

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

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 86 (1988)

Heft: 5

Artikel: Datenstrukturen und Datenbanken

Autor: Studemann, B.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-233758>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 05.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

- [8] Kramer, E., 1981: Bodendruck, Bereifung und Fahrzeuggewicht. UFA-Revue 7, S. 30–31.
- [9] Kuntze, H., 1983: Die Bedeutung des Bodengefüges für die Ertragsbildung in Jahren mit extremer Witterung. Die Zuckerrübe.
- [10] Maillard, A., 1985: Bodenbearbeitung im Getreidebau – Entwicklung und Tendenzen, UFA-Revue, 2: S. 10–11.
- [11] Meyer, B., 1984: Bearbeitungsfehler – erkennen und vermeiden. Bodenbearbeitung heute – rationell und schonend. DLG-Archiv, S. 8–17.
- [12] Müller, U., 1982: Ursachen von Bodenverdichtungen und deren Sanierung. Die Grüne, S. 18–23.
- [13] Pelletier, L., 1984: La machine à bêcher «Bêchamatic» très appréciée en terre argileuse. La France Agricole, 2038, S. 32/33.
- [14] Söhne, W., 1953: Druckverteilung im Boden und Bodenverformung unter Schlepperreifen. Grundlagen der Landtechnik 3, Nr. 5, S. 49–63.
- [15] Sommer, C., 1984: Auswirkungen moderner Landtechnik auf das Bodengefüge. Arbeiten der DLG, Band 179, S. 13–28.
- [16] Sturny, W.G., 1982: Sugarbeet (beta vulgaris L.) Production under Minimum and Zero Tillage. M.Sc. Thesis. University of Manitoba, pp 147.
- [17] Tebrügge, F., 1984: Bodenbearbeitung und Bestelltechnik. DLZ 3, S. 318–325.
- [18] VEZ, A., 1980: Werden unsere Böden noch richtig bearbeitet? Schweiz. Landw. Monatshefte 58, S. 501–519.
- [19] Working group on soil compaction by vehicles with high axle load, 1980. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. Report from the Division of Soil Management Nr. 60.

Adresse der Verfasser:
E. Kramer und Dr. W. G. Sturny
Eidg. Forschungsanstalt
für Betriebswirtschaft
und Landtechnik Tänikon
CH-8356 Ettenhausen

Datenstrukturen und Datenbanken

B. Studemann

Dieser Vortrag ist der erste aus einer Viererreihe, welche die theoretischen und praktischen Arbeiten, die in den letzten fünf Jahren unter der Leitung von Professor Konzett durchgeführt wurden, vorstellen. Sie entsprechen inhaltlich den Vorträgen, welche an der Informationstagung vom 23./24. Oktober 1987 über die Ausbildung des Kulturingenieurs in Informatik im Vermessungswesen an der ETH Zürich gehalten wurden. Die Tagung wurde gemeinsam vom Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich, der IG-EDV sowie vom SVVK getragen. Eine Zusammenfassung dieser Tagung wurde in VPK 2/88 und im Informationsbulletin der IG-EDV vorgestellt.

In diesem ersten Vortrag stellt der Autor das Konzept der Datenbank und des Datenbanksystems vor, aber auch die Wichtigkeit der Datenstruktur als Modell der Realität. Er stellt das Datenmodell als Werkzeug für die Beschreibung der Datenstruktur vor. Die zwei letzten Kapitel behandeln die Standard-Datenbanksysteme, die sich vor allem im kommerziellen Bereich verbreitet haben, und die Datenbanksysteme, die speziell für Nicht-Standard-Anwendungen, wie z.B. LIS entwickelt worden sind.

Cet exposé est le premier d'une série de quatre, qui présentent les travaux théoriques et pratiques réalisés au cours des 5 dernières années sous l'édige du professeur Konzett. Ils correspondent au contenu des exposés tenus lors des journées d'information sur la formation des ingénieurs du génie rural en informatique dans la mensuration à l'EPFZ, journées qui se sont tenues le 23/24 octobre 1987. Ces journées ont été portées par l'Institut de Géodésie et Photogrammétrie de l'EPF de Zurich, par la CITAIM et par la SSMAF. Un compte-rendu de ces journées est paru dans le journal MPG 2/88 ainsi que dans le bulletin d'information de la CITAIM.

