

# Das Vermessungswesen und die Herausforderung der Informatik

Autor(en): **Carosio, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural**

Band (Jahr): **88 (1990)**

Heft 1

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-234298>

## **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.

## Das Vermessungswesen und die Herausforderung der Informatik

A. Carosio

Das Vermessungswesen ist eine sehr alte Disziplin, die in unserer informationsorientierten Gesellschaft weiterhin von grosser Aktualität ist. Der Übergang von den traditionellen Methoden zu den informatikgeprägten Verfahren ist eine der Herausforderungen, mit welcher sich der heutige Ingenieur auseinandersetzen muss. Eine Analyse der Arbeiten der letzten Jahrzehnte zeigt, in welche Richtung sich der Vermessungsberuf dank der Informatik entwickelt hat. Darauf können wir ein Bild unserer Zukunft aufbauen und die Bedeutung unserer heutigen Aufgaben und Verantwortungen interpretieren.

*La mesuration est une discipline très ancienne, mais qui, de par l'orientation de notre société vers l'information, est toujours d'actualité. Le passage des méthodes traditionnelles à celles empruntées à l'informatique fait partie des défis qui sont à relever par l'ingénieur d'aujourd'hui. Une analyse des travaux effectués lors de ces dernières décennies nous montre la direction prise par notre profession, grâce à l'informatique. Nous pouvons donc nous construire une image de notre avenir et interpréter le sens de nos travaux actuels et de la responsabilité qui nous incombe.*

### Einführung

Das Vermessungswesen ist keine neue Wissenschaft. Die Dienstleistungen, die die Vermesser seit Jahrtausenden erbringen, erfüllen eines der Grundbedürfnisse der Menschheit. Die Vermessungsgeschichte ist daher wahrscheinlich ebenso alt wie diejenige der Menschen selbst. Die ersten «Geometer» haben weder gezeichnet noch mit Instrumenten gemessen; sie haben aber das Wesentliche getan: die Landschaft beobachtet, Formen und Dimensionen geschätzt und den Mitmenschen beschrieben.

In diesem Sinn sind wir alle «Vermessungsingenieure»: wir beginnen früh in der Kindheit und werden uns das ganze Leben lang mit den Fragen «Wo ist», «Wie weit», «Wie hoch» usw. beschäftigen.

Das ist der Grund, warum in der Gesellschaft unser Beruf mit Sympathie und Achtung betrachtet wird, und wir können stolz sein, fast immer in Frieden mit den Mitmenschen und mit der Natur zu wirken. Die Grundziele unserer Arbeit haben sich über Jahrtausende hin wenig geändert: wir beschaffen, verarbeiten, verwalten und vermitteln geometrische Informationen über unsere Umwelt und ihre Nutzung. Bedeutet unsere alte Tradition, dass wir veraltete Ziele verfolgen? Keineswegs! Wir sind in einem der modernsten Wirtschaftszweige tätig. Das Geschäft mit der Information hat zur Zeit das grösste Umsatzwachstum. Wenn wir mit den Augen unserer informationsorientierten Gesellschaft die Vermessungsarbeit betrachten, sehen wir die Aktualität unserer Ziele: wir

vermitteln zuverlässige Informationen, wann und wo immer man sie benötigt.

Die Anforderungen haben sich in unserer langen Geschichte der allgemeinen wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung angepasst, und neue Techniken haben wiederholt alte abgelöst. Welches die bedeutendsten Fortschritte waren, ist gewagt zu sagen: die technologische Revolution, die wir seit drei Jahrzehnten in Zusammenhang mit der Entwicklung der Informatik erleben, ist aber sicher eine der grossen Herausforderungen. Die Grundprinzipien und die Lösungsansätze unserer Arbeit lassen sich hingegen nicht ändern.

### Grundprinzipien bei der Lösung vermessungstechnischer Aufgaben

Der Vermessungsingenieur betrachtet die reale Welt und stellt auf Grund der Informationsbedürfnisse fest, welche Angaben notwendig sind, um die wesentlichen Elemente der Wirklichkeit zu beschreiben. Diese Angaben nennen wir das Datenmodell, das sehr unterschiedliche Formen haben kann.

Diese Kunst der Modellierung und der Generalisierung ist typisch für den Vermessungsberuf und bildet die Voraussetzung dafür, die Informationen überhaupt brauchen zu können. Das Modell kann eine Reihe von Punkten auf einer Staumauer sein, mit welchem wir die Lage des ganzen Bauwerks überwachen und darstellen

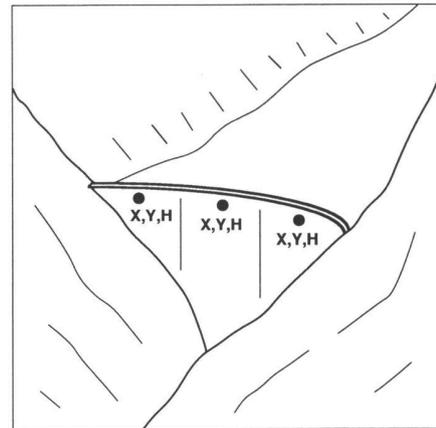


Abb. 1: Drei Punkte (X, Y, H) können eine komplexe Wirklichkeit darstellen

wollen oder eine geschickt gewählte Anzahl graphischer Symbole auf einem Blatt Papier; so erhält man die uns bekannten topographischen Karten, die das Wissen über die Landschaft ausgezeichnet vermitteln.



