

Aktuelle technische Probleme der schweizerischen Grundbuchvermessung

Autor(en): **Conzett, R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mensuration, photogrammétrie, génie rural**

Band (Jahr): **72-F (1974)**

Heft 2

PDF erstellt am: **08.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-226697>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Aktuelle technische Probleme der schweizerischen Grundbuchvermessung

R. Conzett

1. Überblick und Zusammenhänge

Im Sog von Elektronik und Informatik wandelt sich die Vermessungstechnik zurzeit außerordentlich rasch. Dieser Aufsatz will die einzelnen Entwicklungen möglichst gesamthaft betrachten, sie als Teile in ein größeres System, wie es beispielsweise die schweizerische Grundbuchvermessung darstellt, eingliedern.

Vorerst gilt es, einen Überblick über die zu behandelnden Probleme zu gewinnen. Hinter dem in Abbildung 1 dargestellten Schema suche man keine allgemeingültigen Erkenntnisse. Es ist beim Ordnen der Gedanken für diesen Aufsatz entstanden.

Die beiden untersten Zeilen, «Ziel» und «Aspekte», wollen hervorheben, daß das Mehrzweckkataster zur Diskussion steht und unter drei verschiedenen Gesichtspunkten behandelt wird. «Konzept» soll hier verstanden werden als Prinzip, das wir als gültig unterstellen. Unter «Verfahren» sind Arbeitsmethoden und entsprechende Instrumente gemeint.

In der mittleren, am dichtesten besetzten Kolonne tritt die *rechnerische Auswertung* in den Vordergrund, rechts geht es darum, Beziehungen zu *veranschaulichen*. Dem steht links eine greifbare Realität gegenüber: im Felde feststellbare *Fixpunktversicherungen* und *Grenzsteine*. Ohne diese Beziehung zur Wirklichkeit verlieren unsere Daten wesentlich an Wert.

Anstoß zu dieser Darstellung gab die Gegenüberstellung von Datenbank und Mehrzweckkataster. Deshalb ist die mittlere Kolonne am stärksten besetzt. Man kann das Ganze auch als «Integration der Vermessungsdatenbank in das Mehrzweckkataster» etikettieren.

Von diesem System wird gefordert, daß man es laufend nachführen könne: es sind Datenmengen zu «verwalten». Anfangs wird man eine Datenbank mit beschränkten Anwendungsbereichen aufbauen; bald dürften aber neue Datenkategorien sukzessive angefügt werden. Aus der Datenbank möchte man für besondere Fälle zusätzliche Informationen gewinnen, indem man gespeicherte Daten *weiterver-*

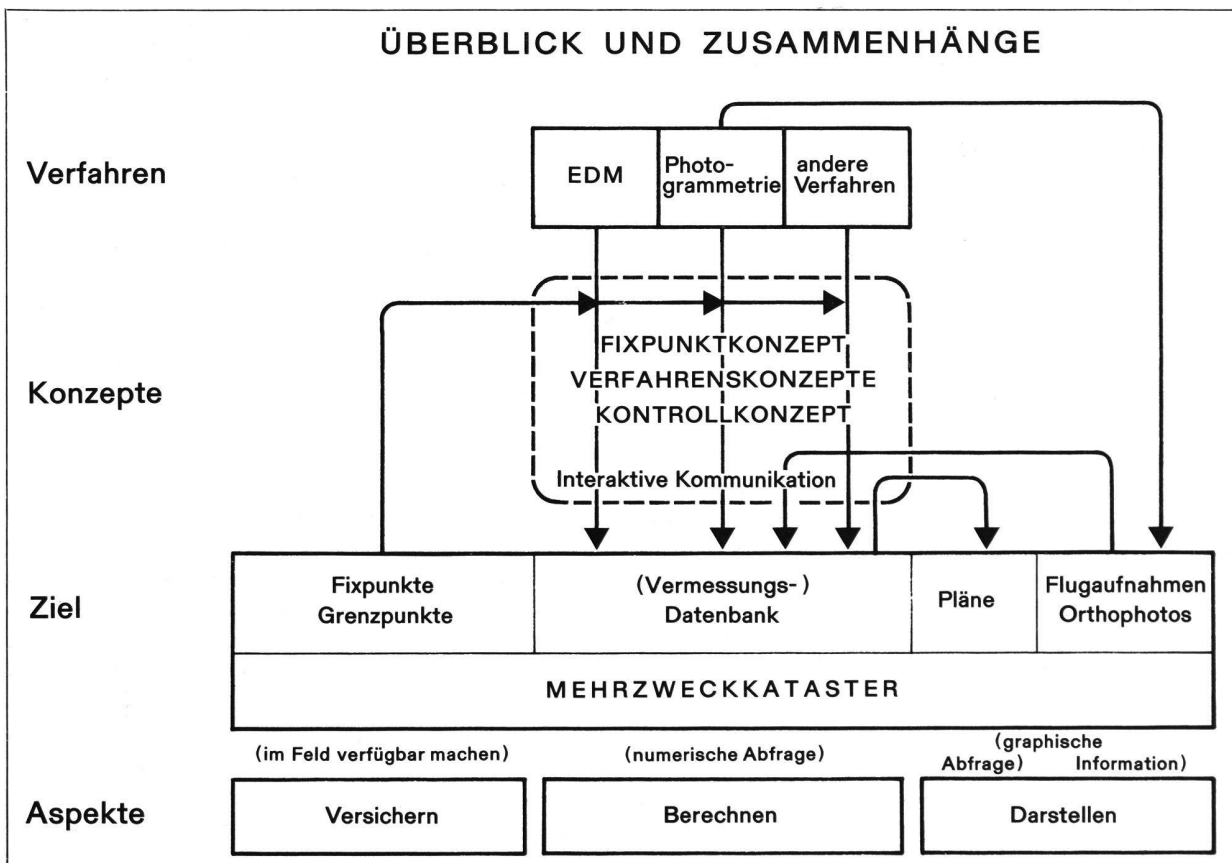


Abb. 1

arbeitet, also zum Beispiel Absteckungselemente aus Koordinaten berechnet.

Die Daten für die Datenbank gewinnt man mit bestimmten Meßverfahren. Der zukünftigen Bedeutung entsprechend, werden hier die polare Vektormessung mit elektronischer Distanzmessung (EDM) und die Photogrammetrie in den Vordergrund gestellt.

Damit keine fehlerhaften Daten in unser System gelangen können, muß der Verkehr mit der Datenbank, deren Bewirtschaftung, Verwaltung oder Nachführung, gewissen Gesetzen, Grundsätzen unterstellt werden. Soll zwischen Mensch und System eine gute, «benutzerfreundliche» Beziehung bestehen, müssen wir uns einer möglichst natürlichen Kunstsprache (!) bedienen können. In die Programme eingebaute (programmierte) *Datenkontrollen* sollen weitgehend vor groben Fehlern schützen. Auch die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der gespeicherten Daten ist durch programmierte Algorithmen aus der mathematischen Statistik, durch (automatisch kontrollierte) methodische Maßnahmen und durch Veranschaulichung zu gewährleisten. Die bisherige praktische Erfahrung zeigt, daß Systeme ohne solchen Komfort kaum brauchbar sein werden, weil sie zu fehleranfällig sind. Spätere Benutzer, die unter Umständen mit der Datenverwaltung nichts zu tun haben, könnten allfällige Fehler nicht korrigieren und müßten sich somit mit schlechten, fehlerhaften Informationen abfinden.