Dans ce premier article l'auteur présente le concept de la banque de données et du système de banque de données, puis l'importance de la structure des données en tant que modèle de la réalité que l'on veut représenter dans la banque de données. Il donne aussi un aperçu du modèle des données, qui est un outil permettant la description de la structure des données. Les deux derniers chapitres traitent des systèmes de banque de données standards, qui se sont propagés dans le secteur commercial, et des systèmes de banque de données développés spécialement pour des applications non-standard telles que les SIT.

1. Daten und Datenverwaltung

1.1 Die Bedeutung der Daten

In technischen wie in kommerziellen und administrativen Bereichen werden immer grössere Mengen von Daten und Informationen erfasst und verarbeitet. Wegen der hohen Kosten der Datenerfassung will man sie über eine längere Zeit sicher aufbewahren, fehlerfrei verwalten und verschiedenen Benutzern zugänglich machen.

Es muss aber auch die Konsistenz, d.h. die Widerspruchsfreiheit der Daten gewährleistet werden. Konsistenzbedingungen sind Regeln, die von allen Daten eingehalten werden müssen. Diese Regeln über Zusammenhänge von Sachverhalten müssen streng formuliert werden. Je komplexer die Daten sind, desto komplexer ist es, die Datenkonsistenz zu erreichen.

Der Ingenieur-Geometer wird mit diesen Problemen in besonderem Masse konfrontiert. Gerade in der Grundbuchvermessung ist die Erfassung besonders zeit- und kostenaufwendig, die Konsistenzregeln sind sehr komplex, und die Rechtsgültigkeit der Daten ist zeitlich unbeschränkt. Erfasste Daten müssen zugänglich bleiben und in anpassungsfähiger Form herausgegeben werden können.

Um die Daten verwalten zu können, braucht es einen physikalischen Träger (die Hardware) und ein Verwaltungssystem.

Institut für Geodäsie und Photogrammetrie
ETH-Hönggerberg, CH-8093 Zürich
Separata Nr. 126.

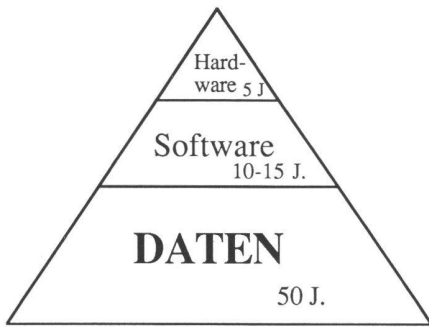


Abb. 1: Verhältnis Daten, Software, Hardware in Bezug auf Kosten und Lebensdauer.

stem, das die Daten schützt und ihre Konsistenz sichert (die Software). Bei vielen Benutzern steht oft die Hardware mit ihren Eigenschaften im Vordergrund. Vergleicht man demgegenüber die Lebensdauer und die Kosten von Hardware, Software und Daten, sieht das Verhältnis folgendermaßen aus:

Leistung und Kapazität der Hardware steigern sich weiter, während die Kosten abnehmen. Demgegenüber nehmen die Kosten für die Entwicklung von besonderer und komplexer Software zu.

1.2 Das Datenbankkonzept

Da die Datenverwaltung in verschiedensten Anwendungen in ähnlicher Form auftritt, wurden verschiedene allgemeingültige «Werkzeuge» entwickelt, die sogenannten Datenbankverwaltungssysteme oder DBMS (Databasemanagementsystem).

- Diese bestehen aus Funktionen und Algorithmen für die zentrale und permanente Speicherung von Daten in einer Datenbasis. Solche Systeme können in unterschiedlichen Fachgebieten angewendet werden.
- Die Daten werden ausschliesslich über eine bestimmte Schnittstelle (DML, Data Manipulation Language) abgefragt und manipuliert. Diese Schnittstelle (DML) ist Bestandteil des Datenbankverwaltungssystems (DBMS). Es handelt sich um eine Sammlung von Befehlen und Routinen (Such-, Löschi-

Sortier-, Nachföhrfunktionen), die in Anwenderprogrammen als Prozeduren eingebaut werden.

