

Frank, A. U. "Landinformationssysteme - Theoretische Und Praktische Probleme." Paper presented at the 16. International Congress, Montreux, Switzerland 1981.

FIG XVI. INTERNATIONAL CONGRESS  
MONTREUX, SWITZERLAND, 1981

305.1

---

LANDINFORMATIONSSYSTEME - THEORETISCHE UND PRAKTISCHE PROBLEME

A. FRANK

---

ZUSAMMENFASSUNG

Die Architektur eines Landinformationssystem-Programmpaketes, dessen einzelne Teile und Funktion werden beschrieben und das Zusammenwirken erklärt. Eine klare Gliederung erleichtert den langfristigen Unterhalt und die Erweiterung eines solchen Systemes; die einzelnen Teile sollen bausteinartig zusammengesetzt werden können. Wichtig scheint die Abstützung auf ein standardisiertes Datenbanksystem und eine höhere Programmiersprache. Damit wird die Transportabilität auf Anlagen anderer Hersteller erhöht.

SUMMARY

The architecture of the programme for a land information system, its modules and their function are described. A correct modularisation makes maintenance easier and allows extension of present functions: the different modules should freely be combined. It is important to build such a system on a standardized data base management system and a higher level programme language in order to permit transfer to different computers.

RÉSUMÉ

Le présent article décrit l'architecture d'un programme pour un système d'information du territoire, ses modules et leurs fonctions. Une structure claire facilite l'entretien à long terme et l'extension du système; les différents modules doivent pouvoir être combinés librement. Il est important de concevoir un tel système sur un système de banque de données standard, de manière à accroître les possibilités de transfert sur d'autres installations.

Dazu eignet sich eine Aufteilung in Schichten, die klar abgegrenzte Funktionen übernehmen und sich dabei der Funktionen der darunterliegenden Schichten bedienen; zwischen diesen Schichten existieren Schnittstellen.

## 2.1 Schichten

Jede Schicht repräsentiert eine bestimmte Abstraktionsstufe. Sie behandelt Daten-Objekte dieser Abstraktionsstufe, indem sie diese in Daten-Objekte niedriger Abstraktionsstufe zerlegt. Dabei nimmt die obere Schicht Dienstleistungen der tieferen Schicht für die Behandlung der Daten-Objekte niedriger Abstraktionsstufen in Anspruch /ISO 79/.

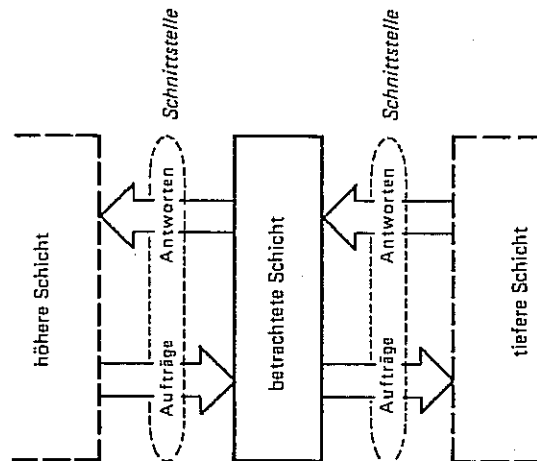


Fig. 1

## 1. EINLEITUNG

Landinformationssysteme können in einem sehr breiten Bereich zur Verwaltung von raumbezogenen Daten eingesetzt werden /Eichh 78/. Die bisherige Diskussion lässt klar erkennen, dass nur Systeme, die durch elektronische Datenverarbeitung unterstützt werden, den heutigen, breit gefächerten Ansprüchen genügen können.

Geht man davon aus, dass ein Landinformationssystem eine Einrichtung ist, an welche Benutzer Fragen stellen und welche die gewünschten Daten liefert, um diese Fragen zu beantworten, ergeben sich verschiedene Probleme:

- Welche Daten werden gespeichert, damit sie für Antworten zur Verfügung stehen?
- Damit hängt eng zusammen:
  - Welche ethischen, politischen oder wirtschaftlichen Folgen hat die Speicherung dieser Daten?
- Aber auch:
  - Wozu lassen sich Landinformationssysteme einsetzen?
  - Welche organisatorisch-betrieblichen Probleme entstehen beim Einsatz eines Landinformationssystemes?