Abb. 2: Raumbezogene Informationen können ebenfalls mit graphischen Symbolen dargestellt werden

Damit das Datenmodell ein Bild der Realität wird, muss man sich die dazugehörigen Informationen beschaffen. Es wird viel gemessen, geschrieben und kontrolliert.

Die erhobenen Daten sind zuerst redundant und (wegen der unvermeidlichen Messungenauigkeit) inkonsistent; sie müssen verarbeitet werden, damit ein widerspruchsfreies und wiederholungsarmes Modell der Wirklichkeit entsteht. Zum Glück helfen uns seit Anfang des 19. Jahrhunderts stochastische Ansätze Redundanz und Inkonsistenz in Genauigkeitserfolg umzuwandeln: Gauss und Legendre entwickelten dafür die Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate, die heute noch als optimal gilt. Der Aufwand für die erforderlichen Berechnungen ist gross und wurde lange als Haupthindernis bei der Arbeit empfunden. Die Methode

# Partie rédactionnelle

wurde daher nur für genaueste Vermessungsaufgaben (Triangulation) eingesetzt, bei den anderen begnügte man sich mit Näherungsverfahren.

## Der Computer rechnet für uns

Vor etwa 25 Jahren war es naheliegend, die Rechenleistung der Computer für die aufwendige Ausgleichsrechnung einzusetzen. Die wirtschaftlichen Vorteile waren offensichtlich und die bekannten mathematischen Modelle eigneten sich für die Entwicklung von Computer-Programmen. So entstanden in den 60iger Jahren verschiedene Ausgleichsprogramme, und der Traum der Geodäten, «beliebig» grosse Triangulationsnetze ausgleichen zu können, wurde Wirklichkeit.

Man darf aber nicht vergessen, dass im Ingenieurwesen mit Modellen gearbeitet wird, welche nur einen Teil der Realität aufzeigen. Mathematische Modelle bieten den Vorteil, mit Logik arbeiten zu können, und logische Vorgänge lassen sich automatisieren. Der Ingenieur verfügt aber über ganz andere Fähigkeiten, welche das Logische begleiten und vervollständigen: das Visuomotorische und das Intuitive, welche sich mindestens vorläufig nicht automatisieren lassen.

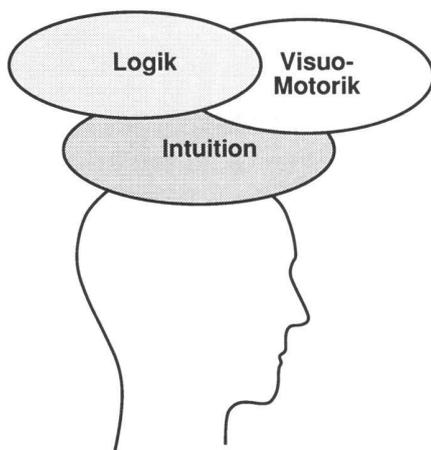


Abb. 3: Die menschliche Intelligenz ist vielseitig

Diese Komponenten der menschlichen Intelligenz, welche aus Erfahrung, Assoziationen usw. entstehen, werden allzu oft in der Planung neuer Verfahren vernachlässigt, weil sie unauffällig und selbstverständlich sind. Da man sie weder mit Worten noch mit Zahlen beschreiben kann, erscheinen sie in keiner Publikation, in keiner Berechnung und keinem Vortrag. Auf sie zu verzichten, wäre aber etwas unvorsichtig.

Der Ingenieur sieht mit unzähligen qualitativen Betrachtungen weit über die engen Grenzen des Modells, überprüft qualitativ Hypothesen und Gedanken und kann auf

das Unerwartete reagieren, wenn er die Arbeitsschritte ausführt.

Die reine Automatisierung der Algorithmen, das heisst eines Teils der logischen Komponente ist daher nur der Beginn der Arbeit.

## Die Interpretation der Ergebnisse

In den 70er und 80er Jahren wurde viel Arbeit investiert, um die schnell gewordenen Berechnungen mit wirksamen Beurteilungskriterien zu vervollständigen.

Zwei sich gegenseitig ergänzende Wege wurden dabei befolgt:

a) Eine engere Beziehung zwischen Menschen und Computern, um die Erfahrung des Sachbearbeiters weiter einsetzen zu können.

b) Die Entwicklung von mathematischen Verfahren, um auch die Interpretation zu automatisieren, damit der Computer ohne menschlichen Eingriff vertrauenswürdige Resultate erzielt.

Der erste Ansatz kann im weitesten Sinne mit dem Stichwort Interaktivität bezeichnet werden. Um dem Ingenieur einen schnellen Einblick in die automatische Auswertung zu ermöglichen, wurden alle Mittel eingesetzt. Die Benützeroberfläche der Programme wurde wesentlich verbessert, bei der Gestaltung von Eingabe und Ausgabe standen ergonomische Gesichtspunkte im Vordergrund. Erste Anwendungen der Computer-Graphik schafften dem Ingenieur den Überblick. Dieser Ansatz entsprach den Vorstellungen der Praxis, und viele Entwicklungen setzten sich in der Praxis durch. Zu diesen Realisierungen gehören z.B. die elektronische Berechnung der Triangulation des Bundesamtes für Landestopographie und die automatische Zeichnung der Triangulationsnetzpläne des Institutes für Geodäsie und Photogrammetrie an der ETH Zürich (IGP), anfangs der 70er Jahre entstanden, die heute noch in Dutzenden von Betrieben im Einsatz sind.