Die Datenbank löst aber nicht alle Probleme. Vom Mehrzweckkataster erwarten wir nicht nur numerische Angaben. Viele Informationen werden erst verwertbar, wenn sie *anschaulich* gemacht werden können. «Anschaulich darstellen» verlangt aber im Rahmen des Mehrzweckkatasters größere Anpassungsfähigkeit, als sie der übliche Grundbuchplan in vorgegebenem Maßstab bieten kann. Ausschnitt, Maßstab und Inhalt des Planes müssen wählbar werden. Als Beispiele mögen Baulinienpläne, Pläne des Leitungskatasters und Übersichtspläne dienen. Auch hier steht die Forderung: Pläne müssen stets den neuesten Stand zeigen. Eine manuelle Nachführung könnte zu Widersprüchen zwischen Datenbank und Plan führen. Deshalb wird das *automatische Zeichnen* in das System integriert.

Es gibt aber – besonders für den Planer – auch Informationen, die einer Digitalisierung schwer zugänglich sind. Hier können neben dem geometrisch verzerrten *Luftbild* die Orthophoto oder ähnliche «Nebenprodukte» der Photogrammetrie mehr bieten. Wir werden darauf zurückkommen. Schließlich die letzte «Querbeziehung»! Viele der gespeicherten Daten sind durch die im Feld versicherten und damit materialisierten *Fixpunkte* mit der Wirklichkeit verknüpft. Die praktische Vermessung wird sich andauernd auf solche Punkte stützen. Ihre Dichte und Verteilung hängen direkt mit den Aufnahmeverfahren zusammen. Ähnliches gilt für die *Grenzpunkte*, wenigstens soweit sie dauerhaft versichert sind. Der Aspekt «versichern» kann somit auch mit «sichern» und «verknüpfen» umschrieben werden.

Das Schema kann die Beziehungen im System natürlich nicht abschließend aufdecken, denn der Begriff «Mehr-

zweckkataster» wurde auch nicht abgrenzend definiert. Diese Beziehungen können enger oder lockerer gestaltet werden, je nach den Ansprüchen, die man an das System stellt, und je nachdem, welche instrumentellen Mittel man einsetzt. Als *Quintessenz* möchte ich hervorheben: Die Beurteilung einzelner Komponenten soll stets im Blick auf das System geschehen; das schließt nicht aus, daß isolierte Entwicklungen das Ganze wesentlich beeinflussen können. Aber die allgemeine Zielsetzung wird doch sein, das Gesamtsystem (vordringlich an seinen schwächsten Stellen) zu verbessern.

2. Bemerkungen zu einzelnen Systemkomponenten

Summarische Bemerkungen beziehen sich vorerst auf die Photogrammetrie. Bis vor kurzem verstand man bei uns unter Katasterphotogrammetrie meist die photogrammetrische Aufnahme von Grenzpunkten. Mit den modernen Blockausgleichungen ist aber – ganz besonders in den Berggebieten – die *photogrammetrische Bestimmung von Verdichtungspunkten* der Landestriangulation aktuell geworden. Über die Methodik laufen zurzeit in der Schweiz Untersuchungen. Diese Verdichtungspunkte, neuestens Basispunkte genannt, dienen als Basis, als Stützpunkt für die Nachführung des Vermessungswerkes, insbesondere der Grenzpunkte.

Neben dem Einsatz der Luftphotogrammetrie für die Bestimmung von Basis- und Grenzpunkten sollte man nicht vergessen, daß jedes Luftbild wesentlich mehr Informationen enthält, als im Grundbuchplan dargestellt werden. Ein Teil dieser Information mag zwar veralten; die ohnehin notwendige systematische Neubefliegung müßte dem entgegenwirken. Eine zurzeit laufende Untersuchung soll klären, wie weit ein *Orthophoto* – allenfalls durch Linienzeichnungen ergänzt – in weniger genutzten Gebieten den Grundbuchplan ergänzen oder gar ersetzen kann. Dabei werden reproduktionstechnische Fragen einbezogen. Im Zusammenhang mit der Nachführung der Orthophoto soll auch die zweckmäßige Speicherung der entsprechenden topographischen Daten studiert werden. Wieweit sich die Orthophoto als Datenquelle für eine Planungsdatenbank eignet, wird später behandelt werden.

Auch der photogrammetrisch erstellte großmaßstäbliche Kurvenplan ist als Bestandteil eines Mehrzweckkatasters immer weniger wegzudenken. Er gehört deshalb ebenfalls zum «System».

Die Rolle, die der *Computer* in der modernen *Photogrammetrie* spielt, ist genügend bekannt. Mit oder ohne Datenbankkonzept haben elektronische Berechnungen maßgebenden Einfluß auf alle Aufnahmeverfahren bekommen. Verbesserte Ausgleichungsmodelle in der Blocktriangulation, kombiniert photogrammetrisch-terrestrische Ausgleichungen und Interpolationsverfahren ebnet der Photogrammetrie – mit einigen Vorbehalten – den Zugang zum Kataster.

Auch auf die *tachymetrischen Aufnahmeverfahren* wirkt der *Computer* ein. Verknüpfte Ähnlichkeitstransformation und freie Stationierung werden erst mit intensiver Computer-

anwendung wirkungsvoll. Bemerkenswert ist dabei, daß durch den Computer eine verbesserte Einsicht in die Genauigkeit und in die Zuverlässigkeit der Dispositionen gewonnen wird.

Bei vielen Aufnahmeverfahren finden immer mehr auch *kleinste feldtüchtige Rechner* Anwendung. Eine Alternative zwischen Groß- und Kleincomputer hat allerdings in den hier dargestellten Gedankengängen keinen Platz.

Das nächste Stichwort, «*Integration*», bedarf als Modewort einer Erklärung: Für scheinbar sehr verschiedene Verfahren oder Verfahrenselemente findet man Gemeinsamkeiten, über die sich Systemkomponenten verallgemeinern lassen. Als Beispiele mögen dienen: Eine Polarstation, eine Aufnahme Linie einer Orthogonalaufnahme, ein photogrammetrisches Modell sind *ähnlich strukturierte Aufnahmeeinheiten*; ihnen ist gemeinsam, daß sich lokale rechtwinklige Koordinaten rechnen lassen, die mittels einer Ähnlichkeitstransformation in Landeskoordinaten umgewandelt werden.

Kontrollkonzepte sind allgemeingültig zu formulieren, zum Beispiel:

- Jeder Grenzpunkt muß unabhängig kontrolliert sein, und
- die Kontrolle muß durchgreifend sein.

