

Department of Civil Engineering

SURVEYING ENGINEERING

Datenstrukturen von  
Massdaten

Andre Frank  
Benoit Studemann

Report No. 44

Dieses Papier wurde am IX. Internationalen Kurs  
für Ingenieurvermessung in Graz (Oesterreich)  
in September 1984 Vorgetragen.

Herr Dipl. ing. Benoit Studemann ist  
Mitarbeiter des Institutes für Geodäsie und  
Photogrammetrie der Eidgenössisch  
Technischen Hochschule Zürich, Schweiz

University of Maine at Orono  
103 Boardman Hall  
Orono, ME 04469

Frank, A. U., and B. Studemann. "Datenstrukturen Von Massdaten." Paper presented at the 9. Internationaler Kurs für Ingenieurvermessung, Graz, Austria, September 1984 1984.

# DATENSTRUKTUR VON MESSDATEN

André FRANK, Benoît STUDEMANN

## Zusammenfassung

Die in der Informatik, speziell der Datenbanktheorie, entwickelten Methoden zur Analyse von Datenstrukturen werden erklärt und auf das Problem Messdaten angewendet. Dazu werden die theoretisch möglichen Beziehungen zwischen den verschiedenen Elementen nach einem standardisierten Verfahren, dem Datenmodell, beschrieben. Das Ergebnis kann dann zum Generieren einer Messdatenbank verwendet werden, kann aber auch helfen, die Kompatibilität von geodätischen Programmen abzuklären.

## Summary

Methods developed in data base theory, a branch of computer science, are applied to analyse the structure of surveying field notes. This requires a theoretical discussion of possible relations between the different entities and results in an abstract description of the data structure using a formal data model. The data structure diagram can later be used to build up a data base, or, also, to support the investigations into the compatibility of geodetic programs.

## Résumé

Cet exposé présente les méthodes développées par l'informatique, principalement la théorie des banques de données, pour analyser la structure des données ainsi que leur application pour des mesures géodésiques. Les relations théoriques possibles entre les différents éléments sont décrites selon un procédé standardisé, le modèle des données. Le résultat peut ensuite servir à implémenter une banque de données mais aussi à aider lors des investigations sur la compatibilité de programmes géodésiques.

---

## 1. Einleitung

Messwerte bilden den Rohstoff der geodätischen Forschung und Praxis. Die Anzahl und Komplexität der Beobachtungen, die in einem Projekt verarbeitet werden, wird mit den modernen Messverfahren, mit dem zunehmenden Umfang der Projekte und mit der wachsenden Bedeutung, die die Dimension Zeit spielt, immer grösser. Deshalb wird die Speicherung und Verwaltung von Messdaten in Datenbanken immer wichtiger.

Dieser Aufsatz will allgemein untersuchen, wie man Messdaten zur Verarbeitung speichert und bereitstellt. Im Vordergrund steht dabei die Analyse

der Datenstruktur, wie sie beispielsweise in den Formularen, in den Feldbüchern, aber auch in den Programmen 'elektronisch registrierter Feldbücher' mehr oder weniger sichtbar enthalten ist. Aber auch bei der Erstellung von geodätischen Auswerteprogrammen kann eine klare Datenstruktur von Nutzen sein.

Der Begriff Messdaten wird dabei etwas weiter gefasst als er dem Praktiker vertraut ist: es werden darunter alle Daten verstanden, die für die Auswertung bereitgestellt werden müssen. Er umfasst auch die Beschreibungen von Punkten, Instrumenten-Eichwerten etc. Theoretische Analysen haben gezeigt, dass eine Trennung der Messdaten im engeren Sinne (d.h. der Ablesungen) von der Beschreibung der Messumstände nicht zweckmässig ist. Der Praktiker wird dies bestätigen: die Ablesungen sind im allgemeinen vollständig und verständlich notiert, was aber oft fehlt - und dann die Auswertung erschwert oder verunmöglicht - sind systematische Notizen über Begleitumstände der Messung, wie Signalisierung, Instrumentennummer, Witterung etc.

Im vorgesehenen Rahmen können nur die Grundlagen einer Diskussion über Messdatenstrukturen an einem beschränkten Beispiel dargestellt werden. In weiterführenden Arbeiten, die insbesondere in der Spezialstudiengruppe SSG 4.66 der Internationalen Association für Geodäsie vorgesehen sind, werden Anwendungen auch auf andere Formen von geodätischen Messungen einbezogen.

## 2. Datenstrukturen

Warum bereitet das Notieren von Messergebnissen in Formularen Schwierigkeiten? Abgesehen von alltäglichen Problemen wie steife Finger, Regen etc. ist es offenbar schwierig, die verschiedenen Beziehungen zwischen den erfassten Daten (das sind Zahlen, Buchstaben und Zeichen, die Messergebnisse, Nummern von Punkten oder Instrumenten darstellen) klar auszudrücken ohne dass zu viele Angaben unnötig wiederholt werden müssen.