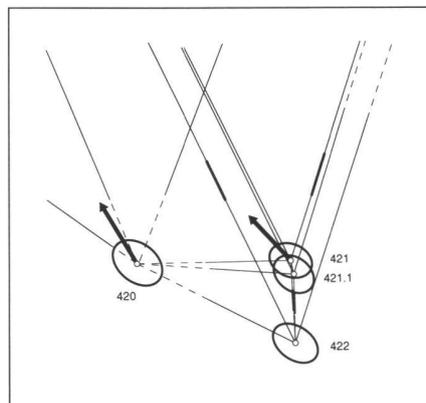


Abb. 4: Bereits einfache graphische Darstellungen erleichtern die Interpretation der Ergebnisse

Der zweite Ansatz (die Automatisierung der Interpretation) führte zu einem verstärkten Einsatz der mathematischen Statistik in den Berechnungen: Hypothesentest, Varianzschätzung, Hauptkomponententest, um nur ein paar Stichworte zu erwähnen. Von besonderer Bedeutung ist die Ende der 60er Jahre entwickelte Zuverlässigkeitstheorie von W. Baarda, die auch am IGP einen der Schwerpunkte der Forschung darstellte. Diese mathematischen Verfahren, welche die Wahrscheinlichkeit berechnen, dass Modellfehler unentdeckt bleiben, sind heute anwendungsreif. Es wird erwartet, dass im Rahmen der Reform der Amtlichen Vermessung (RAV) die Methode zu den verbindlich vorgeschriebenen Kontrollen gehören wird.

Die automatische Suche nach optimalen Messanordnungen beschäftigte in den 70er Jahren viele wissenschaftliche Institutionen. Trotz brillanten Ansätzen und anfänglichem Optimismus konnten sich die Methoden in der Praxis aber nicht durchsetzen. Glücklicherweise investierte die Schweiz wenig in diese Entwicklungen. Der Ansatz, der einige Erfolgchancen haben könnte, ist die stochastische Simulation, mit welcher man realistischere aber komplexere Zielfunktionen berücksichtigen kann.

Die Messverfahren der Satellitengeodäsie als Beispiel eröffnen neue Horizonte in der geodätischen Arbeitswelt. Sie führen aber zu Messanordnungen, die einen grossen Einsatz von instrumentellen und personellen Mitteln erfordern. Stochastische Simulationen könnten einen interessanten Beitrag bei der Optimierung der Logistik solcher Operationen leisten. Im Ingenieurwesen spielen wirtschaftliche Überlegungen eine wichtige Rolle und jede Kostenreduktion erhöht die Erfolgchancen einer neuen Technologie.

## Die Modelle werden allgemeiner

Es könnte der Eindruck entstehen, dass die Leistungsfähigkeit des Computers nur eingesetzt würde, um bekannte numerische Operationen zu automatisieren und dass die Hauptbeschäftigung der Forschung die Wiederherstellung der verlorenen Übersicht über die Arbeit wäre. Dies stimmt selbstverständlich nicht.

Es wurde die naheliegende Möglichkeit ausgenutzt, dank dem Computer komplexere mathematische Modelle zu verwenden. Neben den 2-dimensionalen Berechnungsverfahren wurden 3-dimensionale Modelle entwickelt. Um die Kynematik der Erdkruste zu berücksichtigen, wurde sogar mit Vorteil die Zeit einbezogen. Die heutige integrierte Geodäsie versucht alle möglichen Beobachtungen in einem Lösungsansatz zu verknüpfen.

In der Photogrammetrie führte der Über-

gang von den optisch-mechanischen Lösungen zur digitalen Photogrammetrie zu ähnlichen Entwicklungen.

So verallgemeinerte Modelle enthalten immer mehr Parameter, die zu bestimmen sind, und die Interpretation mit intuitiven Verfahren genügt nicht mehr. Um die Modellannahmen zu überprüfen, benötigt man viele Beobachtungen und gut abgestimmte Testverfahren, die zum Teil noch entwickelt werden müssen.

## Der Computer verwaltet unsere Daten

Die ersten Anwendungen der Informatik hatten hauptsächlich das Ziel, numerische Hindernisse zu überwinden.

Aber mit der Zeit interessierte man sich immer mehr auch für die zweite Stärke des Computers: die leistungsfähige Verwaltung grosser Datenmengen.

Das Vermessungswesen sammelt und verwaltet in der Tat in Form von Plänen, Karten, Karteien und Verzeichnissen riesige Mengen von Informationen. Die Idee war naheliegend, sich vom Computer bei der Lösung dieser Aufgabe unterstützen zu lassen.