Man kann diese beiden Postulate auch zur Vorschrift modifizieren, daß die Aufnahme vorgeschriebene Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsschranken einhalten muß; dabei stützt man sich auf bestimmte Konzepte der mathematischen Statistik.

Aus ökonomischen Gründen werden ferner in die Programme wirksame *Datenkontrollen* eingebaut, die möglichst früh grobe Fehler feststellen können. Auch die *Punktnumerierung* sollte möglichst allen Verfahren und organisatorischen Konzepten gerecht werden.

3. Aufnahmeverfahren mit elektronischer Distanzmessung (EDM)

Um das Systemdenken noch weiter zu veranschaulichen, möchte ich bei dem Aufnahmeverfahren näher auf die elektronische Tachymetrie eingehen. Es gibt hier im Zusammenhang mit instrumentellen Fragen *Verfahrensgesichtspunkte*, die mit dem ganzen System in enger Beziehung stehen. Auf die automatische Registrierung wird hier zwar nicht eingegangen; sie würde sich aber zwanglos einordnen lassen.

Die Doppelbilddistanzmessung wird an Bedeutung verlieren, doch muß sie deshalb nicht aus dem System verdrängt werden. Entscheidende Vorteile liegen jedoch bei der *elektronischen Tachymetrie*: Bei höherer Genauigkeit und einfacherer Bedienung erreicht man eine größere Reichweite.

Als Ausgangspunkt für die folgenden Ausführungen nehmen wir an, daß neben der Triangulation 4. Ordnung, welche in der Schweiz eine Dichte von 2–3 Punkten pro Quadratkilometer hat, weitere Fixpunkte (Basispunkte) vorhanden seien, die wegen der Topographie, wegen Überbauungen und wegen des Bewuchses benötigt werden. Nach wel-

chen Kriterien diese Basispunkte anzulegen sind, richtet sich nach den Aufnahmeverfahren für die Grenzpunkte; dabei ist auch die Nachführung sicherzustellen.

Wir gehen aus von einer Kritik am *klassischen Verfahren*, das die Basispunkte fast ausschließlich durch Polygonzüge bestimmt, die Grenzpunkte gleichzeitig mit zentrischen Polaraufnahmen von diesen Polygonpunkten aus aufnimmt und zur Kontrolle der Grenzpunkte Meßbanddistanzen, sogenannte Kontrollmaße, verlangt.

Es gibt aber bekanntlich Kontrollmaße, die nur teilweise wirksam sind. Ein Konzept, das die Wirksamkeit von Überbestimmungen quantitativ überprüft, hat in den letzten Jahren Prof. Baarda gegeben. Ich versuche ganz kurz zusammenzufassen:

Ansatzpunkt für dieses Konzept ist ein Test auf das mathematische Modell der Ausgleichung. Getestet wird der Quotient $\frac{m^2}{\sigma^2}$, wo m der mittlere Fehler a posteriori und σ der

mittlere Fehler a priori der Gewichtseinheit sind. Diese Zufallsvariable $\frac{m^2}{\sigma^2}$ hat eine sogenannte $\frac{\chi^2}{f}$ - Verteilung, mit

dem Erwartungswert 1. Ein bestimmtes Signifikanzniveau fixiert dazu einen kritischen Grenzwert. Die charakteristischen – nicht ganz exakt formulierten – Fragen lauten: Um welchen Betrag muß eine einzelne Beobachtung verfälscht sein, damit der zu testende Quotient mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit den Grenzwert erreicht? Und: Wie wirkt sich eine kleinere, also durch diesen Test nicht erfaßbare Verfälschung – somit ein *versteckter Fehler* – auf die gesuchten Koordinaten aus? Grenzwerte für solche möglichen Verfälschungen können für jede Art von Punktbestimmung programmiert werden; auch könnte man entsprechende Sicherheitsschranken in ein Programm einbauen.

Diesen Zuverlässigkeitsbegriff kann man aber auch in die Betrachtungen einbeziehen, indem man die *Aufnahmedisposition* so vorschreibt, daß eine bestimmte Zuverlässigkeit stets gewährleistet ist. Das Verfahren der unabhängigen Doppelvektoren (vgl. Abb. 2) erfüllt diese Bedingung weitgehend.

Mit dem herkömmlichen zentrischen Polarverfahren sind aber Doppelaufnahmen in bebauten Zonen und bei dichtem Bewuchs nicht ohne wesentlichen Mehraufwand zu bewerkstelligen. Die sogenannte *freie Stationierung*, die in der Schweiz schon in den sechziger Jahren bei der Lückenergänzung photogrammetrischer Grenzpunktaufnahmen erfolgreich praktiziert wurde, bietet hier viel mehr Spielraum und Anpassungsmöglichkeiten.

Unabhängig davon, wie die Basispunkte entstanden sein mögen, aus Luftphotogrammetrie, durch Triangulation oder Polygonierung: die zentrische Stationierung für die Detailpunktaufnahme wird zum Spezialfall; im allgemeinen wird man den *Instrumentenstandort* den augenblicklichen Sichtverhältnissen *anpassen*, ohne sich an eine vorgegebene Versicherung zu binden. Die Lage bestimmt man mit zwei, besser mit drei Vektoren nach denjenigen Basispunkten, die sich anbieten. Wegen dieser Anpassungsfähigkeit wird die

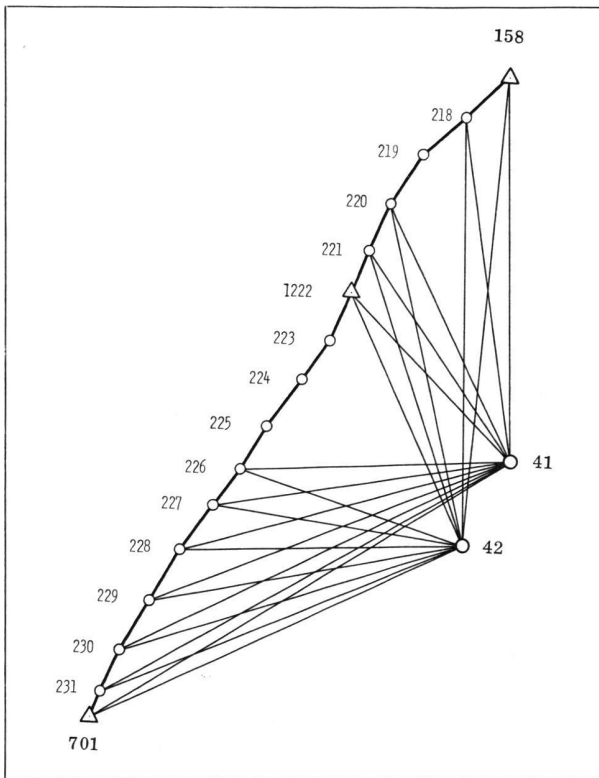


Abb. 2

postulierte Vorschrift, jeden Grenzpunkt doppelt aufzunehmen, durchaus zumutbar, insbesondere wenn man daran denkt, daß sich ohne Kontrollmaße die Auswertungsvorbereitungen vereinfachen.