Diese Fragen sollen hier nicht weiter behandelt werden, nicht etwa, weil sie nicht wichtig wären, sondern damit einige theoretische und praktische Aspekte der Frage "wie ist ein EDV-Landinformationssystem zu gliedern?" eingehender untersucht werden können.

Dieser Aspekt der Gliederung wird in der Terminologie der Informatik üblicherweise als Architektur eines Systemes bezeichnet und umfasst alle Fragen der Unterteilung eines Systemes in Subsysteme mit bestimmter Funktion und deren Zusammenwirken.

Es ist damit klargestellt, dass die folgenden Darstellungen weder einseitig aus der Sicht des Benutzers noch aus derjenigen des Betreibers eines Landinformationssystemes erfolgt /Conze 80/; es ist der Standpunkt des Erstellers eines LIS-Programmsystems, das nachher vom Betreiber mit Daten gefüllt werden kann und vom Benutzer zur Beantwortung seiner Fragen verwendet werden kann.

Entsprechend diesem Standpunkt ergibt sich eine Konzentration auf EDV-technische Aspekte. Dennoch soll versucht werden, eine allgemeinverständliche Form zu finden.

Die Auseinandersetzung mit diesen Problemen beruht auf der Überzeugung, dass der Vermessungsingenieur nicht nur als Benutzer oder Betreiber eines Landinformationssystemes wichtige Aufgaben zu erfüllen hat, sondern auch bei der Erstellung beteiligt sein muss.

## 2. GRUNDSÄTZE

Größere EDV-Systeme, und dazu gehört ein Landinformationssystem bestimmt, müssen logisch-funktional gegliedert werden.

Die Informationen über die Objekte aus der Vorstellungswelt der Benutzer (Benutzerobjekte), wie z. B. Häuser, Personen, Bauzonen, bilden die oberste Abstraktionsstufe. Die niederste Stufe ist durch die binäre Logik der verwendeten Anlagen gegeben: alle Daten müssen in bit-Form umgewandelt werden.

Eine Schicht diene beispielsweise zur Teilung und Vereinigung von Parzellen. Die dafür notwendigen Koordinaten der Grenzpunkte werden von einer tieferliegenden Schicht übernommen.

Die Schichten bilden also eine vertikale Gliederung des gesamten Systems. Die Schichten selber bestehen aus einzelnen Modulen, die bestimmte Teilfunktionen innerhalb einer Schicht übernehmen (horizontale Gliederung).

### 2.2 Schnittstellen

Zwischen den Schichten liegen Schnittstellen, über die Daten ausgetauscht werden: Es werden Aufträge der höheren Schicht an die tiefere Schicht erteilt und Antworten der tieferen an die höhere Schicht geliefert.

Dabei muss festgelegt sein,  
 - welche Aufträge überhaupt erfüllt werden können,  
 - in welcher Form Aufträge und Antworten übergeben werden müssen etc.

"Schnittstelle" ist ein sehr allgemeiner Begriff; konkrete Schnittstellen können in verschiedener Ausgestaltung auftreten:

- bei der Verbindung zweier Geräte (z. B. Rechner - Terminal),
- bei der Verbindung mehrerer Rechner untereinander (Rechner-Netzwerke),
- zwischen zwei Programmen innerhalb eines Rechners oder
- zwischen Hauptprogramm und Unterprogramm.