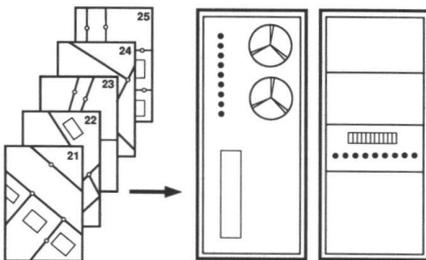


Abb. 5: Raumbezogene Informationssysteme

Insgesamt betrachtet, ist das Problem aber nicht so einfach zu lösen. Die traditionelle Arbeitsweise mit Karten und Plänen stützt sich auf Verfahren, die sich für eine Automatisierung nicht gut eignen.

Solange wir Graphiken erstellen, die man nur einmalig verwendet (einfache Projektpläne usw.), können wir die Techniken der Computer-Graphik einsetzen. So entstehen heute schnell und billig viele graphische Unterlagen für technische und administrative Anwendungen.

Wenn wir aber die geometrischen Informationen längere Zeit aufbewahren, nachführen und vielseitig verwenden wollen, genügt die einfache Zeichnung nicht mehr; wir müssen die Informationsinhalte strukturieren, langfristig speichern und verwalten. Dies verursacht einige Schwierigkeiten, und die Komplexität der Aufgabe steigt wesentlich.

Am Anfang der Entwicklung (vor ca. 20 Jahren) war es üblich, den ganzen Verarbeitungsprozess zu programmieren. Da die Anforderungen bescheiden waren,

konnten Datenverwaltung, Algorithmen und Datenstrukturen zusammen überblickt werden. Sie wurden gemeinsam analysiert und gemeinsam entwickelt. So sind die ersten Systeme für das Vermessungswesen in den 70er Jahren entstanden, die allerdings nur Teilaspekte der Datenverwaltung berücksichtigen.

Durch das Ansteigen der Komplexität muss man die Probleme unterteilen, um die Entwicklungskosten in einem tragbaren Rahmen zu halten. Bei der Realisierung von Informationssystemen findet man z.B. eine sinnvolle Trennung zwischen der aufgabenspezifischen Verarbeitung und der allgemein einsetzbaren Datenverwaltung, die in Form eines Datenbankverwaltungssystems im Handel erhältlich ist. Es schien zweckmässig, solche Systeme auch in unserem Anwendungsbereich einzusetzen, sobald man mit komplexen Datenstrukturen arbeiten will.

Welche Hindernisse dabei auftreten, erkennen wir schon bei einer oberflächlichen Betrachtung: die logischen Inhalte ei-

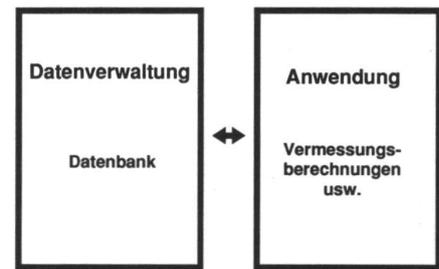


Abb. 6: Man kann die Entwicklung vereinfachen, indem Datenverwaltung und Anwenderprogramme getrennt werden

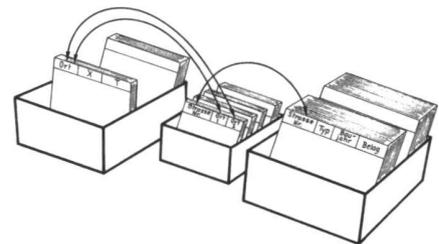


Abb. 7: Eine relationale Datenbank

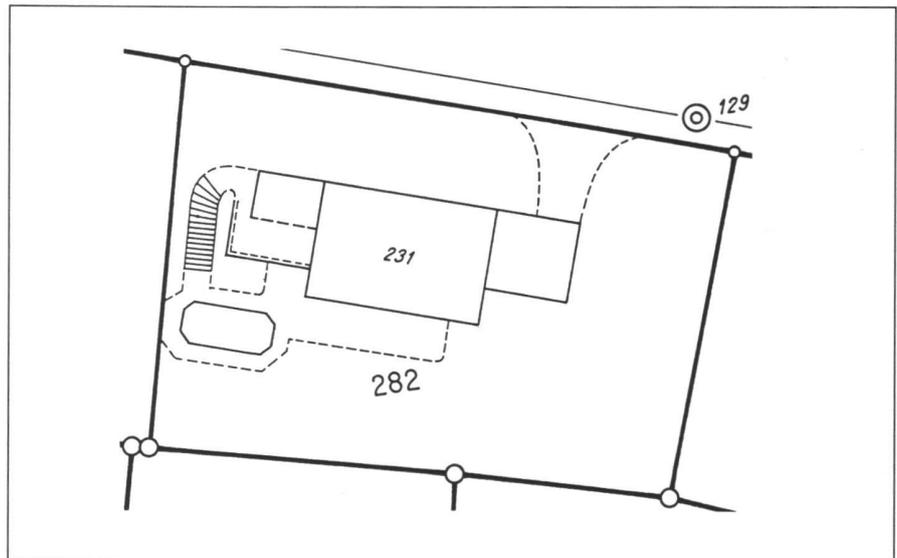


Abb. 8a: Technische Graphiken enthalten eine riesige Menge an impliziten Informationen