Die fehlertheoretische *Anwendungsregel* für die freie Stationierung ist einfach: Die verwendeten Basispunkte bilden die Transformationsbasis für ein lokales Koordinatensystem. Einzelheiten sollen hier nicht dargestellt werden.

Es interessiert hier vor allem die Rückwirkung des Verfahrens auf die Anlage des Basispunktnetzes. Offenbar geht es darum, die Basispunkte so zu wählen, daß im ganzen Aufnahmegebiet günstige (freie) Aufnahmepositionen darauf abgestützt werden können. Der erfahrene Meßtischtopograph wird sich an die Funktion seiner graphischen Triangulation erinnern, die er sich aufbaute, um seine Meßtischstationen zu bestimmen.

Es leuchtet wohl ein, daß, wenn die Basispunkte in diesem Sinne dazu dienen, ein Gebiet zu erschließen, ihre Dichte von der Geländeform und den Sichtbehinderungen abhängig ist und daß man mit der größeren Reichweite der elektronischen Distanzmesser im offenen Gelände mit sehr *viel weniger Stützpunkten* auskommt als bisher. Weite, offene Talkessel und Hang-Gegenhang-Lagen sind besonders günstig; allerdings setzt die erschwerte Verständigung zwischen den Operateuren am Instrument und an den Reflektoren der praktischen Reichweite gewisse Grenzen.

Neuaufnahme und Nachführung unterscheiden sich in der Aufnahmemethode nur in folgendem: Bei der *Rekonstruktion von Punkten*, deren Koordinaten vorliegen, ist es

zweckmäßig, Rechner mit entsprechenden Rechenprogrammen im Felde einzusetzen.

Die Wechselbeziehungen zwischen Instrumentarium, Rechenmethode, Kontrollkonzept und Basispunktnetz sollen anhand einer *praktischen Arbeit* des Diplomfeldkurses der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich vom Sommer 1973 veranschaulicht werden.

Vor Jahren wurden in einem großen *Rutschgebiet* im Bündner Oberland sogenannte Verschiebungspunkte mit Eisenrohren versichert und mittels Präzisionspolygonzügen vermessen. Abbildung 2 zeigt einen dieser Züge. Die Distanzen zwischen den Punkten betragen etwa 50–70 m. Die Punkte 158, 222 und 701 sind Basispunkte. Es ging darum, die relativen Verschiebungen zwischen den einzelnen Punkten zu bestimmen.

Im Gegensatz zu den früheren Messungen 1955 und 1960 wurde die Vermessung im Jahr 1973 mit einem Distanzmesser Wild Di3 gemäß Abbildung 2 disponiert; die beiden freien Stationen 41 und 42 wurden so ausgesucht, daß man möglichst viele der Punkte durch «*Doppelvektoren*» bestimmen konnte. Aus den Koordinatendifferenzen der beiden Aufnahmen ergab sich ein mittlerer Fehler am Koordinatenmittel von ca. ± 5 mm. Wie weiter oben erwähnt, ist durch diese Disposition auch eine gute Zuverlässigkeit gewährleistet.

Der entsprechend disponierte Polygonzug würde mit angemessenen a-priori-Ansätzen für den Di3 weder die gleiche Genauigkeit noch die gleiche Zuverlässigkeit ergeben und erforderte zudem einen höheren Arbeitsaufwand für die Messung.

Noch eine Bemerkung zu dieser Arbeit. Die erwähnten Eisenrohre, die vor fast 20 Jahren in den Boden geschlagen wurden, waren, als wir mit den Arbeiten begannen, im Grasboden verwachsen und konnten nur ganz ausnahmsweise ohne Hilfsmittel gefunden werden. Auch für diese *Punktlokalisierung* wurde der Di3 mit freier Stationierung eingesetzt. Die «*Absteckungselemente*» lieferte ein Feldcomputer, zum Teil über Funk. Innert ganz weniger Minuten wurde jedes Rohr – sofern es noch vorhanden war – aus dem Gras geklopft.

Diese nicht erstmalige Erfahrung scheint mir bemerkenswert im Hinblick auf das *Vermarkungskonzept* unserer Grundbuchvermessung. Wenn es offenbar so einfach ist, Punkte mit Hilfe ihrer Koordinaten genügend genau zu lokalisieren, ist es dann noch sinnvoll, *jeden* Grenzpunkt mit staatlicher Subvention durch einen großen, schweren, teuren Granitstein zu versichern? Und ist dies insbesondere im Gebirge noch vertretbar? Die verbesserten, anpassungsfähigen Rekonstruktionsverfahren sollten erlauben, die *Vermarkungsvorschriften* differenzierter und anpassungsfähiger zu gestalten und die Verantwortung für die Erhaltung der Grenzpunkte vermehrt den Grundeigentümern zu übertragen. Um jedes Mißverständnis auszuschließen: Das heißt *nicht*, die Vermarkung sei abzuschaffen; das heißt vielmehr, es wäre wichtiger, die Basispunkte – allenfalls auf Kosten der Grenzpunkte – besser zu versichern.

4. Datenbankkonzepte

Weil im allgemeinen Schema (Abb. 1) die Vermessungsdatenbank eine zentrale Rolle spielt, folgen einige Ausführungen über Datenbankkonzepte. Sie enthalten Gedanken über fertige Entwicklungen, über Projekte und über Zukunftspläne; zwischen diesen verschiedenen Entwicklungsstufen soll klar unterschieden werden.

Vorerst ist von etwas Fertigem die Rede, der *interaktiv nachführbaren Koordinatendatei*. Die praktische Erprobung eines entsprechenden Programmpaketes der Digital AG, Zürich, ist zurzeit am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich im Gange [1].

Einleitend dazu folgende Bemerkung: Viele EDV-Spezialisten meinen mit «Datenbank» in erster Linie eine Sammlung von Daten, deren Anordnung in den Speichermedien und deren Abfrage durch den Benutzer. Von der Vermessung aus – so scheint mir – kann man nicht genug betonen, daß die *Organisation*, welche die Nachführung, die Verwaltung dieser Daten regelt, «lebenswichtig» ist und deshalb a priori dargestellt und klargestellt werden muß.

In Abbildung 3 soll dies näher erörtert werden. Bei einer Mutation werden vorerst über ein Repertoire von *Berechnungsmodulen* Koordinaten aus der Datei in den Arbeitsspeicher geholt, dort unter anderem zu Koordinaten neuer Punkte verarbeitet und diese in einer Koordinatentabelle aufgebaut. Dabei erhalten die Punkte Klassenwerte, welche zum Beispiel kennzeichnen, ob ein Punkt ausgeglichen, durch Kontrollmaß geprüft oder nicht kontrolliert ist. Die Datei wird in dieser Arbeitsphase in keiner Weise verändert. Erst der eigentliche *Mutationsbefehl* leitet diese Veränderung

ein. Er löst Mechanismen aus, die der durchgreifenden Kontrolle der neu einzuführenden Daten dienen. So werden Punkte, die mehrfach in der Tabelle aufgeführt sind, gemittelt und die Differenzen geprüft; dabei ändern sich auch die Klassenwerte. Nur Punkte mit «genügendem» Klassenwert finden Eingang in die Datei. Unkontrollierte und fehlerhafte Punkte werden gemeldet und für die weitere Benützung gesperrt.