- Das DBMS kann auch Algorithmen für den Mehrbenutzerbetrieb enthalten.

Definition der Datenbank:

«Wenn ein sogenanntes Datenverwaltungssystem einen auf Dauer angelegten Datenbestand organisiert, schützt und verschiedenen Benutzern zugänglich macht, bilden diese (Datenverwaltung und Daten) eine Datenbank» [Zehnder 87].

Folgende Punkte können als Vorteile der Datenbank-Architektur angeführt werden:

Die Zweiteilung der Architektur: (Siehe Abb. 2)

1. Ein anwendungsunabhängiges Datenbankverwaltungssystem (DBMS) als Kern
2. Eine anwendungsbezogene Schicht: die Anwenderprogramme

Die Daten und ihre Organisation sind von den Anwendungen getrennt. Mit dieser Architektur will man verhindern, dass jeder Benutzer die interne Organisation der Daten zu kennen braucht und dass er Funktionen für die Manipulation der Daten implementieren muss.

- Datenunabhängigkeit: Die Anwenderprogramme können abgeändert, neue Programme angehängt werden, ohne dass die gespeicherten Daten davon betroffen werden.
- Das Datenbankschema kann erweitert werden, ohne dass bisherige Anwenderprogramme davon betroffen werden.

Das Datenbankverwaltungssystem gewährleistet die Datenintegrität auf lange Zeit:

- die Datenkonsistenz: Durch Eingabekontrollen, Plausibilitätstest oder vom Benutzer vorprogrammierte Funktionen wird die Widerspruchsfreiheit der Daten überprüft. Höhere und komplexere anwendungsorientierte Konsistenzprüfungen müssen in die Anwendersoftware integriert werden. Die Konsistenz ist immer in dem Rahmen gewährleistet, der durch

die Datenbanksoftware einerseits und die Anwendersoftware andererseits definiert ist.

- den Datenschutz: Durch die Regelung der Zugriffs-Berechtigungen (Passwörter) und Sperren von verschiedenen Datenfeldern und Datenmanipulationsfunktionen (Zugriffsberechtigungs-Tabellen) wird der Schutz der Daten gegen unerlaubte Einsicht oder absichtliche Veränderung gewährleistet.
- die Datensicherheit: Mit geeigneten Dienstprogrammen müssen die Daten gegen Verlust und irrtümliche Verfälschung geschützt werden: Backup und Recovery Funktionen des DBMS erlauben bei Systemzusammenbrüchen beschädigte Datenbestände zu rekonstruieren.

Neben dem Datenbankverwaltungssystem spricht man oft vom Datenbanksystem.

Definition des Datenbanksystems:

Ein Datenbanksystem (DBS) umfasst alle Software-Komponenten, die für die Generierung und den Betrieb einer Datenbank nötig sind:

- Ein Datenbankverwaltungssystem (DBMS) mit der Datenmanipulationssprache (DML).
- Ein Datenbeschreibungscompiler (Data Description Language-Compiler, DDL-Compiler) für die Übersetzung der logischen Datenstruktur (konzeptionelles Schema) in eine für das DBMS verständliche Form.
- Gestützt auf die Datenmanipulationssprache werden Abfragesprachen zur Vereinfachung der Datenmanipulation implementiert:
 - Abfrage über sog. Masken
 - freie selbständige Abfragesprache, mit deren syntaktischen Sprachregeln der Benutzer eigene Abfragen interaktiv am Bildschirm eingeben kann.
- Dienstprogramme zur Verfügung des Datenbankadministrators (Betreuer des DBS innerhalb des Betriebs) für die Steuerung und Überwachung der Datenbankanwendungen.

2. Datenstruktur

Wer sich als Projektleiter mit einer Datenbankanwendung befasst, wird mit der Suche nach einer Entwurfsmethode konfrontiert. Der Bearbeiter muss erst einen logischen Entwurf erstellen: die Formalisierung und die Beschreibung der Datenstruktur.