Die traditionellen Formulare zum Notieren der Messdaten im Feld (Fig. 1) zeigen abstrakt, d.h. allgemein und ohne eine bestimmte Situation zu realisieren, die Struktur der darin zu erfassenden Daten.

Distanzmessungen															
Ort: _____				Distanzmesser Typ: _____				Nr.: _____							
Datum: _____				Theodolit Typ: _____				Nr.: _____							
Beobachter: _____				Barometer Typ: _____				Nr.: _____							
Sekretär: _____				Thermometer Typ: _____				Nr.: _____							
Station	Ziel	Instrument					Reflektor								
		Schiefe Distanz		$i_{D_m}$	$p_{mb}$	$t_{°C}$	Bemerkungen Zeit, Sicht, ...	$s_{D_m}$	$p_{mb}$	$t_{°C}$	Baro Nr.	Th. Nr.	Refl. Typ Anz.	Beob.	
1. Messung	2. Messung														
		m	m												

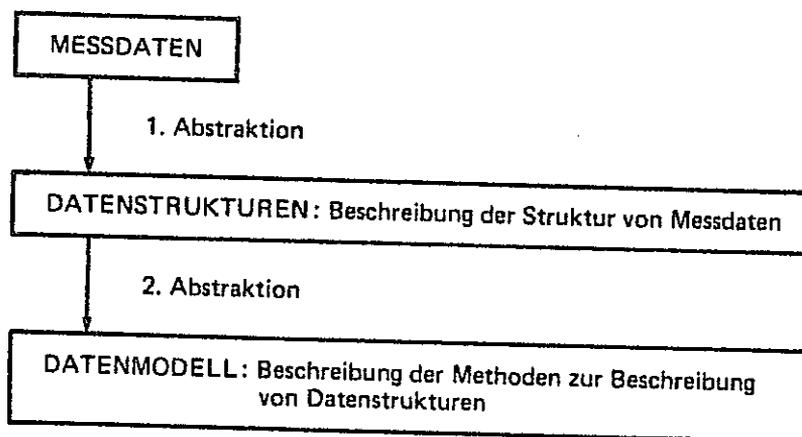
Figur 1

Die Datenstruktur kann im Beispiel der Fig. 1 folgendermassen beschrieben werden: zu einer Station werden mehrere Distanzmessungen zu verschiedenen Punkten, zusammen mit zusätzlichen Angaben über Temperatur etc., notiert.

In der Informatik, speziell in der Theorie der Datenbanken, werden solche Strukturen systematisch untersucht und Methoden zu deren Beschreibung entwickelt. Diese Methoden wollen wir nun auf unser Problem anwenden.

Zuerst müssen wir Begriffe einführen, damit wir die umgangssprachliche oder formularmässige Beschreibung der Datenstruktur klarer fassen können. Begriffssysteme zur abstrakten Beschreibung von Datenstrukturen werden Datenmodelle genannt [Zehnder 1981].

Im folgenden werden generell zwei Abstraktionsstufen unterschieden:



Figur 2

Es wurden in den letzten Jahren verschiedene Datenmodelle entwickelt [Codd 1970] [CODASYL 1971] [Chen 1976], von denen sich jedes für die Untersuchung bestimmter Fragen besonders eignet. Heute werden vor allem die Gemeinsamkeiten betont, und es gibt formale Methoden, mit denen man die eine Modellform in eine andere überführen kann.

Wir wählen für unsere Arbeiten ein sog. 'Entity-Set-Attribute' Modell, weil es besonders anschaulich grafisch dargestellt werden kann. Die Grundbegriffe in diesem Modell sind:

Die Entität: Eine Entität ist eine selbständige Einheit, entweder der Realität oder der Gedankenwelt [Zehnder 1981]. Beispielsweise sind einzelne Punkte, Instrumente, Personen Entitäten. Eine Entität ist also, vereinfacht ausgedrückt, ein abgegrenztes Objekt eines Modelles der realen Welt.