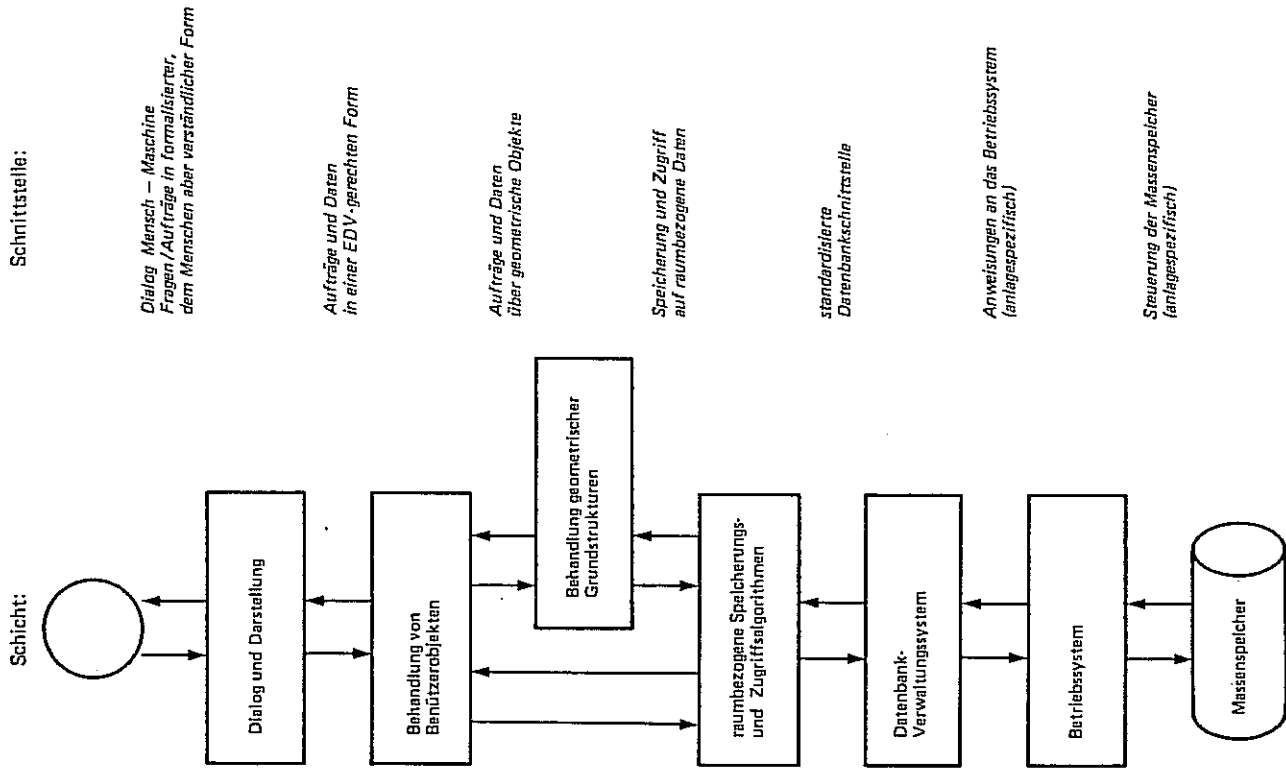
Werden diese Schnittstellen zweckmässig festgelegt, so erreichen wir eine grosse Unabhängigkeit der verschiedenen Schichten: solange die Schnittstelle nicht geändert wird, können wir eine Schicht ändern, ohne dass andere Schichten davon betroffen sind.

### 3. SCHICHTENMODELL EINES LANDINFORMATIONSSYSTEMES

Die beiden Ausgangspunkte der Zerlegung eines Landinformationssystems in Schichten ergeben sich aus dessen Zweck: auf der einen Seite steht der Benutzer und wünscht Auskünfte, auf der anderen Seite muss ein Speicher für eine grosse Menge von Informationen bereitgestellt werden.

Die hier gewählte Darstellungsweise geht vom Benutzer und seinen Ansprüchen aus:

Der Benutzer stellt Fragen an das System.



Schnittstelle:

Dialog Mensch - Maschine  
 Fragen/Aufträge in formalisierter,  
 dem Menschen aber verständlicher Form

Aufträge und Daten  
 in einer EDV-gerechten Form

Aufträge und Daten  
 über geometrische Objekte

Speicherung und Zugriff  
 auf raumbezogene Daten

standardisierte  
 Datenbankschnittstelle

Anweisungen an das Betriebssystem  
 (anlagespezifisch)

Steuerung der Massenspeicher  
 (anlagespezifisch)

Für verschiedene Benutzer sind verschiedene Formen, solche Fragen zu stellen, und auch verschiedene Möglichkeiten für die Darstellung der Ergebnisse vorzusehen.

Die oberste Schicht ("Dialog und Darstellung") analysiert die Fragen des Benützers und übersetzt sie in eine standardisierte Form. Diese Schicht übernimmt auch die Darstellung der Antwort-Daten in der gewünschten Form (z. B. als Karte auf dem Bildschirm).

Die nächsttiefere Schicht behandelt Operationen an den Daten-Objekten aus der Sicht des Benützers ("Behandlung von Benutzerobjekten", z. B. Häuser, Strassen, Parzellen). Weil in einem Landinformationssystem viele Objekte geometrische Aspekte aufweisen, ist für deren Behandlung eine spezielle Schicht vorzusehen ("Behandlung geometrischer Grundstrukturen").