2.1 Die Modellierung der Realität, die Modellabbildung

Bei jeder Problemstellung wird der Ingenieur mit einem Teil der Welt und ihrer

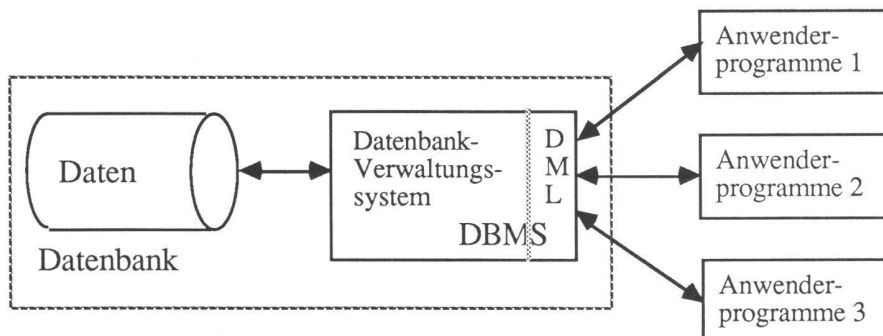


Abb. 2: Architektur einer Datenbank.

Partie rédactionnelle

Komplexität konfrontiert. Durch sein Fachwissen und die Fähigkeit, «abstrakt zu denken», wird die Aufgabe analysiert und idealisiert. Diese Aufgabe nennt sich Modellierung der Realität. Beispiel: Im funktionalen Modell einer Ausgleichsrechnung kann die Distanz zwischen zwei Punkten auf verschiedene Arten modelliert werden: zweidimensional im ebenen Projektionssystem, dreidimensional in einem kartesischen Koordinatensystem, auf der Kugel oder dem Ellipsoid. Sie kann mit oder ohne Massstabsfaktor beschrieben werden.

Der Entwurf einer Datenbankanwendung entspricht der Modellierung eines Ausschnittes eines gegebenen realen oder fiktiven Teiles der Welt. Diese Arbeit ist Voraussetzung für den Einsatz einer Datenbank und wird oft unterschätzt.

Alle Elemente des Modelles müssen formal beschrieben werden. Wird dieser Schritt unterlassen, besteht die Gefahr, dass auftretende Probleme nur lokal gelöst oder – zutreffender – verschoben werden, was zu einer teuren Bastelarbeit führt.

Der EDV-Einsatz zwingt den Ingenieur, eine eindeutige und saubere Terminologie zu definieren. Diese formale Beschreibung hat uns z.B. bei der Entwicklung des Systems DATAUF für die Datenaufbereitung der Triangulation veranlasst, die Begriffe «Zentrum»/«Exzentrum» und «Zentrische»/«Exzentrische Stationierung» eindeutig zu beschreiben [Studemann 86]. Das Resultat dieser Modellierung wird im Konzeptionellen Schema, das auch Entitätenblockdiagramm genannt wird, zusammengefasst.

Es muss betont werden, dass diese Modellierung keine Rücksicht auf das Modell (relational, netzwerkartig, hierarchisch) des vorgesehenen Datenbanksystems nimmt. Die Daten und die abgeleitete Datenstruktur müssen mehrere Generationen von Hardware und Software überleben. Erst in der Realisierungsphase wird das konzeptionelle Schema auf das im Datenbanksystem vorhandene Datenmodell abgebildet.

Es ist wichtig zu sehen, dass die Entwicklung des konzeptionellen Schemas multidisziplinäre Fachkenntnisse verlangt. Einem Informatiker z.B. fehlen die fachspezifischen Denk- und Handlungsweisen.

2.2 Das Datenmodell

Gestützt auf die Methoden der Abstraktion entwickelten die Informatiker Modellierungswerkzeuge, um die Struktur der Daten formal beschreiben zu können. Diese Werkzeuge nennen sich Datenmodelle oder Datenbeschreibungssprache. Sehr oft wird der Begriff «Datenmodell» falsch verwendet. Viele DB-Anwender sprechen von ihrem Datenmodell, wenn sie von der Struktur ihrer Daten sprechen.

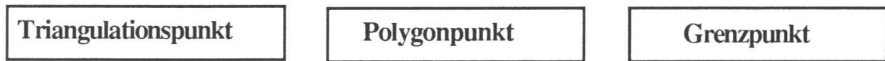


Abb. 3: Entitätsmengen.