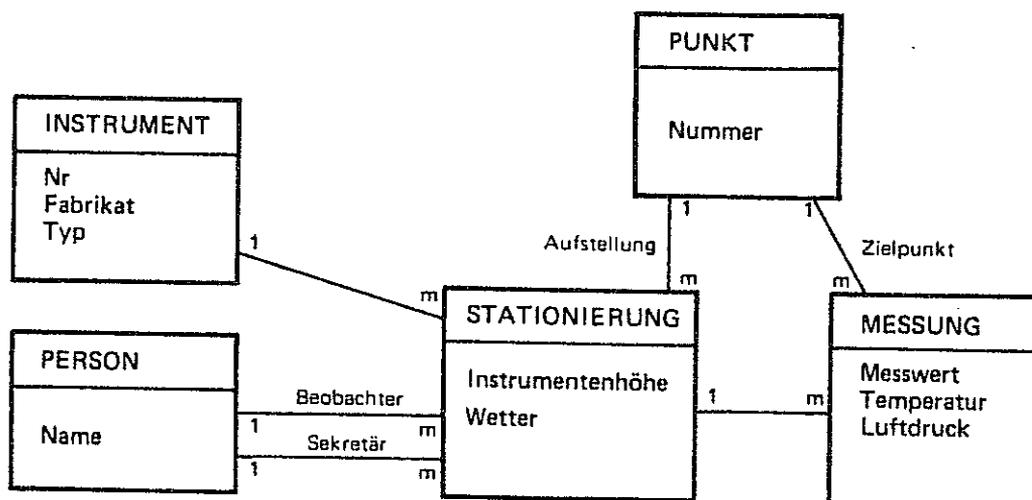
Das Attribut: Durch Attribute werden Eigenschaften von Entitäten näher beschrieben. Beispiele: Punktnummer, Instrumentenfabrikat, Instrumentenkonstanten.

Die Entitätsmenge: Entitäten mit gleichen oder ähnlichen Attributen, aber unterschiedlichen Attributswerten, fassen wir zu Entitätsmengen zusammen.

Das Set: Beziehungen zwischen Entitätsmengen werden als Set bezeichnet und können mit einem Namen gekennzeichnet werden. Im Beispiel der Figur 3 bestehen z.B. Beziehungen zwischen den Entitätsmengen Messung, Stationierung und Punkt; sie heissen Zielpunkt, Aufstellung usw.

Zur Darstellung von Datenstrukturen wählen wir im allgemeinen eine grafische Form, die die Beziehungen übersichtlich darstellt.

Entitätsmengen werden in Kästchen gesetzt, in denen ihr Name in GROSSBUCHSTABEN, ihre Attribute in Kleinbuchstaben geschrieben werden. (Wir beschränken uns in unseren Darstellungen jeweils auf die wichtigsten Attribute). Die Sets werden als Linien zwischen den Entitäten gezeichnet [Sievers 1983].



Figur 3

Um Beziehungen zu klassieren, prüft man, wieviele Entitäten der einen Art jeweils einer Entität der andern Art zugeordnet sein können; diese Angaben werden an den Enden der Set Linie angeschrieben (m und n sind entsprechende Zahlen).

Figur 3 drückt - unter anderem - folgende Sachverhalte aus:

- Die Entitätsmenge STATIONIERUNG ist an die Entitätsmenge PUNKT gebunden (Set: Aufstellung).
- Zu einer Stationierung gehört ein Instrument (dieses kann auf mehreren Stationen verwendet werden).
- Die Entitätsmenge Instrument ist charakterisiert durch die Attribute Fabrikat, Typ, Nummer usw.
- Für jede Stationierung notieren wir die Instrumentenhöhe und das Wetter.
- Die Messergebnisse werden von Personen notiert (Set Beobachter und Set Sekretär).

Diese Schilderung zeigt, wie solche Diagramme zu lesen sind. Sie sollte deutlich machen, dass die Darstellung in Figur 3 ein ganz bestimmtes Verhältnis der Entität STATIONIERUNG festlegt, das nun der Diskussion und anschliessend der formalen Behandlung in einem programmierten System zugänglich gemacht werden kann.

Die Datenbank-Theorie hat, besonders durch das Studium des relationalen Datenmodells, eine Reihe von Regeln, sogenannten Normalisierungsregeln, entwickelt, die beim Entwurf von Datenstrukturen beachtet werden müssen, um später Schwierigkeiten bei der Benützung der so strukturierten Daten zu vermeiden [Frank 1983].

Der beschränkte Raum verbietet ein weiteres Eingehen auf diese Regeln. Immerhin sei angemerkt, dass der Entscheid, ob eine 'Variable' eine Entität oder bloss ein Attribut sei, von bestimmten Umständen abhängig ist und allenfalls von einer der Regeln erzwungen wird.

Ein näheres Studium des Strukturschemas in Figur 3, das noch sehr unvollständig ist, macht vielleicht verständlich, warum das Notieren von geodätischen Messungen schwierig ist.

### 3. Struktur geodätischer Messungen

Zur Analyse der Datenstrukturen in geodätischen Messungen stehen zwei Wege offen: wir können bestehende Datensammlungen (z.B. Feldbücher) untersuchen, um Strukturen zu entdecken; oder wir können rein theoretisch über die Beziehungen in geodätischen Messungen nachdenken. Hier wird der zweite Weg gewählt: nachher werden die so erdachten Datenstrukturen in der praktischen Anwendung überprüft.

Ein solches Vorgehen empfiehlt sich umso mehr, als in den Feldbüchern oft wichtige Umstände der Messung nicht erfasst, sondern nur in den Köpfen der Bearbeiter gespeichert sind - mit entsprechenden Folgen für spätere Bearbeiter.