Die Speicherung von raumbezogenen Daten und der rasche Zugriff in Funktion der Lage erfordert spezielle Methoden, die in einer eigenen Schicht untergebracht werden können ("raumbezogene Speicherungs- und Zugriffsalgorithmen").

Diese Schicht stützt sich auf ein Datenbank-Verwaltungssystem, das für Computer verschiedener Hersteller angeboten wird. Erst dieses besorgt, über das Betriebssystem, die Speicherung der Daten auf dem Massenspeicher.

Im folgenden sollen diese Schichten und die sie verbindenden Schnittstellen anhand der Fig. 2 näher untersucht werden:

### 3.1

Beziehung zum Benutzer

Die Benutzer müssen ihre Fragen und Aufträge einfach formulieren können, und die Antworten müssen so dargestellt werden, dass sie leicht zu verstehen sind. Dabei ist sicher die graphische Form - als Kartenausschnitt z. B. auf einem Bildschirm dargestellt - als Ausgabe eines Landinformationssystems wichtig.

Klar ist, dass verschiedene Benutzer mit unterschiedlichen Wünschen sich eines Landinformationssystems bedienen werden. Die einen werden beispielsweise wünschen, dass ihnen nach dem Eingeben eines Strassennamens und einer Hausnummer eine Karte dieses Hauses und seiner Umgebung in einem bestimmten Massstab auf den Bildschirm geliefert wird. Für diese Art der Benutzung dürfte für jedes Anwendungsgebiet ein spezielles Dialogrepertoire zweckmässig sein.

Schwieriger scheint im Moment die Gestaltung einer Abfragesprache für jene Benutzer, deren Wünsche vielfältig und nicht leicht standardisierbar sind. Zu dieser Gruppe gehören bestimmt die Planer, die bei jeder Planungsaufgabe andere, dem speziellen Problem angepasste Fragen stellen werden.

Verschiedene Untersuchungen zeigen, wie Abfragesprachen für Datenbanken ohne geometrische Aspekte erstellt werden können /Locke 78/.

Sehr wenig ist über die Form von Abfragesprachen im graphisch-geometrischen Bereich bekannt. Für die Benutzerfreundlichkeit und damit für den Erfolg eines Landinformationssystems ist es aber massgebend, dass die graphische Interaktion gut gestaltet wird.

### 3.2

Programmschicht für "Dialog und Darstellung"

Für die verschiedenen Eingabemethoden unterschiedlicher Benutzergruppen sind Programme zu erstellen. Diese führen den Benutzer im Dialog bei seiner Eingabe und analysieren diese. Sie verarbeiten aber die Aufträge des Benützers nicht, sondern übersetzen diese nur in eine standardisierte, EDV-gerechte Form.

Andererseits übernimmt diese Schicht die Aufbereitung der Antwort-Daten für die Darstellung entsprechend den Wünschen des Benützers.

Die einzelnen Moduln dieser Schicht sind ausgesprochen anwendungsspezifisch und müssen den Benützern optimal angepasst werden.

### 3.3

Schnittstelle: Aufträge in EDV-gerechter Form

Die Aufträge, wie sie in verschiedener Form von den Benützern erteilt werden, beziehen sich problemorientiert auf Objekte aus der Sicht des Benützers (Benutzerobjekte). Es wird beispielsweise das Suchen eines Hauses bei gegebener Adresse oder die Vereinigung zweier Parzellen verlangt.

Diese Aufträge werden hier in einheitlicher, von der jeweiligen Anwendung unabhängiger Form dargestellt.

Im Moment scheint es noch schwierig, die richtige Form für diese Schnittstelle festzulegen. Einerseits sind die für verschiedene Anwendungen erforderlichen Funktionen erst in Umrissen bekannt, andererseits hängt die konkrete Form der Schnittstelle auch von den Möglichkeiten der Programmiersprache und des Betriebssystems ab; hier scheinen sich heute neben der bekannten Unterprogramm-Technik zusätzliche Möglichkeiten aufzutun /Wegne 79/.

### 3.4

Programmschicht zur Behandlung von Benutzerobjekten

In einem Landinformationssystem werden Daten über eine beschränkte Zahl von Objekten gespeichert. Die Benutzer wollen an diesen bestimmte Operationen vornehmen: Daten verändern, Modellrechnungen durchführen, Objekte darstellen.