Natürlich kann man zur Kontrolle andere als die hier dargestellten Mechanismen und Kriterien anwenden. Die *Betriebsorganisation* ist ja modular aufgebaut und bietet deshalb fast beliebigen Spielraum für andere Module. Diese Anpassungsfähigkeit wird für weitere Versuche ausgenützt. Wichtig aber bleibt das Prinzip der automatischen Kontrolle, das die Datei weitgehend vor Fehlern schützen muß.

Die Koordinatendatei ist aber nur ein sehr beschränkter Ansatz zu einer Vermessungsdatenbank. Als nächste Stufe ist die Verknüpfung der Koordinaten mit den Parzellendefinitionen zu organisieren. Neben der Koordinatendatei ist also eine Datei der Parzellendefinitionen aufzubauen.

Das in Abbildung 4 erläuterte Projekt «*Parzellenmutation*» wird zurzeit von der Digital AG aus vorhandenen Teilen der Programme «*Koordinatenmutation*» und «*Güterzusammenlegung*» bearbeitet, wobei die vorne dargestellten Grundsätze über die Kontrollen Geltung behalten sollen.

Eine Mutation wird nach diesem Projekt dadurch eingeleitet, daß man alle an der Mutation beteiligten Parzellen aufruft. Im Arbeitsspeicher werden die entsprechenden Definitionen und die damit verknüpften Koordinatenpaare bereitgestellt. Durch *Berechnungsmodulen*, wie sie früher darge-