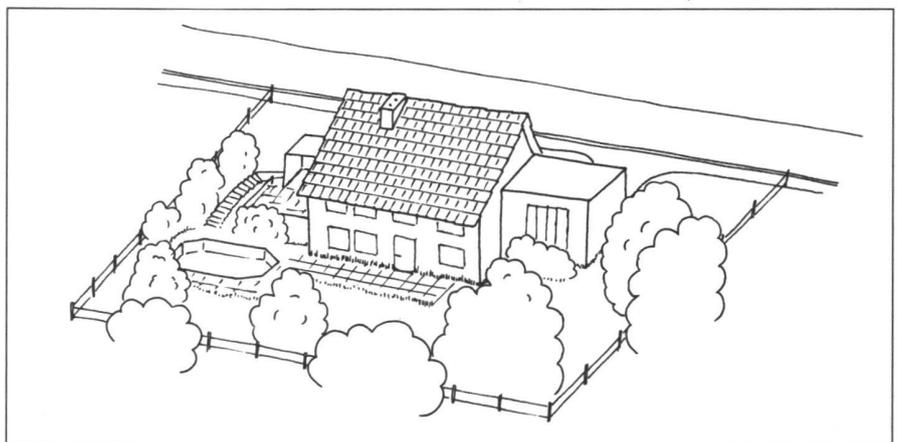


Abb. 8b: Die abgebildete Realität

# Partie rédactionnelle

ner Landeskarte lassen sich nicht so leicht mit einem Relationenmodell abbilden. Wir sollten uns von den einfachen Datenstrukturen der technischen Graphiken nicht täuschen lassen. Ein Katasterplan z.B. setzt sich aus sehr wenig Elementarsymbolen zusammen. Mit einigen dünnen, dicken oder gestrichelten Linien, ein paar Zahlen und Punktsymbolen wird aber eine sehr komplexe Wirklichkeit modelliert, die wir Menschen ohne Probleme interpretieren können.

Die impliziten und expliziten Informationen eines Planes oder einer Karte sind für uns lesbar, weil wir die spärlichen graphischen Elemente mit unserem persönlichen Wissen (Lebenserfahrung) kombinieren können; so «sehen» wir die Bedeutung der Graphik ohne viel denken zu müssen. Der Computer kann es (vorläufig) nicht. Die gespeicherten Informationen eines heutigen Datenbanksystems müssen explizit sein, wenn man sie automatisch auswerten will.

Dies gilt unter anderem auch für die Katasterpläne, die in ihrer scheinbaren Einfachheit eine sehr grosse Menge impliziter Informationen enthalten, so dass es nicht ohne weiteres gelingt, sie in vollem Umfang mit einem noch beherrschbaren Datenmodell zu beschreiben. Diese Komplexität kann von den üblichen Datenbanken, die im Handel angeboten werden, nicht verkraftet werden.

Es gibt dazu noch weitere Besonderheiten der Vermessungsarbeit, welche die Verwendung von Standard-Datenbankverwaltungssystemen stark einschränken:

- wir arbeiten mit komplexen Objekten
- die Transaktionen dauern lange
- die Konsistenzbedingungen sind komplex (sie verknüpfen mehrere Objekte)
- die Konsistenzbedingungen sind variabel (von der Arbeitsphase abhängig)
- wir möchten mit logischen und stochastischen Plausibilitätstests arbeiten (Fehlermeldungen, Warnungen)
- die Operationen benötigen und verändern grosse Datenmengen
- der Datenzugriff erfolgt aufgrund von raumbezogenen Bedingungen
- verschiedene Versionen der gleichen Objekte sind bis zum definitiven Entscheid zu verwalten.

Was tun, um diese Schwierigkeiten zu überwinden?

Man kann sich drei Hauptrichtungen für die Entwicklung vorstellen, und wenigstens die zwei ersten werden zur Zeit eingesetzt und laufend weiter erforscht.

a) Die Pläne oder Karten werden als rein graphische Darstellungen gespeichert, um jederzeit das Originalbild zu rekonstruieren (Computer-Graphik-Lösung). Die logischen Inhalte werden dem Computer weitgehend verborgen bleiben, und mit

den Daten kann man nicht automatisch bedeutungsbezogene Operationen durchführen. Der Mensch kann durch Betrachten der immer wieder erstellbaren graphischen Darstellungen selbstverständlich die Informationen in herkömmlicher Weise den Bildern entnehmen.

Typisch für diesen Ansatz sind die Techniken, die heute in der Kartographie mit Erfolg eingesetzt werden, bei welchen das kartographische Bild in Rasterform abgebildet wird.



**Abb. 9: Eine topographische Karte kann in Rasterform mit dem Computer aufbereitet werden**

Lösungen in der Vektorform werden für kartographische Darstellungen ebenfalls eingesetzt.



**Abb. 10: Man kann topographische Karten ebenfalls in Vektorform mit dem Computer aufbereiten.**

In der amtlichen Vermessung hat der Ansatz wenig Erfolg, da ohne strukturierte Informationen die Daten viel weniger einsetzbar sind. Die nach diesem Prinzip mit herkömmlichen CAD-Systemen angebotenen Lösungen eignen sich höchstens als Überbrückungsmassnahme, weil dabei eigentlich auf die Realisierung eines vollwertigen Informationssystems verzichtet wird.

b) Der zweite Ansatz verfolgt den umgekehrten Weg und nimmt sehr komplexe Datenstrukturen in Kauf.

Mit dem Ziel, möglichst viel Informationen zu speichern, werden immer bessere Datenmodelle entwickelt, um dem Computer implizite und explizite Planinformation zugänglich zu machen. So werden Grundelemente in komplexere Objekte gebunden, metrische und topologische Eigenschaften getrennt gespeichert, Nachbarschaftsbeziehungen sind abfragbar.