Der Benutzer (programmierer) sollte sich dabei nicht um die interne Darstellung dieser Objekte kümmern müssen, sondern die entsprechenden Manipulationen an den Daten sind in einer speziellen Programmschicht zusammenzufassen.

In dieser Schicht wird festgelegt, in welcher Art beispielsweise Parzellen zu speichern sind: - als Liste der Grenzpunktkoordinaten, wie sie bei einer Umfahrung angetroffen werden,

- als Liste von Verweisen auf die Grenzpunkte, wie sie bei einer Umfahrung angetroffen werden.
- als Verweise auf die Grenzlinien oder ähnlich.

Für den Benutzer ist die Art der internen Darstellung gleichgültig, solange die von ihm gewünschten Operationen rasch und richtig ausgeführt werden können; dies sollen diese Programme ermöglichen. Gleichzeitig prüfen diese Programme aber auch, ob die logischen Voraussetzungen für die Durchführung solcher Operationen gegeben sind, ob beispielsweise zwei zu vereinigende Parzellen eine gemeinsame Grenze aufweisen usw.

Offensichtlich falsche Eingaben oder Eingaben, die im Widerspruch zu bereits gespeicherten Daten stehen, werden hier zurückgewiesen. Diese Programme übernehmen damit wichtige Aufgaben bei der Überprüfung der Datenkonsistenz, was bei der Verwaltung grosser Datenbestände von ausserordentlicher Bedeutung ist.

Diese Schicht ihrerseits stützt sich für die Behandlung geometrischer Sachverhalte auf eine besondere Programmgruppe:

### 3.5 Programmschicht zur Behandlung geometrischer Grundstrukturen

Untersuchungen haben gezeigt, dass die geometrischen Teile verschiedener in einem Landinformationssystem zu bearbeitender Objekte sehr ähnlich sind /Cox 80/.

Zwei Beispiele:

- die politischen Einteilungen auf allen hierarchischen Stufen, aber auch die Einteilung in Nutzungszonen, Bodenwertklassen oder Eigentumsparzellen sind vollständige Ueberdeckungen,
- Strassenetze, Leitungsnetze verschiedener Versorgungsbetriebe usw. treten uns als Netzstrukturen entgegen.

Die Darstellung und Behandlung solcher geometrischer Grundstrukturen kann generell gelöst werden, ohne dass spezifische Eigenschaften der darzustellenden Objekte eine Rolle spielen.

### 3.6 Programmschicht für raumbezogene Speicherungs- und Zugriffsmethoden

Die meisten Daten, die in einem Landinformationssystem auftreten, beziehen sich auf räumlich ausgedehnte, genau lokalisierbare Objekte. Für die Speicherung und den Zugriff auf solche Daten spielt die Lage im Raum sehr oft eine hervorragende Rolle.

Für die graphische Darstellung auf einem Bildschirm muss auf eine grosse Zahl von Daten aus einem örtlich genau abgegrenzten Bezirk zugegriffen werden.

Man kann annehmen, dass in einem Landinformationssystem sehr viele Zugriffe auf Daten erfolgen, um dem Benutzer einen räumlichen Ueberblick über Daten darzubieten.

Entsprechende Zugriffe haben im allgemeinen die Form:

SUCHE (objekt-typen) INNERHALB (fenster),

wo objekt-typen eine Liste der darzustellenden Objekte

und fenster eine Angabe über die Begrenzung des darzustellenden Ausschnittes

bedeutet /Frank 81/.

Es ist für die Wartezeit des Benützers entscheidend, wie die Daten auf dem Speichermedium verteilt sind. Für einfache Abfragen dieser Art, aber auch für andere wichtige geometrische Algorithmen /Chris 78/ ist die physisch benachbarte Speicherung der Daten von räumlich benachbarter Objekten entscheiden.

Entsprechende Algorithmen und Methoden sind am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich entwickelt worden /Frank 81/.

### 3.7 Standardisierte Datenbankschnittstelle

Die bisher besprochenen Schichten behandeln alle Landinformationssystem-spezifischen Aufgaben; die kodierten Daten müssen nun noch zuverlässig gespeichert werden.

Diese Aufgabe tritt in sehr vielen Anwendungen der elektronischen Datenverarbeitung in gleicher Art auf und es wurde deshalb schon früh begonnen, standardisierte, für verschiedene Anwendungen einsetzbare Systeme zu entwickeln.