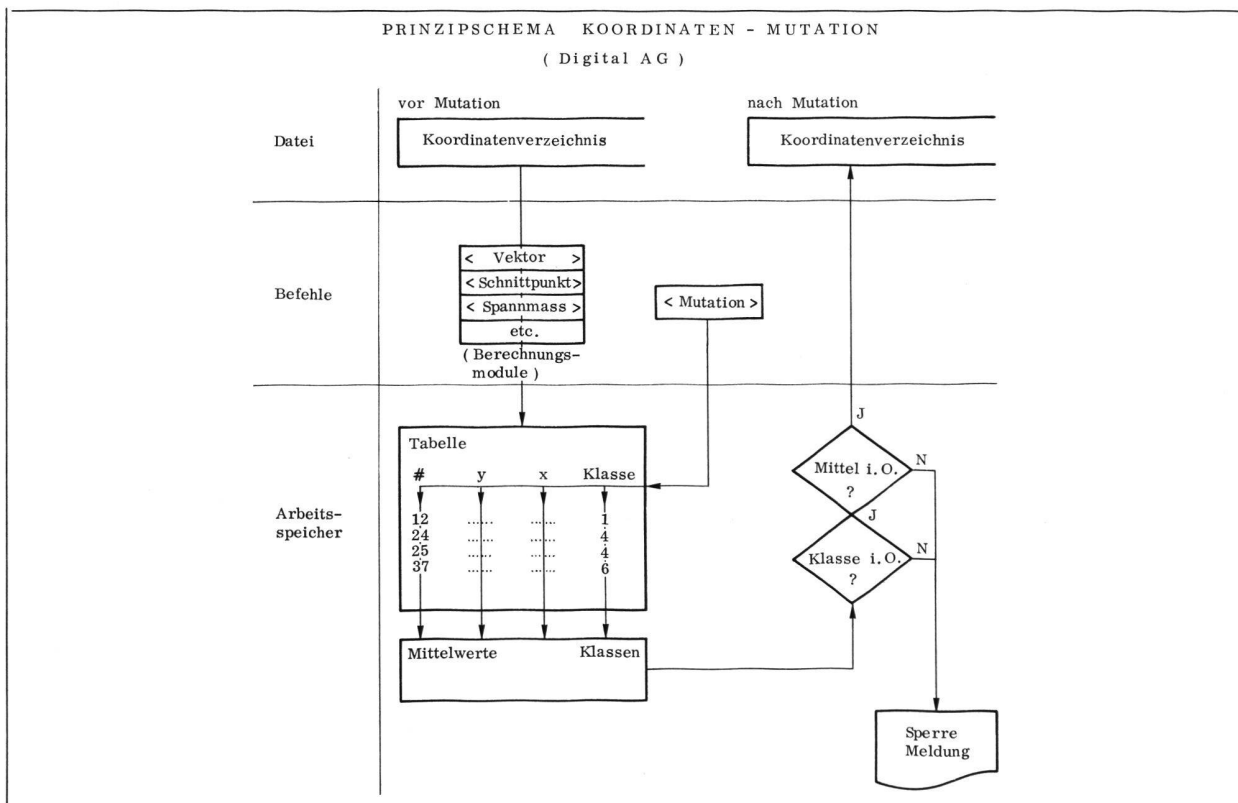


Abb. 3

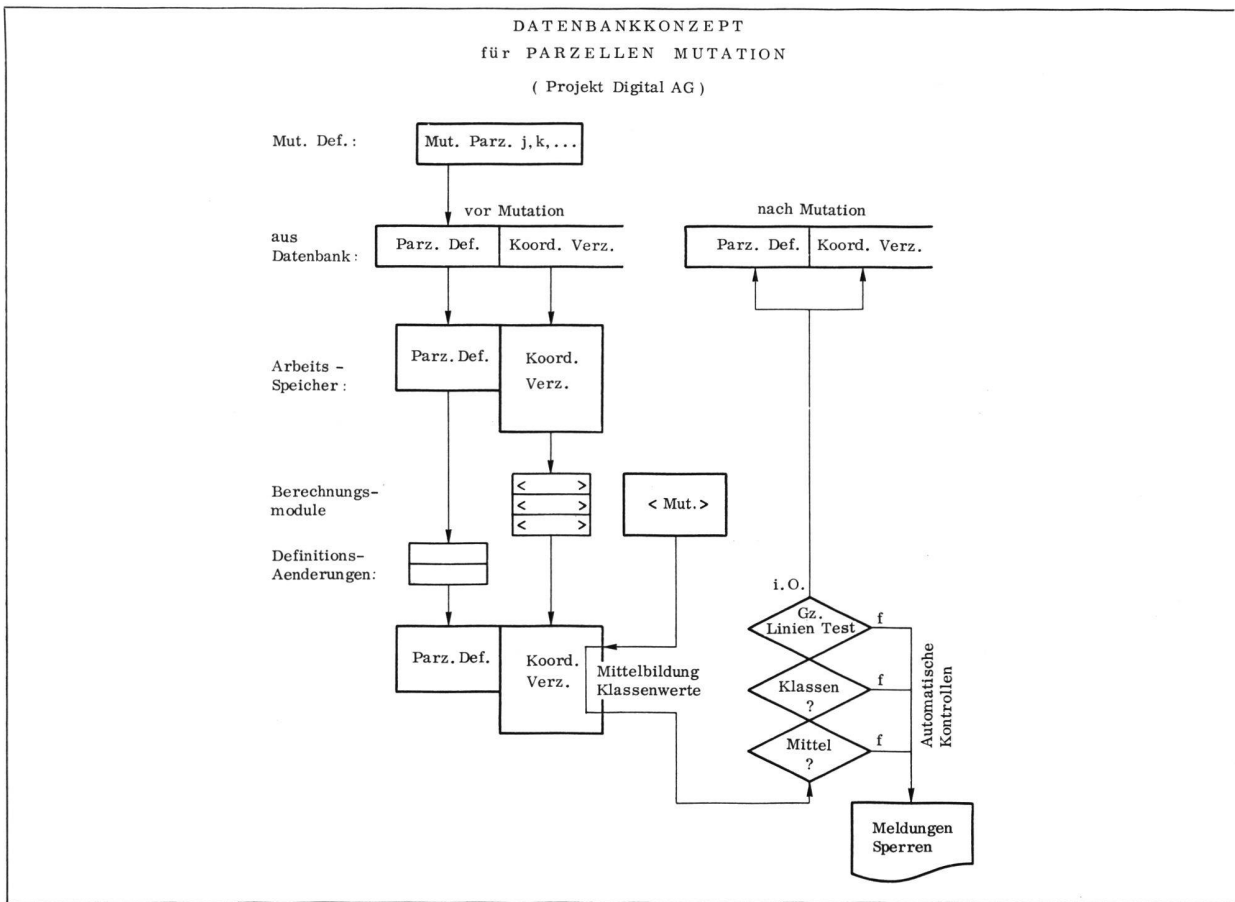


Abb. 4

stellt wurden, werden neue Koordinaten ermittelt und neue Parzellen definiert. Der Mutationsbefehl löst wie früher die Kontrolle der Mittelwerte und Klassenwerte aus; neu dazu kommt der bekannte Grenzlinientest, mit dem überprüft wird, ob innerhalb des durch die Mutation aktivierten Parzellenperimeters alle Grenzlinien zweimal in entgegengesetzter Richtung auftreten.

Im folgenden sind nicht mehr konkrete Projekte, sondern *Ideen für zukünftige Entwicklungen* dargestellt. In Abbil-

dung 5 erkennt man bekannte Elemente: Datenbank als Summe aller Dateien; der Begriff Betriebsorganisation wurde vorne umschrieben; die entgegengesetzten Pfeile unter «Verwaltung» deuten den Datenfluß im Rahmen dieser Betriebsorganisation an.

Die bisher auf Grenzpunkte und Grenzlinien beschränkte *Datenbank wird erweitert*. Das bereitet im Bereich, der auf der linken Seite des Bildes dargestellt ist, kaum Schwierigkeiten. Eigentumsdaten und Parzellenzuordnungen werden

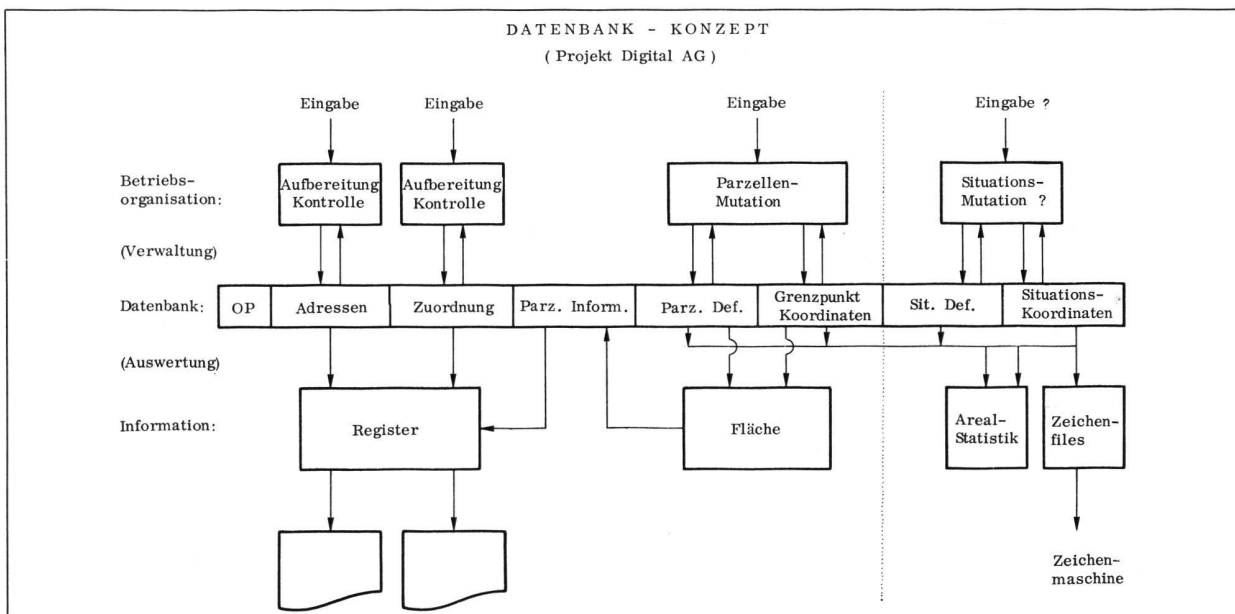


Abb. 5

einbezogen und die sogenannten *Parzelleninformationen* gesammelt. Rechts vom vertikalen Strich hingegen bleibt noch einiges zu klären.

In diesen Bereich gehören unter anderem die Daten, die – außer den Parzellengrenzen – im heutigen Grundbuchplan dargestellt sind: Gebäudegrundrisse, Wegränder, Kulturgrenzen. Wir bezeichnen sie summarisch als *Situationsdaten*. Betrachtete man diese Linienstrukturen als Flächenbegrenzungen, so könnten diese Situationsdaten wie die Parzellen behandelt werden: Aus den definierten Abschnitten ergäben sich Flächenwerte, die man tabellarisch zur Arealstatistik zusammenstellen könnte. Aber dieser Weg ist schwerfällig, wenig benutzerfreundlich.

Studiert wird deshalb unter anderem ein Konzept, das sich bei der Aufnahme des alten Besitzstandes von Güterzusammenlegungen zu bewähren scheint, wo aus Plänen Bonitätsabschnitte und Parzellen digitalisiert wurden: Die Flächenbegrenzungen werden so abgegriffen, daß sie gleichzeitig als *Definitionsequenz* der Fläche gespeichert werden können. Kommen in solchen Sequenzen Punkte vor – etwa Gebäudeecken –, deren Koordinaten bereits rechnerisch ermittelt und gespeichert sind, so werden mit Hilfe eines Codes die gerechneten Koordinaten übernommen.