Die Daten können nicht mehr mit herkömmlichen Datenbanksystemen verwaltet werden. Man ist bereit, Nicht-Standard-Datenbanksysteme von Grund auf zu entwickeln oder Standard-Systeme mit zusätzlichen Schichten zu erweitern, damit die gewünschte Funktionalität erreicht wird. Daraus entstehen echte raumbezogene Informationssysteme, wie man sie sich im Rahmen der Reform der amtlichen Vermessung für die Zukunft in der Schweiz vorstellt.

Viele dieser Probleme verursachen auch die veralteten Eigenschaften der Datenverwaltungssysteme, welche die heutige Hardware-Leistung schlecht ausnützen. Eine bessere Anpassung der Datenverwaltungsfunktionen der Betriebssysteme könnte bereits eine starke Leistungssteigerung erbringen. Viele Schwierigkeiten werden sich in den nächsten Jahren fast von selbst entschärfen.

c) Eine dritte Entwicklungsrichtung kann zur Zeit nur skizziert werden. Die Idee ist, die Vorgänge der menschlichen Planinterpretation zu analysieren und zu versuchen, ähnliche Funktionen in Datenverwaltungssysteme einzubauen.

Es handelt sich hier um wissensbasierte Systeme, die ähnlich wie in einem Plan die Objekte mit wenig wesentlichen Elementen speichern. Weitere Informationen lassen sich mit Hilfe einer geeigneten Wissensdatenbank nach Bedarf und nach Wunsch herleiten.

Die Realität lässt sich natürlich nicht in ein einfaches Schema pressen; die tatsächliche Entwicklung berücksichtigt alle drei geschilderten Richtungen, Zwischenlösungen und Kombinationen verschiedener Modelle werden optimale Varianten darstellen.

Die heutige Tendenz geht in Richtung raumbezogene Informationssysteme mit heterogenen Datenformen, um möglichst schnell die vorhandenen Datenquellen verwenden zu können.

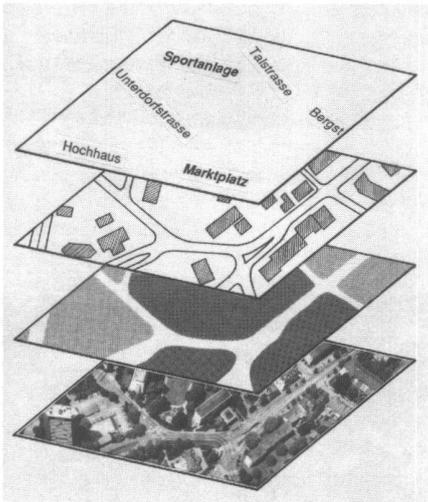


Abb. 11: Systeme mit heterogenen Datenformen

## Das Zeitproblem

Die Zeiträume, über die sich die Vermessungsarbeiten erstrecken, sind sehr lang. Unsere Arbeit überlebt Jahrhunderte, und wir können unsere Organisation nicht im gleichen Zeittakt wie in anderen Gebieten der Wirtschaft und Technik umstellen. In allen Gebieten der menschlichen Aktivität werden aber zur Zeit vermehrt Informatikmittel eingesetzt. Neue mathematische Verfahren erlauben, bei vielen Anwendungen Zeit und Geld zu sparen. So können heute Piloten in Simulatoren ausgebildet werden, man kann rechnerisch die akustische Umgebungslastung einer geplanten Eisenbahnlinie ermitteln, Fernmeldeverbindungen lassen

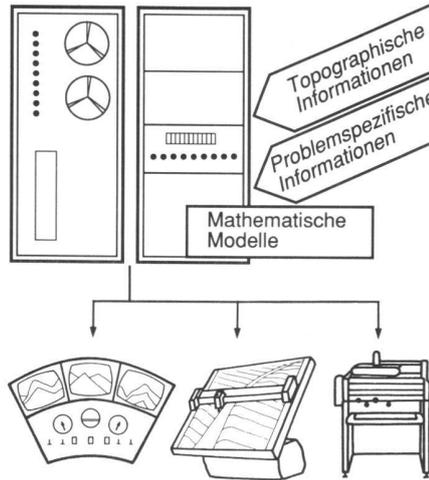


Abb. 13: Man benötigt immer mehr topographische Informationen in digitaler Form

sich mit mathematischen Modellen vorgängig überprüfen. Neben den problemspezifischen Daten benötigt man für viele solcher Probleme auch topographische Informationen. Die Nachfrage ist gross, aber die Vermessungsdaten sind mehrheitlich noch nicht computerlesbar. Sie sind in Form von nachgeführten Plänen vorhanden, aber ihre Umwandlung in computerinterpretierbare Daten ist sehr aufwendig. Wir können daher nicht vermeiden, dass wir hie und da unter Druck geraten. Wichtig ist, Ruhe zu bewahren und keine Entscheidung zu treffen, ohne eine genügend umfassende wirtschaftliche, technische, organisatorische und rechtliche Analyse der beabsichtigten Massnahmen.