Ähnlich wie die höheren Programmiersprachen wurde vom CODASYL-Komitee - den Schöpfern der COBOL-Sprache - eine einheitliche Schnittstelle festgelegt /Cox 71/, /Cox 73/, /Cox 78/. Die Verwendung dieser Schnittstelle erleichtert die Uebertragung von Anwendungsprogrammen zwischen Rechenanlagen verschiedener Hersteller.

### 3.8 Datenbankverwaltungssystem

Ein Datenbankverwaltungssystem übernimmt generell die Speicherung von Daten, so dass ein späterer Zugriff einfach ist. Neben den gespeicherten Daten umfasst es die Routinen für die Verwaltung dieser Daten und den Zugriff /Zehnd 77/. Dabei sollten verschiedene Grundsätze beachtet werden /Hamme 79/, /Frank 80/, /ANSI 75/:

- die Anwenderprogramme sind von den Details der Speicherung isoliert; Anwenderprogramme oder Speichermethoden können unabhängig voneinander geändert werden (ein Grundsatz, den wir für die gesamte hier vorgestellte Gliederung der Aufgabe "Landinformationssystem" angewandt haben),
- die Beschreibung der Daten und ihrer Manipulation erfolgt auf logischer Ebene, ohne die technischen Details der Speicherung festzulegen,
- das Datenbanksystem muss die Sicherheit der Daten gegen unabsichtlichen Verlust garantieren; fehlerhafte Änderungen müssen beispielsweise rückgängig gemacht, die aktuellen Daten müssen nach einem Verlust aus Archivkopien wiederhergestellt werden können,

- zur Unterstützung des Datenschutzes müssen Hilfsmittel bereitgestellt werden, die erlauben, Benutzern den Zugang zu bestimmten Datengruppen zu sperren usw.

Solche Datenbank-Systeme werden von verschiedenen Herstellern für verschiedene Anlagen angeboten /Datag 80/, /Digit 77/, /Sieme 77/, wobei in den meisten Fällen auf dem vorher erwähnten CODASYL-Vorschlag aufgebaut wird.

Diese Schicht besitzt also eine anlage-neutrale Schnittstelle, stützt sich aber auf das anlage-spezifische Betriebssystem ab.

### 3.9 Betriebssystem

Datenbanksysteme laufen unter dem jeweiligen Betriebssystem der Anlage; sie nehmen dessen Dienstleistungen für verschiedene Aufgaben in Anspruch. Diese Schicht ist ausserordentlich anlage-spezifisch und eine Übertragung von Programmen dieser Schicht kaum möglich.

Im Betriebssystem eingebettet sind die für ein Informationssystem wichtigen Treiber für die Speichermedien.

### 3.10 Speichermedien

Die Speicherung von Daten erfolgt auch in einer EDV-Anlage durch physikalische Veränderungen, die an Materie gebunden sind.