Eine geodätische Messung - hier sinngleich mit dem Begriff Beobachtung verwendet (vgl. eine abweichende Definition in [Baarda 1962] - besteht darin, einen Messwert festzustellen, der einen bestimmten physikalischen Sachverhalt beschreibt (z.B. Distanz zwischen zwei Punkten). Es handelt sich dabei um Messungen von Zuständen an einem Punkt oder um Messungen zur relativen Lage von zwei oder mehreren Punkten. Der Beschreibung zusätzlicher Umstände während der Messung kommt bei der späteren Verarbeitung oft entscheidende Bedeutung zu.

Wir wollen uns nun zunächst der Messung von Zuständen, die sich auf einen Punkt beziehen (z.B. Schwerewert) zuwenden, und dann anschliessend die Messungen zwischen Punkten behandeln.

#### 3.1

##### Messungen von Ein-Punkt-Grössen

Eine Messung einer Ein-Punkt-Grösse umfasst im wesentlichen fünf wichtige Elemente:

- der Punkt, auf den sich die Messung bezieht
- das benützte Instrument
- der Zeitpunkt/Zeitraum der Messung
- die beteiligten Personen
- der abgelesene Messwert.

#### 3.11

##### Beschreibung des Punktes

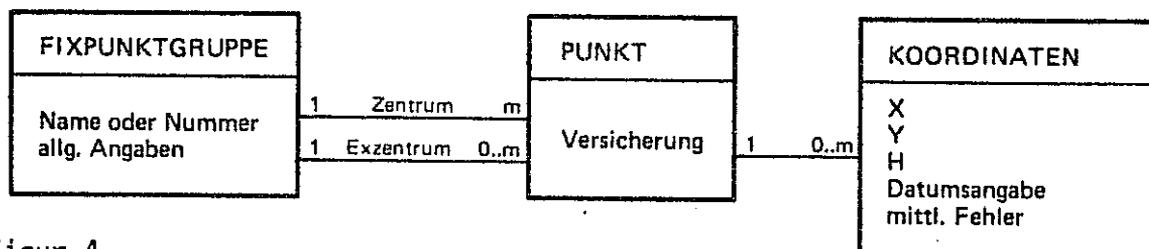
Als geodätischen Punkt bezeichnen wir einen festen, wiederauffindbaren Punkt der Erdoberfläche. Der Punkt kann 'zentrisch' durch eine spezielle Marke gekennzeichnet und/oder durch eine Anzahl 'exzentrischer' Marken re-

konstruierbar sein. Wir verwenden hier das Wort 'Fixpunkt(gruppe)' zur Bezeichnung eines einzelnen Punktes oder einer Punktgruppe. Dabei ist ein ausgezeichneter Punkt das Zentrum, die übrigen Punkte sind Exzentren. (Ein einfacher Triangulationspunkt ist nach dieser Terminologie Punkt und gleichzeitig Zentrum).

Fixpunkte brauchen zu ihrer Kennzeichnung eindeutige Bezeichnungen (z.B. eine Nummer). Die Exzentren in einer Fixpunktgruppe sind mit Zusätzen zur Punktbezeichnung eindeutig zu bezeichnen.

Die Messungen im engeren Sinn beziehen sich im allgemeinen aus konstruktiven Gründen auf einen Punkt, der im Innern des Instrumentes liegt (im folgenden mit Instrumentenzentrum bezeichnet). Im Normalfall sind aber geodätische Instrumente beweglich, und eine vom Instrument unabhängige Kennzeichnung der geometrischen Beziehung zum entsprechenden Fixpunkt ist erforderlich.

Im allgemeinen werden für Punkte Koordinaten bestimmt. Es ist zu empfehlen, diese nicht als Attribute der Punkte festzulegen, sondern als eigene Entitäten. Einer der Gründe dafür ist, dass für einen Punkt oft mehr als ein Koordinatensatz gelten kann. Unterschiedliche Koordinaten beziehen sich beispielsweise auf verschiedene Netzlagerungen (Datumsproblem). Der klaren Bezeichnung der verschiedenen Koordinaten ist Beachtung zu schenken.



Figur 4

Die einmalige, nicht exakt wiederholbare Aufstellung eines Instrumentes wird als 'Stationierung' bezeichnet. Sie besteht aus

- dem Verweis auf das verwendete Instrument
- dem Verweis auf den Punkt, auf den sich die Messung bezieht
- der Beschreibung der geometrischen Beziehungen zwischen Punktzentrum und Instrumentenzentrum (im einfachsten Fall der 'zentrischen' Aufstellung ist dies die Instrumentenhöhe allein)
- Zeitintervall (Beginn, Ende) dieser Stationierung. Diese Zeitangabe kann auch durch eine laufende Stationierungsnummer ersetzt werden.