Die Antwort unseres Berufes an die Herausforderung der Informatik ist die Reform der amtlichen Vermessung (RAV). Man wird damit die Voraussetzungen für die Integration des Vermessungswesens in einem umfassenden Informationssystem schaffen. Die Projektphase steht vor der Vollendung und die Realisierung wird die Geometer während einigen Jahrzehnten beschäftigen.

Im Bundesamt für Landestopographie ist das Projekt des digitalen Geländemodells der Schweiz recht fortgeschritten, so dass es in ein paar Jahren möglich sein wird, die Höhe der Erdoberfläche in unserem Land aus dem Computer flächendeckend zu erhalten.

Kantone, Gemeinden und Private haben in den letzten Jahren verschiedene Automationsprojekte realisiert, oder sind zur Zeit mit der Realisierung beschäftigt. Einige Aspekte der RAV werden dadurch im voraus wirksam getestet und als Dienstleistung angeboten.

## Die Aufgaben der Hochschulen

Die Hochschulen haben für die schweizerische Vermessung eine wesentliche Funktion auszuüben.

Die Verwirklichung der RAV und allgemein die Umstellung der Vermessung auf die neuen Informatikmittel bedeuten viel Forschungs- und Entwicklungsarbeit.

Die Vermessungsbetriebe sind in der Schweiz zu klein, um in Forschung und Entwicklung zu arbeiten. Abgesehen von der instrumentellen Komponente, in welcher unsere zwei weltbekannten Firmen Kern und Wild bemerkenswerte Arbeit leisten, sind die technischen Hochschulen die einzigen Institutionen, die systematisch Forschungsaufgaben in der Vermessungstechnik übernehmen können.

Für die Hochschulen ist das eine spannende Aufgabe, aber zugleich eine grosse Verantwortung, da die Berufskollegen in der Praxis neben der Entwicklung und Erprobung der Grundlagen in der Forschung auch die Umsetzung in brauchbare Werkzeuge, Verfahren und Modelle für die tägliche Arbeit erwarten.

Die Ausdehnung der Hochschultätigkeit wird dadurch wesentlich breiter als in Fachgebieten, in welchen eine starke Industrie für die Konkretisierung der Forschungsergebnisse sorgt.

Im schweizerischen Vermessungswesen muss die Hochschule die eigenen Ideen so weit entwickeln, dass man sie in die Arbeitsprozesse der Vermessungsbetriebe integrieren kann; nur so kann im Landesinnern ein unmittelbarer Nutzen aus der Forschungsarbeit entstehen.

Diese zusätzliche Belastung bietet aber eine grosse Chance: sie zwingt die Forscher anwendungsbezogen und interdisziplinär

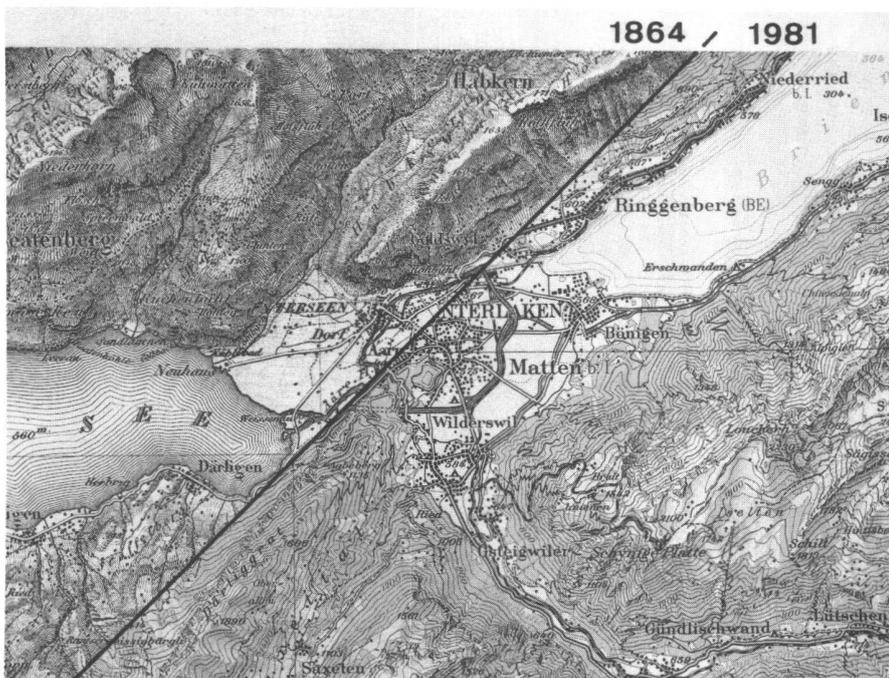


Abb. 12: Die Dufourkarte von 1864 passt sehr gut mit der modernen Landeskarte von 1981 zusammen. (Abb. 2 und 12: Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 15. 11. 1989.)

plinär zu arbeiten, erfordert die Entwicklung neuer Technologien, aber gleichzeitig auch entsprechende Anwendungsmethoden für die Lösung konkreter Aufgaben der Praxis sowie der notwendigen Schnittstellen zu den anderen Disziplinen.

Aus dieser Zusatzarbeit entsteht aber die Gewissheit, dass die Resultate der Forschung sinnvolle Fragen beantworten und brauchbare Ergebnisse erbringen. Die knappen finanziellen Mittel werden besser, gezielter und zur optimalen Befriedigung der Bedürfnisse unseres Landes eingesetzt.

