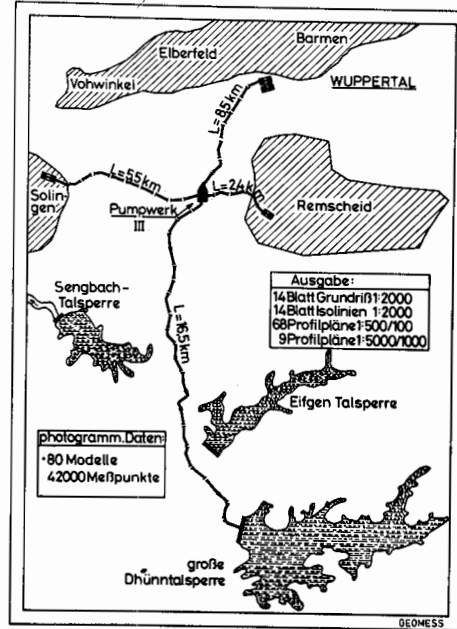


Abb. 44

Lagekizze

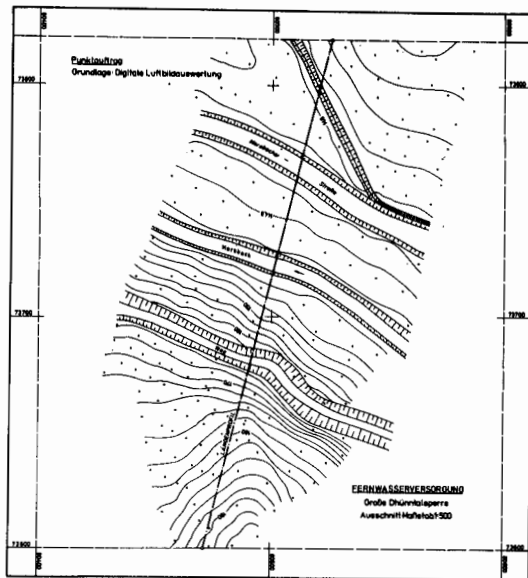


Abb. 45

Grundriß

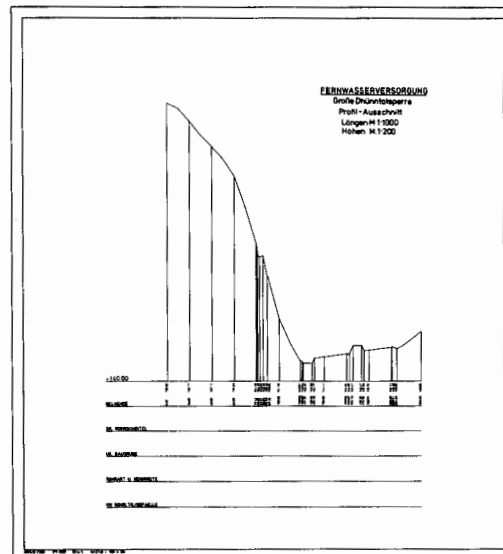


Abb. 46

Profilausschnitt

Geomap-Anwendung

A 16

Großflughafen München II

- FLÄCHE 2602 ha -
- photogrammetrische Auswertung
- 10 Flugstreifen
- 270 Modelle
- 93000 Meßpunkte

Planung und Durchführung von Verkehrsanlagen
 und Großbauten

Aufbau der Datenbank aus:

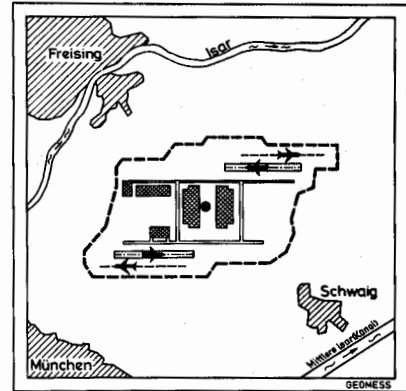
photogrammetrischen Meßdaten,
 Festpunktkoordinaten
 Bohrdaten der Bodenschichten
 Wasserstandsdaten
 Planungsdaten