Später wird der Begriff Stationierung auf Signale und Reflektoren erweitert und Signal- oder Reflektor-Aufstellungen als Stationierungen betrachtet.

### 3.12

#### Instrumentenbeschreibung

Im Felde genügt eine eindeutige Instrumentennummer. Für Auswertungen hingegen sind zusätzliche Angaben über das Instrument erforderlich: Ableseinheiten (grad, gon), Korrekturen (additive, multiplikative etc.). Un-

glücklicherweise sind letztere oft zeitabhängig, so dass zu einem Instrument gegebenenfalls mehr als eine Gruppe von Korrekturen gespeichert werden muss.



Figur 5

### 3.13

#### Zeitpunkt/Zeitraum der Messung

Je nach Mess- und Auswertemethode ist der Zeitpunkt der Messung genauer oder weniger genau zu erfassen. Die Zeit ist nicht nur erforderlich, um Messwerte, die sich mit der Zeit verändern, interpretieren zu können, sondern auch und besonders, um allenfalls 'gleichzeitig' durchgeführte Messungen einander zuordnen zu können.

### 3.14

#### Person

Es entspricht alter Tradition, festzuhalten, wer eine Messung ausgeführt hat. Nur selten sind diese Angaben für die numerische Auswertung direkt erforderlich (ausnahmsweise: persönliche Korrekturwerte für Ablesungen); sie helfen eher bei der Abklärung von Unklarheiten und beim Suchen von Fehlern.

### 3.15

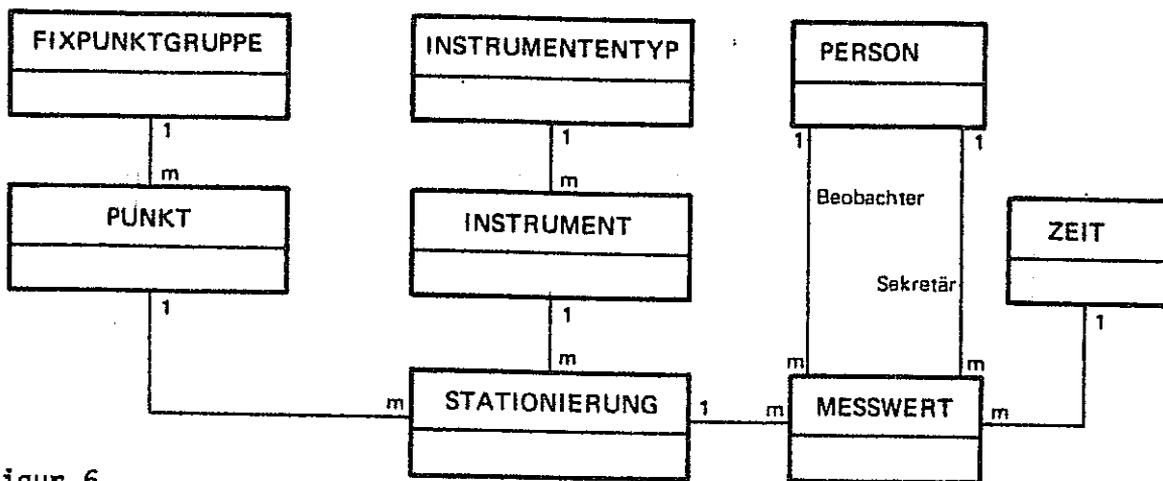
#### Messwert

Der Messwert ist die Realisation der betreffenden Zufallsvariablen. Er besteht in der Regel aus einem abgelesenen Zahlenwert.

### 3.16

#### Datenstruktur

Zusammengefasst ergibt sich für den (vereinfachten) Messvorgang einer Ein-Punkt-Messung die folgende Datenstruktur:



Figur 6

### 3.2

#### Messungen von Zwei- und Mehr-Punkt-Größen

Neben der Messung von Ein-Punkt-Größen gibt es geodätische Messverfahren, welche die Eigenschaften der gegenseitigen Lage von zwei Punkten bestimmen (z.B. Distanzmessung, Nivellement). Noch andere Messverfahren verknüpfen mehrere Punkte miteinander (z.B. Winkelmessung, Richtungsmessung).

#### 3.21

##### Messungen zwischen zwei Punkten

Zu den Daten für eine Messung auf einem Punkt kommen nun Daten über den Zielpunkt hinzu. Da ja nur in Ausnahmefällen die Marke des Zielpunktes direkt anvisiert wird, ist im allgemeinen eine Signalisierung notwendig. Diese können wir ebenfalls als Stationierung interpretieren. Das 'Instrument' ist dann ein bestimmtes Signal eines bestimmten Typs, oder ein Reflektor mit bestimmten Konstanten.