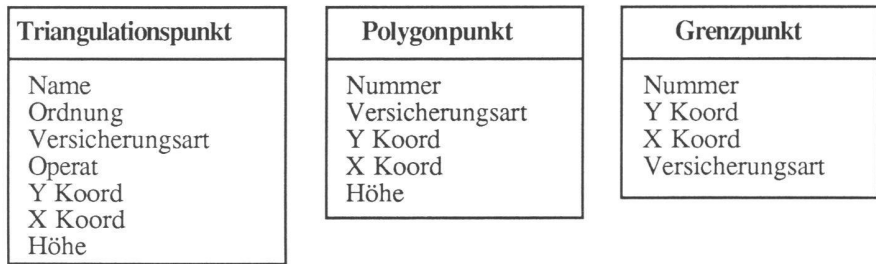


Abb. 4: Die Entitätsmengen Triangulationspunkt, Polygonpunkt und Grenzpunkt mit ihren Attributen.

Das bekannteste Datenmodell ist das ER-Modell («Entity-Relationship Modell», «Entitätsbeziehungsmodell»). Dieses Modell ermöglicht, Datenstrukturen unabhängig vom relationalen oder Netzwerk-Modell in verschiedenen Varianten zu entwickeln. Dieses Datenmodell besteht aus vier Grundbegriffen mit den entsprechenden Konstruktionsregeln.

Die Entität

Eine Entität ist eine selbständige Einheit, entweder der Realität oder der Gedankenwelt [Zehnder 1987]. Entität ist der gebräuchliche Begriff zur Beschreibung eines beliebigen Teiles der Welt. Die Welt wird diskretisiert.

Beispielsweise sind einzelne Personen (z.B. Prof. Conzett, Meier Hans-Peter), Punkte (z.B. Punkt 504, Titlis), Beobachtungen (z.B. Distanz 103–106), Wagen (mein Auto) Entitäten.

Das Attribut

Durch Attribute werden Eigenschaften von Entitäten beschrieben. Beispiele: Personenname, Punktnummer, Baujahr eines Wagens, X-Koordinate eines Punktes. Zu einem Attribut gehört genau ein statischer Wertebereich. Wenn ein Attribut oder eine Attributskombination eine Entität eindeutig identifiziert, ist es Identifikationsschlüssel.

Die Entitätsmenge

Entitäten mit gleichen oder ähnlichen Attributen, aber unterschiedlichen Attributswerten, werden zu Entitätsmengen zusammengruppiert. Die Welt wird jetzt in verschiedene Klassen zerlegt.

Beispiel: Betrachten wir vermessungstechnische Punkte, so können verschiedene Klassen von Punkten gebildet werden: Triangulationspunkt, Polygonpunkt, Grenzpunkt, Hilfspunkt. Weitere Klassen sind möglich.

Bei überlappenden Entitätsmengen kann immer eine übergeordnete Entitätsmenge gebildet werden, die die überlappenden

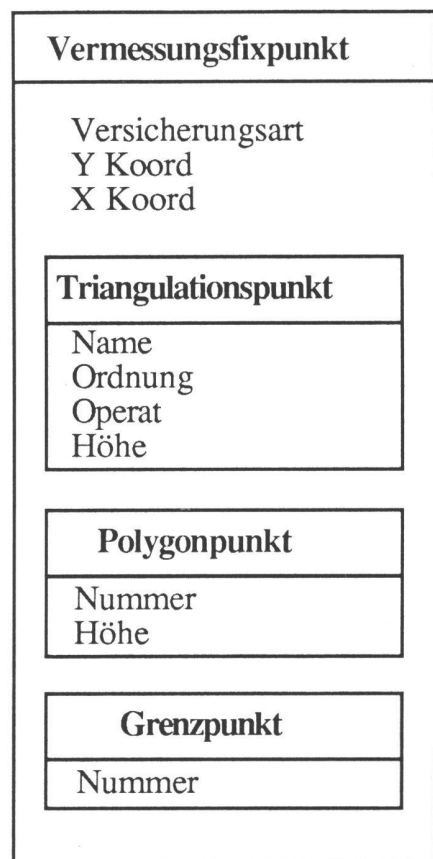


Abb. 5: Entitätsmengen: Triangulationspunkt, Polygonpunkt und Grenzpunkt mit der übergeordneten Entitätsmenge Vermessungsfixpunkt mit ihren Attributen.