Abgeleitet aus der Datenbank:

Grundrißdarstellungen
 Digitale Modelle; Oberfläche, Bodenschichten,
 Grundwasserstände
 Höhenliniendarstellungen
 Profildarstellungen
 Flächen- und Massenberechnungen
 Statistiken

Weitere Nutzung:

Digitales Planungs-Modell



Ausgabe: 55 Blatt Grundriß M.1:1000
 55 Blatt Deckfolien Isolinien 0,25m
 213 Blatt Geländeschnitte bis 2000m Länge
 2 Gesamtpläne M.1:5000+1:10000

Abb. 47 Lageskizze

A 17

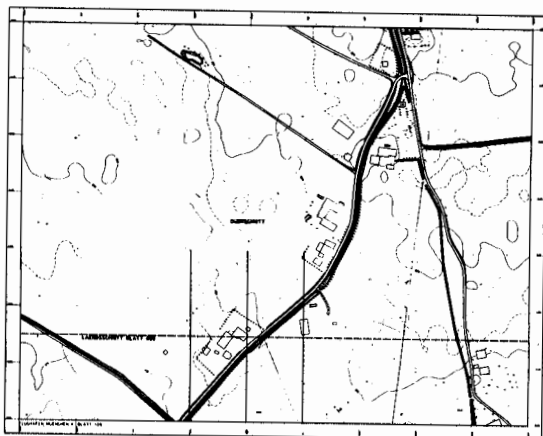


Abb. 48
 Grundriß und Höhenplan
 M. 1:1000
 Original 80x120 cm

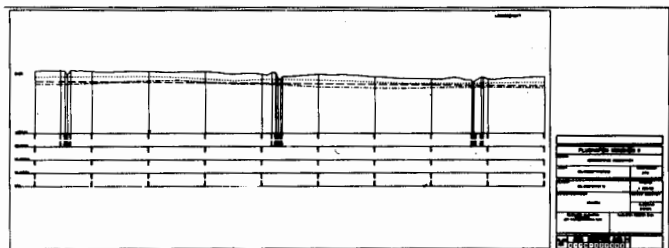


Abb. 49
 Längenprofil
 M. 1:1000/100
 Original 120x40 cm

Querprofile
 M. 1:1000/100
 Original 120x100 cm

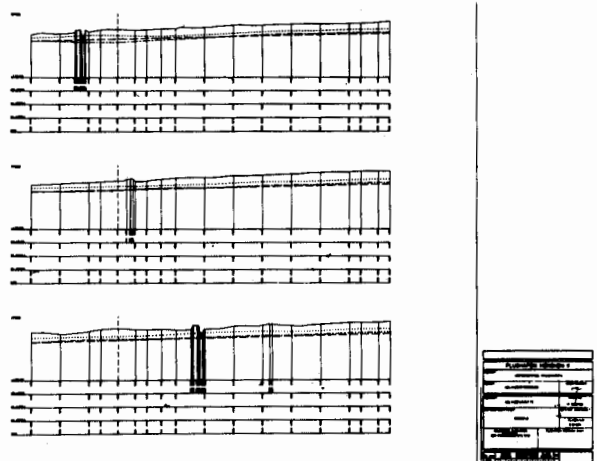


Abb. 50

A 18

Braunkohlentagebau Zukunft-West

Aufbau der Datenbank aus photogrammetrischen Meßdaten:

12 000 Grundriß und Höhenpunkte (12 Modelle), Festpunktkoordinaten und geologische Daten.