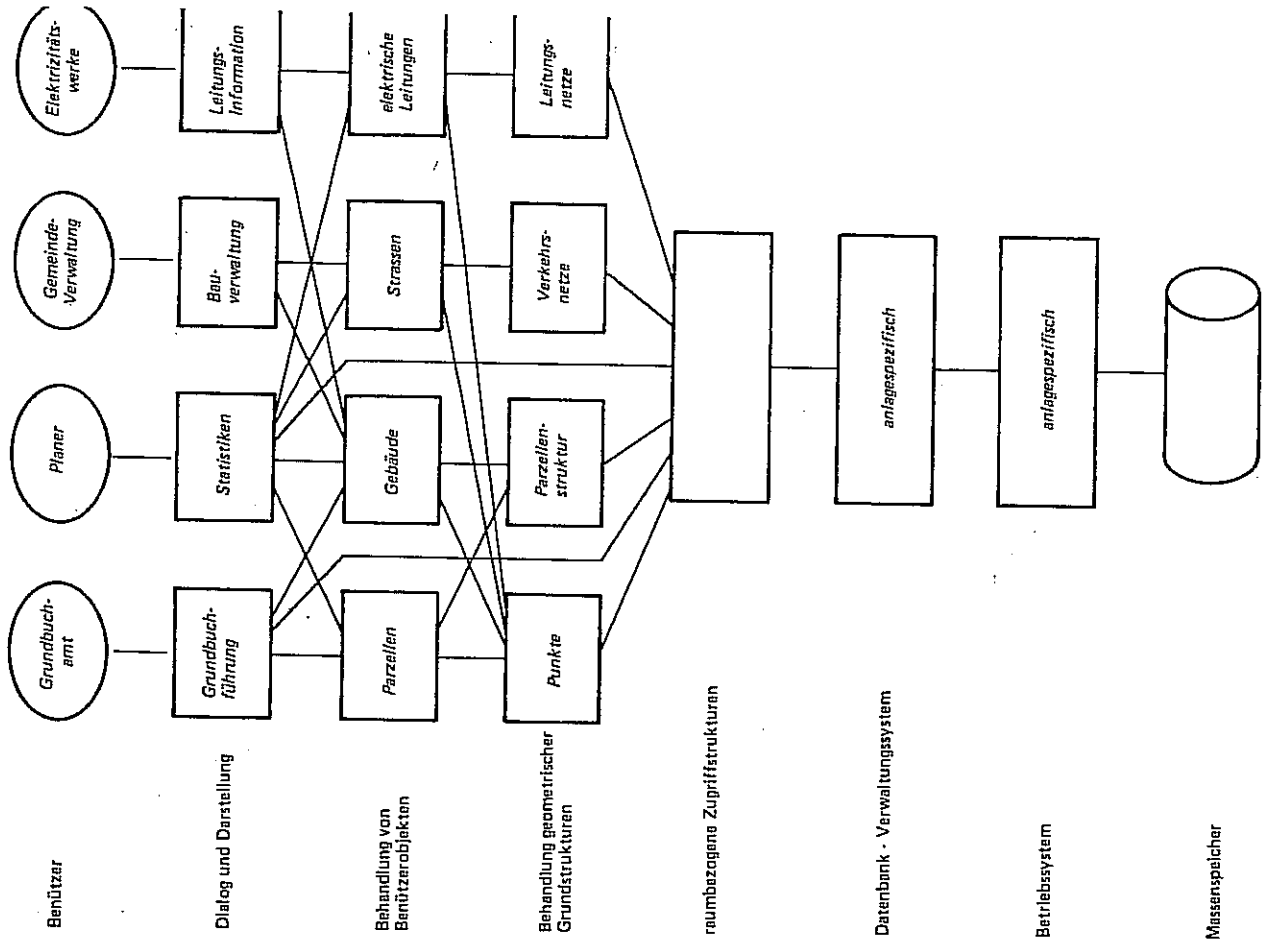
Im Vordergrund der praktischen Anwendung stehen heute Methoden der magnetischen Aufzeichnung, obgleich andere Verfahren bereits bekannt sind und in Einzelfällen auch schon angewendet werden.

Für Systeme, die jederzeit Auskunft erteilen sollen, werden heute vorwiegend Plattenspeicher verwendet, die mit respektablen Kapazitäten bei bescheidenen Preisen zur Verfügung stehen. Die zu erwartende Entwicklung wird in naher Zukunft eine ungeheure Vergrößerung der Kapazitäten bei wahrscheinlich gleichem Preis bringen; im Gespräch sind optische Systeme, wie sie für Video-Aufzeichnungen verwendet werden sollen, welche bis 1 Giga bytes auf einer Platte speichern können /Laub 80/.

## 4. SCHLUSS

Der vorliegende Überblick soll zeigen, wie ein Landinformationssystem zweckmäßigerweise in einzelne Programnteile gegliedert werden soll.

Werden die entsprechenden Programme in einer standardisierten, höheren Programmiersprache geschrieben, und wird für die Datenspeicherung ein standardisiertes Datenbanksystem verwendet, so kann ein solches System (relativ) unabhängig von einer bestimmten Anlage erstellt werden: durch die höhere Programmiersprache und das Datenbanksystem werden die speziellen Eigenschaften eines bestimmten Betriebssystems und einer bestimmten Anlage weitgehend überbrückt.



Durch diesen Aufbau wird erreicht, dass Programmteile, die mehrfach verwendet werden können, nur einmal erstellt werden müssen: die einzelnen Teile können baukastenartig zusammengestellt werden (vgl. Fig.3). Erweiterungen, um zusätzliche Datentypen oder um neue Anwendungen einzuführen, lassen sich dann mit geringem Aufwand und ohne Störung bestehender Programme einfach vornehmen.