Natürlich setzte dieses Vorgehen Pläne voraus; diese sind aber meist nicht vorhanden. Deshalb könnte hier die früher erwähnte Beziehung zur *Orthophoto* bedeutsam werden. Auch ähnliche Verfahren, wie etwa der *Photoplan* mit Höhenschichtlinien nach Vetterli [2], kommen in Frage, wenn sie – mindestens über eine Berechnung – zu einem geometrisch unverzerrten Grundriß führen.

Der Begriff Situation läßt sich leicht erweitern, wenn wir nun vom Grundbuchplan zum *Mehrzweckkataster* übergehen. Auch Baulinien, Leitungen, Schienen usw. können in ähnlicher Weise dem System angegliedert werden. Wir nähern uns – was den geometrischen Inhalt anbelangt – dem vielzitierten Planungsinformationssystem.

Im Zusammenhang mit den Situationselementen und deren Mutation drängt sich nun das automatische Zeichnen geradezu auf.

5. Automatisches Zeichnen

Es gibt – wie bekannt ist – bereits verschiedene Zeichenmaschinen, mit denen Pläne automatisch gezeichnet werden können. In dem hier diskutierten System wird aber dem automatischen Zeichnen *keine selbständige Rolle* zugeordnet; hier handelt es sich um die graphische Darstellung von Daten, die in einer nachführbaren Datenbank gespeichert sind. Das automatische Zeichnen unterstützt die Beziehung zwischen Mensch und System, indem es ermöglicht, Teile der Datenbank anschaulich darzustellen. Es werden anschließend zwei Entwicklungsansätze beschrieben.

Die Stadt Zürich hat im Rahmen eines Projektes «Informationssystem Boden- und Baudaten, geometrische Grund-

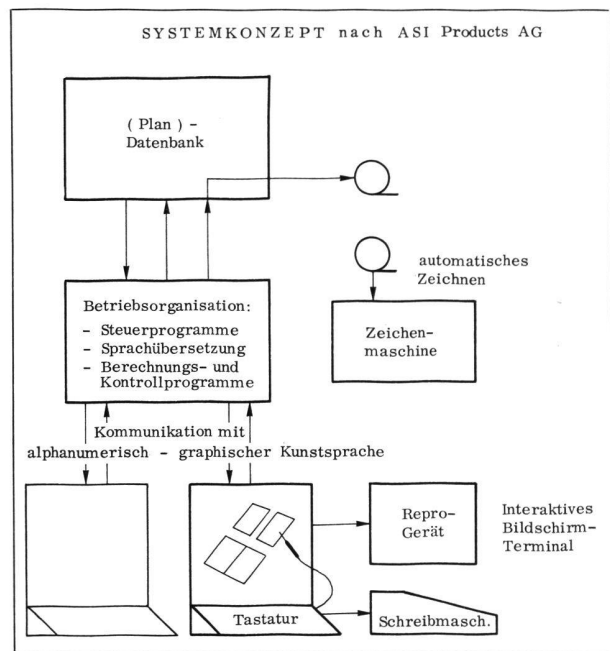


Abb. 6

lagen» der Firma ASI* einen Entwicklungsauftrag erteilt, der unserer Fragestellung entspricht und von dem erste Resultate vorliegen [3]. Ferner läuft am Kartographischen Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, unter der Leitung von Prof. E. Spiess, ein ähnliches, kartographisch orientiertes Projekt. Auf beide Projekte wird nur so weit eingegangen, als die generelle Thematik dieses Aufsatzes berührt wird.

Der Abbildung 6 entnehme man folgendes: Als neue Komponente tritt der *interaktive graphische Bildschirm* auf, der nicht nur graphische Ausgabe, sondern auch graphische Eingabe erlaubt. Ein einstellbares Strichkreuz – bei anderen Geräten ein sogenannter Lichtstift – kann, wenn eine graphische Darstellung von Datenbankelementen vorliegt, die Befehlsvermittlung wesentlich erleichtern. Zu den früher erwähnten Berechnungsmodulen kommt damit ein neues Kommunikationsmittel. Die Auswirkung von Befehlen wird damit sofort anschaulich, sichtbar. Graphische Zwischenergebnisse könnten unmittelbar über ein Reprögerät fixiert werden. Diese Kopien sind zwar graphisch eher minderwertig, enthalten aber vollständige Informationen. Anstelle des Reprögerätes kann man graphische Zwischenergebnisse auch über einen einfachen, aber schnellen «Plotter» festhalten.

«Zeichnen» ist ein *Output-Befehl* an das System; er bewirkt, daß ein Magnetband mit allen zum Zeichnen des befohlenen Ausschnittes erforderlichen Daten geladen wird. Die zeichnerische Verarbeitung erfolgt dann «off-line» mit einer Präzisions-Zeichenmaschine.

Die Qualitätsansprüche des Kartographen sind in der Regel höher als die der übrigen Planbenutzer. Lassen wir uns also auch von dieser Seite anregen! Das Projekt des Kartographischen Instituts der ETHZ ist im Mitteilungsblatt 2-74 der Zeitschrift «Vermessung – Photogrammetrie – Kultur-

* ASI (Applied Studies International) Products AG, Zürich.