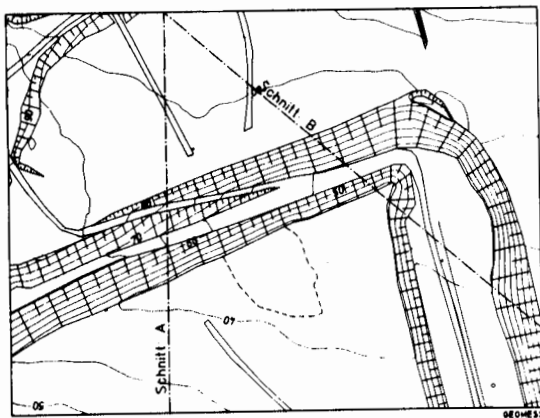
Abgeleitet aus der Datenbank wurden:

Grundrißdarstellungen, digitale Modelle der Oberfläche und Bodenschichten, Profildarstellungen, Massenberechnungen.

Kartenausgabe:

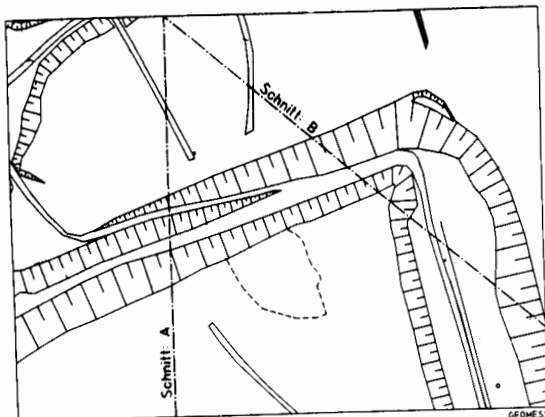
Übersichtspläne 1:5 000 und 1:25 000, 8 Rahmenkarten 1:2 000, Teilpläne 1:1 000, Profilpläne.

A 19

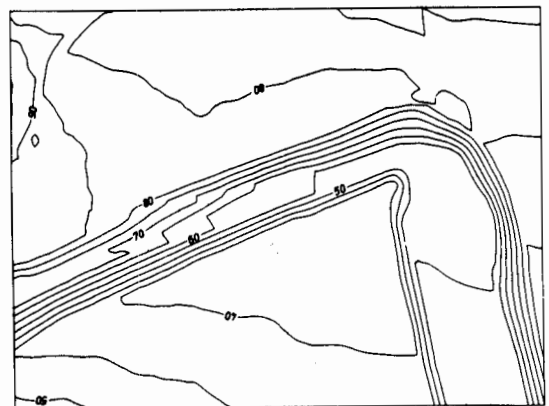


TAGEBAU ZUKUNFT-WEST

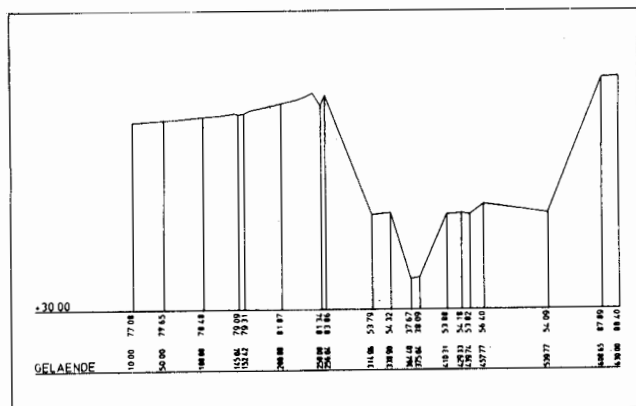
Originale 70 x 90 cm
 und 70 x 100 cm



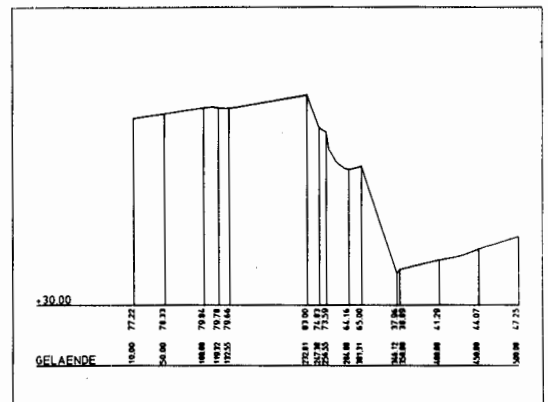
TAGEBAU ZUKUNFT-WEST
 Ausschnittvergrößerung M 1:5000