#### 3.22

##### Messungen zwischen mehreren Punkten

Bei bestimmten geodätischen Messanordnungen werden mehrere gleichartige Einzelmessungen nach verschiedenen Zielpunkten miteinander verknüpft. Als Beispiel diene die Richtungsmessung in 'Sätzen'. Wir verbinden solche Messungen zu Messgruppen, denen z.B. die Orientierung des Teilkreises gemeinsam ist.

### 3.3

#### Vereinfachte Datenstruktur für Messungen

Die Verallgemeinerungen durch Mehr-Punkt-Größen und Messgruppen führen auf folgende, immer noch stark vereinfachte Datenstruktur:



#### 4. Anwendung

Eine theoretisch erarbeitete Datenstruktur sollte nun allen Verfahren zur Aufzeichnung (Speicherung) und Aufbereitung von Messdaten zugrunde gelegt werden, unabhängig davon, ob sie traditionell mit 'Papier und Bleistift' erhoben oder 'automatisch registriert' werden. Das ist vor allem aber Voraussetzung für datenbankorientierte, integrierte Messdatenerfassungs- und Aufbereitungssysteme, die zunehmende Bedeutung erhalten werden. Die Datenbank wird zum 'Archiv', in dem Daten systematisch - auch in der Zeitkoordinate - nach einer vorgegebenen Struktur geordnet 'gelagert' werden. Ueber besondere Programm-Module kann man sie abfragen, 'bewirtschaften' (d.h. nachführen) oder für die Auswertung in Anwenderprogrammen aufbereiten.

Es drängt sich beinahe auf, den Begriff des mathematischen Modelles einer Auswertung durch das Modell der Datenstruktur zu ergänzen und damit den organisatorischen Gesichtspunkt in ein Projekt einzubeziehen.

Die Datenbank bildet also den Kern eines integrierten Systems, indem dort, von den Anwendungsprogrammen sauber getrennt, die Daten entsprechend dem gewählten Datenbankschema (z.B. nach Figur 8) verwaltet werden. Die Datenbank sorgt dabei selbständig dafür, dass gewisse vorher festgelegte Bedingungen eingehalten werden (z.B. dass Messungen nach nicht deklarierten Punkten gemeldet werden, was eine erste Kontrolle gegen falsche Punktnummern bedeutet). Solche Konsistenzbedingungen verlangen eine weitere Verfeinerung der Datenstruktur. Die Datenbank kann auch die Struktur der gespeicherten Daten und ihre Formate automatisch aufzeigen, so dass sie von den Anwenderprogrammen angemessen ausgewählt und angepasst werden können.

Schliesslich kann die Datenstruktur, wie wir sie erarbeitet haben, zur automatischen Generierung von Dialogprogrammen, die der Abfrage dienen, verwendet werden. Die formale Darstellung der Datenstruktur hilft aber auch bei der Erstellung der Auswerteprogramme. Schon Jackson [Jackson 1976] hat darauf hingewiesen, dass Programmstruktur und Datenstruktur für ein bestimmtes Problem grosse Aehnlichkeiten aufweisen müssen.

Für bestimmte Anwendungsgebiete, wie Grundstücksvermessung, Verschiebungsmessungen usw. sind angemessene Vereinfachungen zweckmässig; z.B. wird man meist nicht für jede Distanzmessung Temperatur und Luftdruck messen, oder es sind andere Korrekturen vernachlässigbar. Das Datenstrukturschema, wie es vorne entwickelt wurde, ist ein Uebersicht schaffendes Mittel, um systematisch vergleichend zu prüfen, welche Programme für bestimmte Zwecke anwendbar sind. Wird für die Datenerfassung ein 'elektronisch registriertes Feldbuch' verwendet, so kann man die Datenstruktur der Ausgabe der entsprechenden Datenaufbereitungsprogramme mit dem Datenstrukturschema des in Frage kommenden Anwenderprogrammes vergleichen; dieser Vergleich führt zu einer klaren Beurteilung wie einfach oder schwierig der Anschluss dieses Programmes an das vorhandene Datenaufbereitungsprogramm sein wird. Wenn die Datenstrukturen stark voneinander abweichen, so muss mit einem beträchtlichen Programmaufwand gerechnet werden.

Die erläuterten Ueberlegungen zur Strukturierung von Messdaten wurden am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der Eidg. Technischen Hochschule Zürich erfolgreich auf die Erfassung und Aufbereitung von Triangulationsmessungen angewendet. Das Programmsystem DATAUF [Späni 82] vereinigt eine programmunabhängige Datenbeschreibung mit benützerfreundlicher, interakti-

ver Datenaufbereitung [Kuhn 83]; es wurde auf einem Kleinsystem implementiert.

Als Hauptvorteile ergaben sich

- eine frühzeitige Fehlererkennung
- vollständige und zuverlässige Daten
- übersichtliche Dokumentation (Output)
- einfache Archivierung (Disketten)
- Zeitersparnis.

Das Programmpaket wird gegenwärtig für die Erfassung automatisch registrierter Daten erweitert.