Entitätsmengen umfasst. Die für die übergeordnete Entitätsmenge definierten Attribute sind für die überlappenden Entitätsmengen gültig. Dieser Schritt nennt sich Generalisierung.

Beispiel: Alle aufgezählten Punktklassen, die durch gleichartige Attribute (Punktnummer, Koordinaten) beschrieben sind, können in eine allgemeinere Klasse «Vermessungsfixpunkt» zusammengruppiert werden. Vermessungsfixpunkt wird eine übergeordnete Entitätsmenge.

Die Beziehung oder das «Set»

Die Klassierung (Entitätsmengen) und die Beschreibung (Attribute) von Objekten allein erlauben nicht, alle Sachverhalte der komplexen Welt zu beschreiben. Es müssen auch komplexere Objekte beschrieben werden, wie z.B. ein Wagen, der aus Hunderten von Teilen (Zylinder, Vergaser, Feder, Räder, usw...) besteht oder auch Beziehungen zwischen Objekten, wie z.B. ein Kind, das genau einen Vater und eine Mutter hat.

Es können verschiedene Typen von Beziehungen unterschieden werden.

Beispiele:

- Zu jedem Kanton gehören eine oder mehrere Gemeinden. Andererseits gehört zu jeder Gemeinde genau ein Kanton. Die Beziehung Kanton-Gemeinde ist vom Typ 1:m.
- Eine Gemeinde hat genau einen Gemeindepräsidenten. Dieser steht genau einer Gemeinde vor. Es handelt sich um eine 1:1 Beziehung.

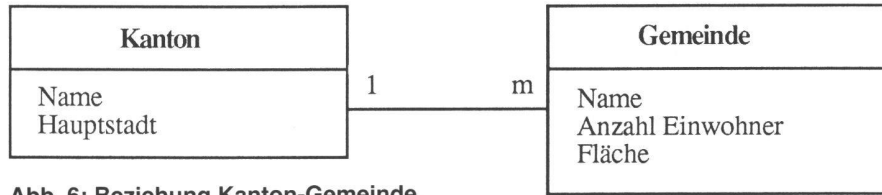


Abb. 6: Beziehung Kanton-Gemeinde.

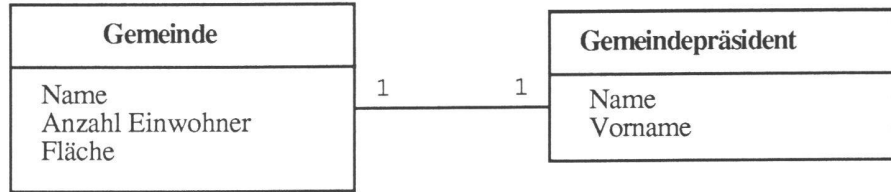


Abb. 7: Beziehung Gemeinde-Gemeindepräsident.

2.3 Das Entitätenblockdiagramm

Die mit dem Datenmodell entwickelte logische Datenstruktur wird im Entitätenblockdiagramm (Konzeptionelles Schema) dargestellt. Die formale Darstellung der Datenstruktur erlaubt, allfällig übersehene redundante Informationen zu erkennen und zu eliminieren.

Beispiel: Abb. 8 am Schluss des Aufsatzes

3. Standard-Datenbanksysteme

Standard (oder auch sogenannte kommerzielle) Datenbanksysteme (DBS) werden erfolgreich in Wirtschaft und Verwaltung eingesetzt. Sie erfüllen alle gewünschten Anforderungen:

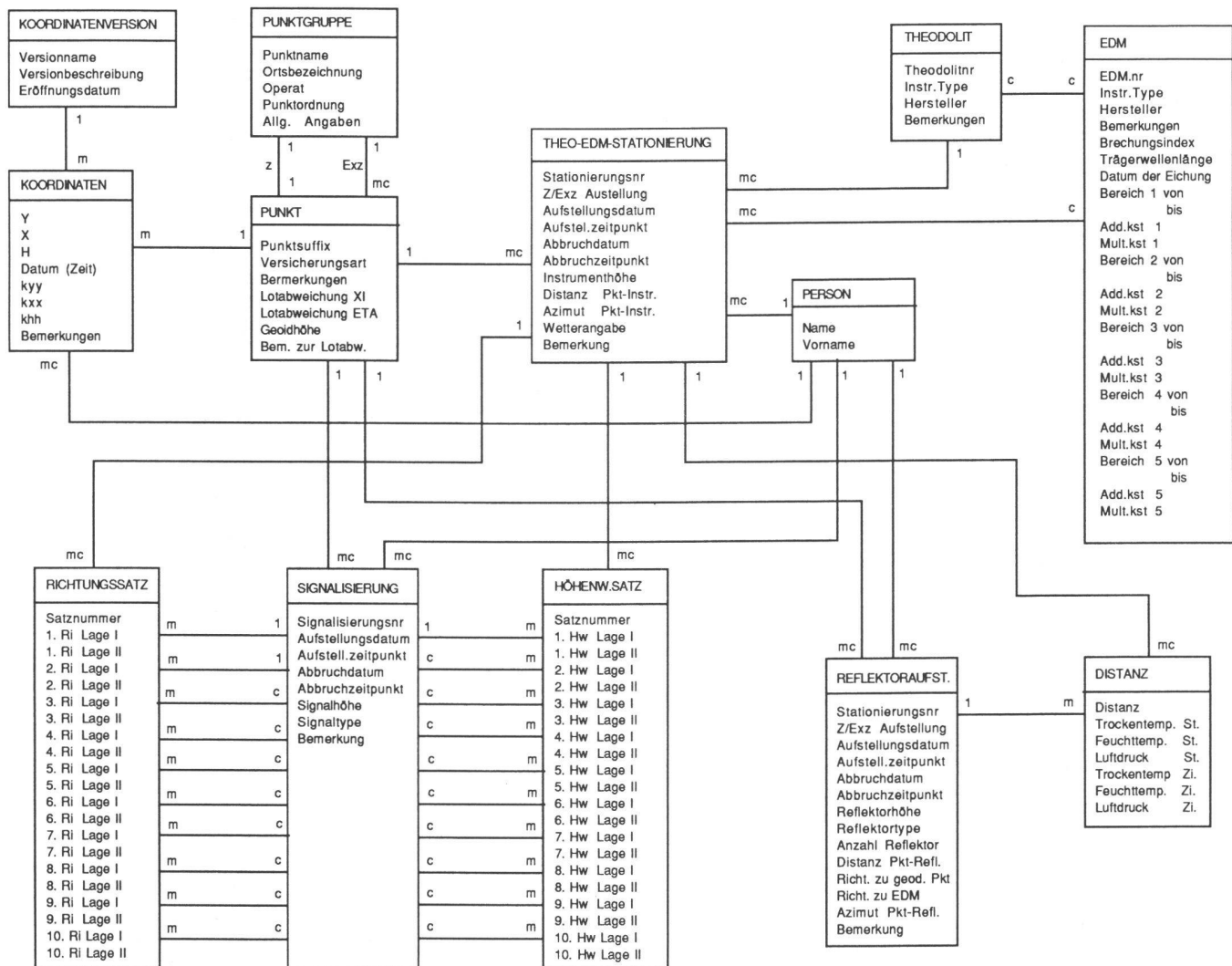


Abb. 8: Entitätenblockdiagramm der Datenstruktur von DATAUF-3.

Partie rédactionnelle

```
select punktnummer, hoehe
from punkt
where punktnummer >200
and y.koord <600000.0 /
```

wähle punktnummer und höhe derjenigen Entitäten vom Typ «punkt», wo punktnummer grösser 200 und y-Koordinate < 600 000 ist

Abb. 9: Beispiel von SQL.

- die Konsistenz wird überwacht
- die Datenbasis ist durch Schnittstellen geschützt gegen Eingriffe von aussen
- Mehrbenützerbetrieb ist möglich.

Die meisten auf dem Markt angebotenen DB-Systeme haben das sogenannte relationale Datenmodell implementiert: DB2, Ingres, Mimer, Oracle, Unify, Dbase III... Diese verwalten die Daten in Form von Tabellen.