## Schlussfolgerung

Die Entwicklung der letzten Jahrzehnte zeigt, dass sich Informatik und Vermessungswesen ausgezeichnet ergänzen.

Die Vorteile des Computers im numerischen Bereich führten bereits in den 60er Jahren zu einem technologischen Sprung nach vorne.

Die Computer-Unterstützung bei der Beurteilung der Ergebnisse erfordert etwas mehr Arbeit. Man kann heute vor allem dank den Fortschritten der mathematischen Statistik auch in diesem Bereich ausgezeichnete Verfahren einsetzen, die die numerischen Lösungen wirksam vervollständigen.

Die Automatisierung der Datenverwaltung im Vermessungswesen ist seit einiger Zeit sehr aktuell. Die Realisierung von geographischen Informationssystemen stellt eine grosse Herausforderung für unseren Beruf dar. Das Problem ist sehr komplex, weil sich einerseits die Strukturen raumbezogener Daten von den traditionellen Appli-

kationen unterscheiden, andererseits das Vermessungswesen mit viel längeren Zeitsmassstäben arbeitet als die anderen Wissensgebiete.

Wir werden die schwierigen Probleme, die uns bevorstehen, lösen. Dazu müssen aber alle, Unternehmer, Behörden, Systemhersteller und Hochschulen am gleichen Strick ziehen. Nur so haben wir eine Chance, unserem Land das Vermessungswesen von morgen innert nützlicher Frist zur Verfügung zu stellen.

Adresse des Verfassers:

Prof. Dr. A. Carosio  
Institut für Geodäsie und  
Photogrammetrie  
ETH-Hönggerberg  
ETH-8093 Zürich

---

## GPS-Messungen und Geoidbestimmung Aktuelle Geodynamik in Zentral- Griechenland und in der West-Hellenischen Subduktionszone

*H.-G. Kahle, St. Mueller, G. Veis, M. Müller, H. Billiris und P. Cross*

In der Phase II des ETH-Forschungsprojektes «Grundlagen und Anwendungen des satellitengestützten Navigationssystems NAVSTAR/GPS in der Geodäsie» wurde die Anwendung des U.S. Satellitensystems NAVSTAR/GPS auf dem Gebiet der Geodynamik untersucht. Einige Pilotversuche standen in direktem Zusammenhang mit aktuellen schweizerischen und internationalen Geodynamik-Projekten. Im vorliegenden internationalen Forschungsvorhaben, an dem sich Griechenland, Grossbritannien und die Schweiz beteiligen, kommen nun die bisherigen Erfahrungen in einem der seismisch aktivsten Gebiete Europas zur Anwendung: Durch wiederholte satellitengeodätische Messungen sollen Verschiebungsraten in Zentral-Griechenland und im Gebiet der westhellenischen Subduktionszone bestimmt werden. Ziel ist es, Kenntnis über die dortigen neotektonischen Deformationen der oberen Erdkruste zu gewinnen sowie den zeitlichen Aufbau der Spannungen zu studieren. Die Ergebnisse werden einen wesentlichen Beitrag zur Erdbebenvorhersageforschung in diesem Gebiet liefern. Der vorliegende Aufsatz beschreibt den gegenwärtigen Stand des vor kurzem begonnenen interdisziplinären und multinationalen Forschungsprogramms.

*Dans la deuxième phase du projet de recherche de l'EPFZ: «Théories et applications du système NAVSTAR/GPS en géodésie», les applications du système GPS dans le domaine de la géophysique furent étudiées. Un certain nombre d'expériences préliminaires, étroitement liées à des projets géodynamiques suisses ou internationaux ont fournis des connaissances approfondies applicables au présent projet. Rendu possible par une collaboration internationale entre l'Angleterre, la*

### 1. Der Forschungsrahmen

Die geowissenschaftliche Forschung hat in den vergangenen Jahren aufgezeigt, dass die kontinentalen Lithosphärenplatten nicht als starre Einheiten aufgefasst werden können. Nach den Erkenntnissen der globalen Plattentektonik gibt es im wesentlichen drei Bewegungs- und Deformationsvorgänge: (1) In einigen Zonen gleiten die Platten horizontal aneinander vorbei. (2) In anderen Gebieten kommt es zu Kollisionen oder (3) zum Auseinanderdriften. Das bekannteste Beispiel für horizontales Vorbeigleiten ist die San-Andreas-Verwerfung in Kalifornien. In der Türkei ist es die Nordanatolische Verwerfung, die im multidisziplinären ETH-Poly-Projekt «Tektonische Aktivität und ihre Wechselbeziehungen zu Grundwasserzirkulationssystemen, Geothermie und Seismik» bearbeitet werden soll. Während die Relativbewegung zwischen ozeanischen Platten in schmalen Zonen stattfindet, welche den Platten erlauben, sich ohne merkliche innere Deformation aneinander vorbeizubewegen, äussert sich die Relativbewegung zwischen kontinentalen Platten zumeist in Deformationen, verbunden mit Erdbeben und Verwerfungen der oberflächennahen Gesteinsschichten. Diese Deformationen können sich Hunderte bis Tausende von km über die Plattenränder hinaus ausdehnen: Ein Phänomen, das aufgrund der Verteilung von starken Erdbeben und quartären Faltungen in der indisch/asiatischen