Schliesslich zeigt dieser Ueberblick auch, wo noch offene Fragen der Abklärung harren: die Festlegung der internen Schnittstellen eines Landinformationssystems erfordert noch intensive Forschungsarbeit. Ein internationaler Gedankenaustausch zu diesem Thema, wie er beispielsweise in der Kommission 3 der FIG stattfindet, scheint mir geeignet, dazu beizutragen.

## 5. DANK

Die vorgelegte Arbeit stützt sich auf eingehende praktische und theoretische Arbeiten, die ich unter Leitung von Prof. R. Conzett am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich unternehmen durfte. Mein besonderer Dank gilt auch Prof. Dr. C.A. Zehnder vom Institut für Informatik der ETH Zürich für wertvolle Anregungen und Prof. Dr. E. Engeler, Präsident des Kuratoriums des Zentrums für interaktives Rechnen der ETH Zürich für die Erlaubnis, den dort installierten Rechner zu benutzen.

## LITERATUR

- /ANSI 75/ ANSIX3/SPARC: Study Group on Data Base Management Systems, Interim Report FDT 7,2 (1975)
- /Chris 78/ Chrisman, Nicholas, R.: Concepts of Space as a Guide to Cartographic Data Structures in Dutton, G. (Ed.): First International Advanced Study Symposium on Topological Data Structures for Geographic Information Systems; Vol. 7, Cambridge, Mass. 1978
- /Codas 71/ Codasy] Data Base Task Group: April 1971, Report.
- /Codas 73/ Codasy] Data Base Task Group: June 1973, Report.
- /Codas 78/ Codasy] Data Base Task Group: DDL Journal of Development 1978.
- /Conze 80/ Conzett, R.: Zum Begriff "Landinformationssystem" in Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 9/80, S.373, Zürich, 1980.

- /Cox 80/ Cox, Nicholas, J., A relational Data Base System and a Proposal for a Geographical Data Type, Aldred, Barry, K., Rhind, David, W.: Geo-Processing 1:217-229, Vol. 1 1980), Nr.3.
- /Datag 80/ Data General: Data General Data Base Management System (DG/DBMS), Reference Manual, Westboro, Mass. 1980
- /Digit 77/ Digital Equipment Corp.: Data Base Management System (DBMS-10), Programmers Procedures Manual, Maynard, Mass. 1977.
- /Eichh 78/ Eichhorn, G.: Land Information Systems; Symposium of the Fédération Internationale des Géomètres, October 16 - 25, 1978, Darmstadt.
- /Frank 80/ Frank, André: Datenbanksysteme für Landinformationssysteme Institut für Geodäsie und Photogrammetrie ETH Zürich, 1980, Bericht Nr. 44.
- /Frank 81/ Frank, André: Datenspeicherung für schnellen Zugriff auf Daten räumlich benachbarter Objekte in Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt a.M. (in Vorbereitung).
- /Hamme 79/ Hammer, Michael: Research Directions in Data Base Management in Wegner, Peter (Ed), Research Directions in Software Technology, MIT Press, Cambridge, Mass., 1979.
- /ISO 79/ ISO/TC97/SC16 N227: Reference Model of Open Systems Interconnections, Version 4 as of June 1979.
- /Laub 80/ Laub, Leonard, J.: Optical Mass Storage Technology; Fifth Workshop on Computer Architecture for Non-numeric Processing, March 11-14, 1980, Sigmod, Vol.X, No. 4, S.8.
- /Locke 78/ Lockemann, Peter, Rechnergestützte Informationssysteme; Mayr, Heinrich: Berlin, Springer, 1978.
- /Sieme 77/ Siemens: Universelles Datenbanksystem (UDS); Allgemeine Beschreibung, München, 1977.
- /Wegne 79/ Wegner, Peter: Programming Languages - Concepts and Research Directions; in Wegner, Peter (Ed.), Research Directions in Software Technology, MIT Press, Cambridge, Mass., 1979.

/Zehnd 77/ Zehnder, C.A.: Informationssysteme und Datenbanken;  
Skriptum der Vorlesung Sommersemester 1977,  
ETH Zürich, Institut für Informatik.

Adresse des Autors:

Dipl. Ing. A. Frank, Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, ETH-  
Hönggerberg, CH-8093 Zürich.