## 5. Zusammenfassung

In diesem Beitrag wird die Datenstruktur von Vermessungsdaten mit den Methoden der Datenbanktheorie untersucht. Die gefundene Struktur entspricht weitgehend der bisherigen Praxis. Die gezeigte formale Behandlung macht die gewonnenen Erkenntnisse der automatischen Datenverarbeitung nutzbar, und zwar unabhängig von Hard- und Softwareprodukten. Derartige Darstellungen von Daten in bestehenden Datensammlungen oder von Eingabedaten für bestehende Auswerteprogramme können helfen, Kompatibilitäten zwischen Programmen zu untersuchen.

## 6. Literatur

- /1/ Baarda 62 : Baarda, W., Alberta J.E.: The connection of geodetic adjustment procedures with methods of mathematical statistics, Bulletin Géodésique No. 66, Décembre 1962, p. 325.
- /2/ Chen 76 : Chen, P.: The entity-relationship model: toward a unified view of data, ACM TODS Vol. 1, 1976, p. 9.
- /3/ Codasy1 71 : Codasy1 Data Base Task Group (DBTG), report, April 1971.
- /4/ Codd 71 : Codd, E.F.: Normalized data base structure: a brief tutorial, in: 1971 ACM SIGFIDET, Workshop on Data Description, Access and Control, p. 1.
- /5/ Frank 83 : Frank, A.: Datenstrukturen für Landinformationssysteme: semantische, topologische und räumliche Beziehungen in Daten der Geo-Wissenschaften, ETH-Zürich, IGP, Mitteilungen Nr. 34.
- /6/ Jackson 76 : Jackson, M.A.: Data structure as a Basis for program design, Structured programming: Infotech state of the art report, Infotech International, 1976.
- /7/ Kuhn 83 : Kuhn, W., Späni, B., Frank, A.: Ein anpassungsfähiges Konzept für die Datenaufbereitung mit Kleinsystemen, ETH Zürich, IGP, Bericht Nr. 66, 1983.

- /8/ Sievers 83 : Sievers, B.: Empfehlungen der SVVK-Automationskommission zur Darstellung logischer Datenstrukturen, (dt, f), Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, September 1983, p. 318.
- /9/ Späni 82 : Späni, B.: Datauf: Datenerfassung und Datenaufbereitung von Originalbeobachtungen terrestrischer Triangulationen, ETH Zürich, IGP, Bericht Nr. 63, 1982.
- /10/ Zehnder 81 : Zehnder, C.A.: Informationssysteme und Datenbanken, Verlag der Fachvereine, Zürich, 1981.

Adresse der Autoren

Dr. A. Frank, University of Maine at Orono, Department of Civil Engineering, 103 Boardman Hall, Orono ME 04469, USA.

B. Studemann, Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, Eidgenössische Technische Hochschule Hönggerberg, CH-8093 Zürich.

REPORT: Surveying Engineering Publications and Reprints

The following reports were published and are available upon request

1. Defining the Celestial Pole, A. Leick, Manuscripta Geodetica, Vol. 4, No. 2.
2. A New Generation of Surveying Instrumentation, A. Leick, The Maine Land Surveyor, Vol. 79, No. 3.
3. The Teaching of Adjustment Computations at UMO, A. Leick, The Maine Land Surveyor, Vol. 79, No. 3.
4. Spaceborne Ranging Systems - A useful tool for network densification, A. Leick, The Maine Land Surveyor, Vol. 80, No. 1.
5. Potentiality of Lunar Laser Range - Differencing for Measuring the Earth's Orientation, A. Leick, Bulletin Geodesique.
6. Crustal Subsidence in Eastern Maine, D. Tyler, J. Ladd and H. Borns; NUREG/CR-0887, Maine Geological Survey, June 1979.
7. Land Information Systems for the Twenty-First Century, E. Epstein and W. Chatterton, Real Property, Probate and Trust Journal, American Bar Association, Vol. 15, No. 4, 890-900 (1980).
8. Analysis of Land Data Resources and Requirements for the City of Boston, Epstein, E.F., L.T. Fisher, A. Leick and D.A. Tyler, Technical Report, Office of Property Equalization, City of Boston, December 1980.
9. Legal Studies for Students of Surveying Engineering, E. Epstein and J. McLaughlin, Proceedings, 41st Annual Meeting, American Congress on Surveying and Mapping, Feb. 22-27, 1981, Washington, D.C.
10. Record of Boundary: A Surveying Analog to the Record of Title, E. Epstein, ACSM Fall Technical Meeting, San Francisco, Sept. 9, 1981.
11. The Geodetic Component of Surveying Engineering at UMO, A. Leick, Proceedings of 41st Annual Meeting of ACSM, Feb. 22-24, 1981.
12. Use of Microcomputers in Network Adjustments, A. Leick, ACSM Fall Technical Meeting, San Francisco. Sept. 9, 1981. (co-author: Waynn Welton, Senior in Surveying Engineering).
13. Vertical Crustal Movement in Maine, Tyler, D.A. and J. Ladd, Maine Geological Survey, Augusta, Maine, January 1981.
14. Minimal Constraints in Two-Dimensional Networks, A. Leick, Journal of the Surveying and Mapping Division (renamed to Journal of Surveying Engineering), American Society of Civil Engineers, Vol. 108, No. SU2, August 1982.