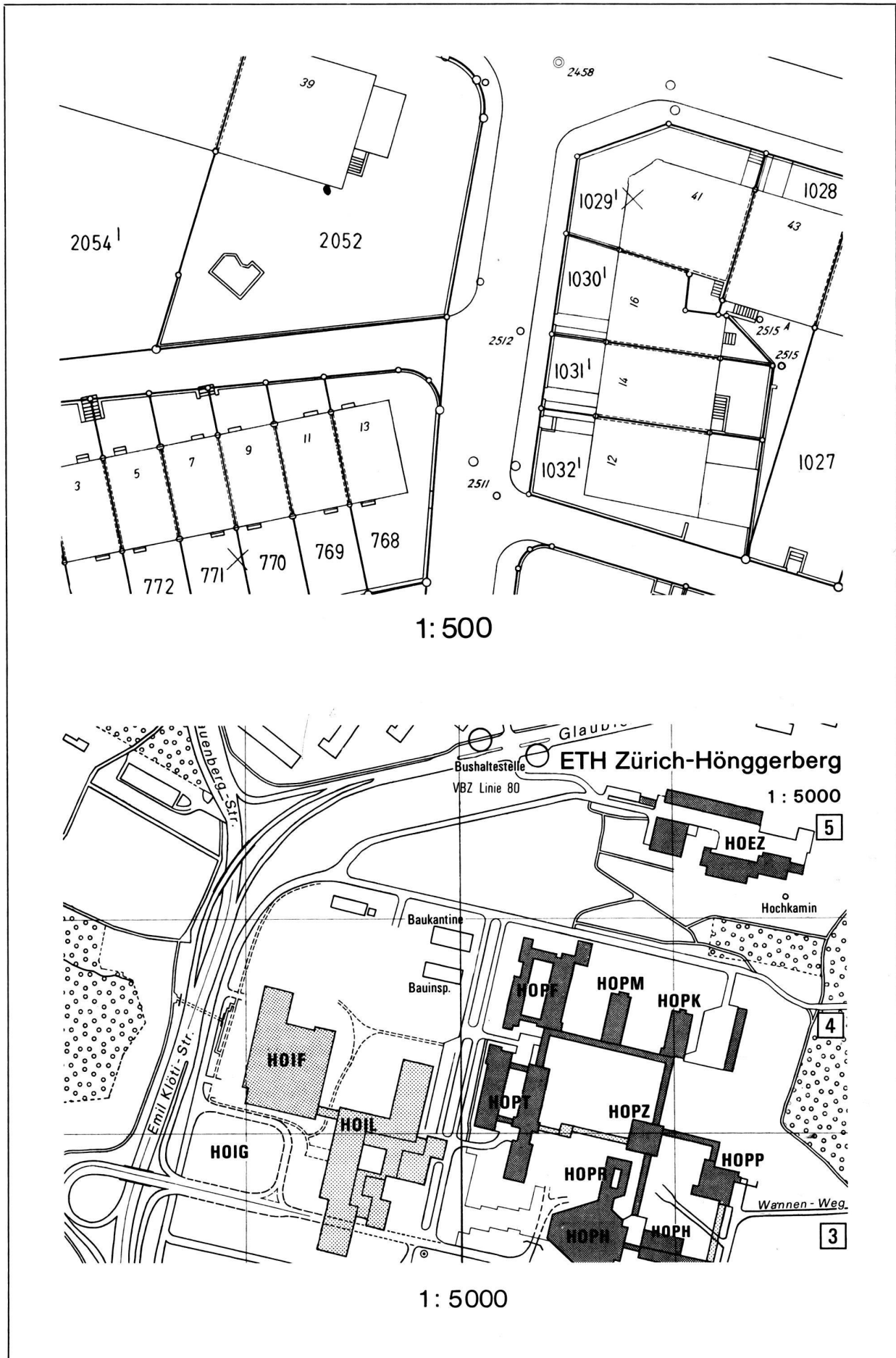


Abb. 7

technik» [4] beschrieben. Bezeichnenderweise läuft es nicht unter dem Schlagwort «automatische Kartographie», sondern «*computerunterstützte Kartographie*».

Die spezifisch kartographischen Zielsetzungen, wie Generalisierung, kleinmaßstäbliche Karten, thematische Karten usw., interessieren hier weniger; im Vordergrund steht hier das konkret formulierte Problem, Pläne in den Maßstäben 1:500 bis 1:5000 in der in Abbildung 7 dargestellten Ausführung automatisch zu zeichnen.

Studien haben ergeben, daß umfangreiche Digitalisierungsarbeiten ohne parallele *Sichtkontrolle* auf große praktische Schwierigkeiten stoßen. An einem Bildschirm soll deshalb laufend überprüft werden, ob die Digitalisierung vollständig und ohne grobe Fehler erfolgt. Fehler müssen «interaktiv» sofort behoben und die Korrekturen überwacht werden können.

Wenn es darum geht, Bildinhalte neu zu bearbeiten, so erweist sich eine sogenannte *Bearbeitungsstation* als zweckmäßig. Mit einem Koordinatentisch, der auf einen Zeiger anspricht, können gespeicherte Daten verknüpft und modifiziert werden. Auch hier dient ein Bildschirm dazu, die Operationen anschaulich zu machen. So können mit einem entsprechenden Befehlsrepertoire zum Beispiel Ergänzungen angebracht, Strichdicken variiert und Schriften plaziert werden.

Beziehungen zwischen diesem Projekt und dem besprochenen Datenbanksystem sind auf verschiedene Arten denkbar. Im Vordergrund steht die Ergänzung der Datenbank mit «*graphischen*» *Elementen*. Und wiederum drängt sich als «Datenquelle» die ausmeßbare Luftaufnahme auf. Vielleicht wird sich auch eine Technik entwickeln, die von unvollständigen automatisch gezeichneten Plänen ausgeht. Bearbeitet man diese manuell, so kann die Ergänzung digitalisiert und die Datenbank vervollständigt werden.

6. Zusammenfassende Bemerkungen

Zum Abschluß komme ich auf den Anfang meiner Ausführungen zurück. Das Anliegen war nicht, Einzelheiten erschöpfend darzustellen. Zwar sind viele Details für das Funktionieren eines Systems wesentlich. Aber diesmal sollte die Rolle der einzelnen Komponenten von der *Funktion des Ganzen* her betrachtet und in den Vordergrund gestellt werden.

Aus schweizerischer Sicht scheint eine solche gesamtheitliche Darstellung nötig. Entwicklungsimpulse von verschiedenster Seite sollten koordiniert werden: Elektronische Distanzmessung, Photogrammetrie, insbesondere Aerialtriangulation, Orthophoto, elektronische Datenverarbeitung mit neuen Ausgleichungsmodellen, dann Betriebssysteme und Datenbankkonzepte, mathematisch-statistische Konzepte, Kartographie ...

Aber selbst dieser Rahmen wird gesprengt durch versteckte Anteile, wie etwa das *digitale Terrainmodell*, das zum Beispiel auch hinter der Nachführung von Orthophotos stecken kann. Damit kommen weitere verwandte Entwicklungen, wie digitale Karte, computergestützte Straßenprojektion, Straßendatenbanken, Planungsinformationsraster, in den Problembereich.

Gelegentlich hat man den Eindruck, daß bei uns viele neue technische Entwicklungen aus zu beschränktem Gesichtswinkel betrachtet werden. Man fragt, um Beispiele zu nennen, nach dem Markt für die digitale Karte, man will beim digitalen Terrainmodell «der Morphologie zu ihrem Recht verhelfen». Übersieht man dabei nicht die Bedeutung einzelner Komponenten im Rahmen einer gesamtheitlichen Entwicklung? Auf diese *gesamtheitliche Betrachtungsweise* möchte der Aufsatz hinweisen.

Literatur

- [1] J. Kaufmann: Das Terminal-Nachführungssystem der Digital AG. Vermessung – Photogrammetrie – Kulturtechnik, Fachheft 1-74.
- [2] P. Vetterli: Entzerrte Luftbildvergrößerungen mit Höhenschichtlinien. FIG, XIII. Internationaler Kongreß der Vermessungsingenieure, Wiesbaden 1971, Kommission 5, Publikation 508.2.

- [3] R. Bösch: Nachführung mit interaktiven graphisch-numerischen Informationssystemen. Vermessung – Photogrammetrie – Kulturtechnik, Fachheft 1-74.

- [4] Chr. Hoinkes: Ein computergestütztes Kartierungssystem für die ETH Zürich. Vermessung – Photogrammetrie – Kulturtechnik, Mitteilungsblatt 2-74.