TAGEBAU ZUKUNFT-WEST
 Höhenlinienkontrollzeichnung M. 1:5000



TAGEBAU ZUKUNFT-WEST
 Schnitt B MASSTAB: L 5000 H 1000



TAGEBAU ZUKUNFT-WEST
 Schnitt A MASSTAB: L 5000 H 1000

A 20

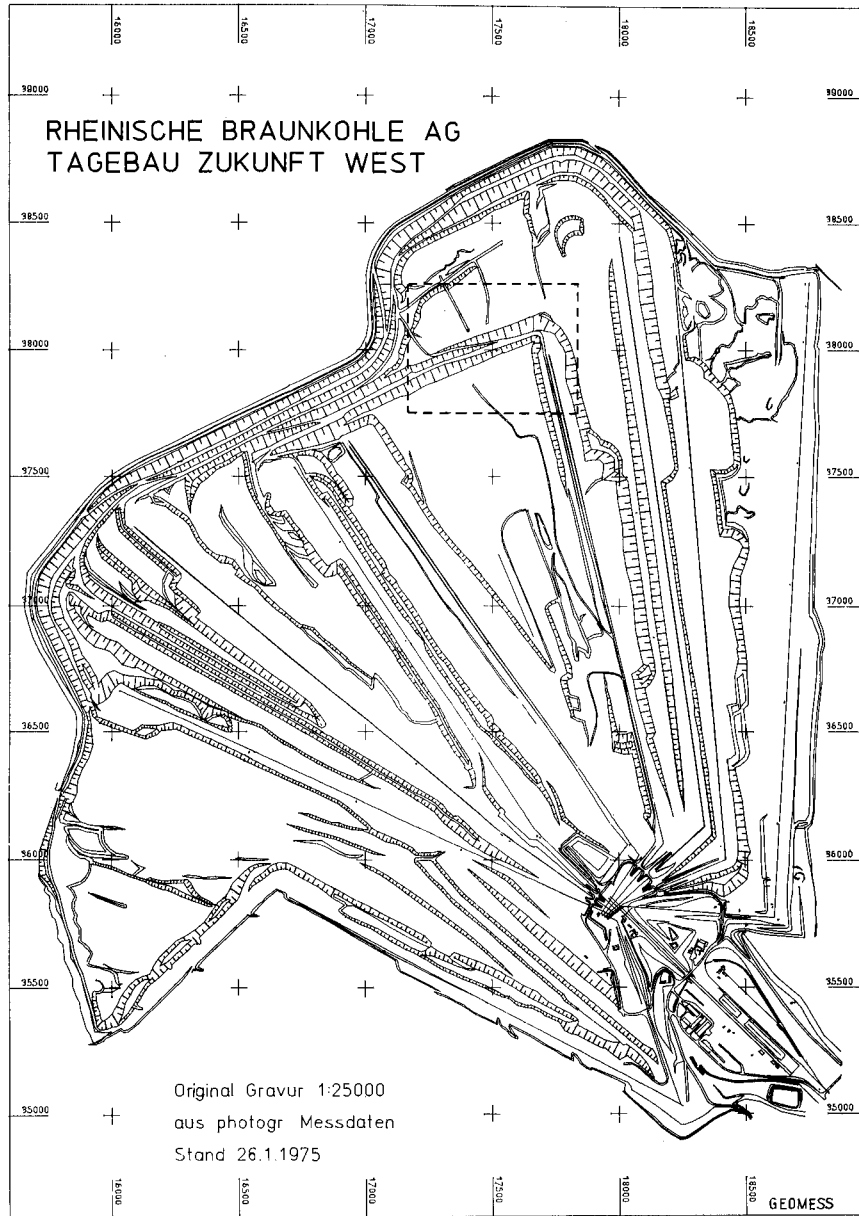


Abb. 51