15. "Storage Methods for Space Related Data: The FIELD TREE", A. Frank in: MacDonalld Barr (Ed.) Spatial Algorithms for Processing Land Data with a Minicomputer. Lincoln Institute of Land Policy 1983.
16. "Structure des données pour les systèmes d'information du territoire", (Data Structures for Land Information Systems), A. Frank in: Proceedings 'Gestion du territoire assistée par ordinateur's, November 1983, Montreal.
17. "Semantische, topologische und räumliche Datenstrukturen in Landinformationssystemen (Semantic, topological and spatial data structures in Land Information Systems) A. Frank and B. Studenman, FIG XVII Congress Sofia, June 1983. Paper 301.1.
18. Adjustment Computations, A. Leick, 250 pages.
19. Geometric Geodesy, 3D-Geodesy, Conformal Mapping, A. Leick.
20. Text for the First Winter Institute in Surveying Engineering, A. Leick, D. Tyler, 340 pages.
21. Adjustment Computations for the Surveying Practitioner, A. Leick, (co-author: D. Humphrey, Senior in Surveying Engineering).
22. Advanced Survey Computations, A. Leick, 320 pages.
23. Surveying Engineering Annual Report, 1983-84.
24. Macrometer Satellite Surveying, A. Leick, ASCE Journal of Surveying Engineering, August, 1984.
25. Geodetic Program Library at UMO, A. Leick, Proceedings, ACSM Fall Convention, San Antonio, October, 1984.
26. GPS Surveying and Data Management, A. Leick, URISA Proceedings, Seattle, August, 1984.
27. Adjustments with Examples, A. Leick, 450 pages.
28. Geodetic Programs Library, A. Leick.
29. Data Analysis of Montgomery County (Penn) GPS Satellite Survey, A. Leick, Technical Report, August, 1984.
30. Macintosh: Rethinking Computer Education for Engineering Students, A. Frank, August, 1984.
31. Surveying Engineering at the University of Maine (Towards a Center of Excellence), D. Tyler and E. Epstein, Proceedings, MOLDS Session, ACSM Annual Meeting, Washington, March, 1984.
32. Innovations in Land Data Systems, D. Tyler, Proceedings, Association of State Flood Plain Managers, Annual Meeting, Portland, Maine, June 1984.

33. Crustal Warping in Coastal Maine, D. Tyler et. al., *Geology*, August, 1984.
34. St. Croix Region Crustal Strain Study, D. Tyler and A. Leick, Technical Report submitted to the Maine Geological Survey, June 1984.
35. Applications of DBMS to Land Information Systems, A. Frank, in: C. Zaniolo, C. Delobel (Ed.), *Proceedings, Seventh International Conference on Very Large Databases, Cannes (France), September, 1981.*
36. MAPQUERY: Database Query Language for Retrieval of Geometric Data and Their Graphical Representation, A. Frank, *Computer Graphics* Vol. 16, No. 3, July 1982, p. 199 (Proceedings of SIGGRAPH '82, Boston).
37. PANDA: A Pascal Network Data Base Management System, A. Frank, in: G.W. Gorsline (Ed.), *Proceedings of the Fifth Symposium on Small Systems, (ACM SIGSMALL), Colorado Springs (CO), August, 1982.*
38. Conceptual Framework for Land Information Systems - A First Approach, A. Frank, paper presented to the 1982 Meeting of Commission 3 of the FIG in Rome (Italy) in March 1982.
39. Requirements for Database Systems Suitable to Manage Large Spatial Databases, A. Frank, in: Duane F. Marble, et. al., *Proceedings of the International Symposium of Spatial Data Handling, August, 1984, Zurich, Switzerland.*
40. Extending a Network Database with Prolog, A. Frank, in *First International Workshop on Expert Databases Systems, October, 1984, Kiawah Island, SC.*
41. The Influence of the Model Underlying the User Interface: A Case Study in 2D Geometric Construction, W. Kuhn and A. Frank.
42. Canonical Geometric Representations, A. Frank
43. Computer Assisted Cartography - Graphics or Geometry, A. Frank, *Journal of Surveying Engineering, American Society of Civil Engineers, Vol. 110, No. 2, August 1984, pp 159-168.*
44. Datenstrukturen von Messdaten, A. Frank and B. Studemann, paper presented at IX International Course for Engineering Surveying (Graz, Austria) September 1984.