Standard-Datenbanksysteme, wie z.B. Unify, umfassen:

- Ein Datenbankverwaltungssystem
- Eine prozedurale und eingebettete Datenmanipulationssprache (DML), deren Befehle als Prozeduren in Anwenderprogrammen eingesetzt werden können. Oft «Host Language Interface» genannt
- Eine Datenbeschreibungssprache (DDL) für die interaktive Schemadefinition
- Eine Abfragesprache des Typs «Query by Form» oder «Query By Example», die die Manipulation der Daten mittels Masken erlaubt
- Einen Maskengenerator für die automatische Erzeugung der Eingabe- und Abfragemasken
- Eine freie (selbständige, deskriptive) Abfragesprache wie SQL (Structured Query Language), die potentiell mehr leistet als die Maskenabfrage. Diese interaktive Abfragesprache erlaubt es, komplexere Abfragen über Kombinationen von mehreren Objekten zu formulieren.

Die folgende, geschachtelte Abfrage demonstriert die Verwendung einer Querbe-

ziehung zwischen den Entitäten «punkt» und «operat», mit der zum «operat» gehörenden «operatnummer» als Identifikationsschlüssel:

- Ein «Report-Writer», der die Resultate von SQL-Abfragen nach den Wünschen der Bearbeiter formatiert.

Es muss wiederholt werden, dass auch die Abfragesprachen «Query by Forms» und «SQL» mit dem Datenbankverwaltungssystem über die Datenmanipulationssprache DML kommunizieren.

Für den Datenbankadministrator werden viele Hilfsprogramme für die Steuerung und Überwachung der Datenbank angeboten:

- Schemaerweiterung und Rekonfiguration der DB, ohne den Datenbestand neu laden zu müssen
- Ein- und Ausgabemasken- und Menügenerator
- Backup durchführen
- Bei Systemabbrüchen: Recovery Funktion, mit der der Datenbestand seit dem letzten Backup mit einem Journal rekonstruiert werden kann
- Zugriffsberechtigung für den Datenschutz: Individuell, Gruppenweise mit Sperren von einzelnen Funktionen und einzelnen Attributen.

Falsche Vorstellungen über Datenbanken können ihre Einführung in die Praxis verhindern oder bremsen. Man muss unbedingt sehen, dass DBS keine «Black Boxes» sind und dass die Anwendungen von DBS nicht mit dem Einsatz von Super- oder Grosscomputer verbunden sind. DBS wie Oracle oder Unify, die auf Rechnern der mittleren Klasse laufen, stehen mit ihrer ganzen Umgebung auch für PC's

```
select *
from punkt
where operatnummer =
select operatnummer
from operat
where operatname = 'west' /
```

Wähle alle Attribute derjenigen Entitäten vom Typ «punkt», wo operatnummer gleich ist wie die operatnummer derjenigen Entitäten vom Typ «operat», wo der operatname gleich «west» ist.

Abb. 10: Beispiel von SQL.

zur Verfügung. Kommerzielle DBS sind für PC's ab 1600 Franken erhältlich, für Mikrocomputer ab 4000 Franken.

4. Nicht-Standard-Datenbanksysteme

Neben der Datenverarbeitung im Verwaltungsbereich hat die Anzahl der Nicht-Standard-Anwendungen in den letzten Jahren stark zugenommen, z.B. LIS (Land-Information-System), Büroautomation, CAD-CAM, Expertensysteme, Bildverarbeitung.

Die speziellen Eigenschaften solcher Anwendungen werden am Beispiel von LIS beschrieben:

- grosse Mengen vielseitiger Daten (Grundbuchvermessung, Bodenbedeckung, Bodennutzung, Mehrzweckkaster)
- Raumbezogenheit: Objekte im Raum mit Ort und Ausdehnung (raumbezogene Daten)
- geometrisch komplexe Objekte, d.h. raumbezogene Daten, die durch topologische (nicht metrische) Beziehungen charakterisiert sind, also z.B. topologische Grundfiguren: Punkte, Linien, Flächen und Netze
- Nachbarschaft von Objekten, d.h. Beziehungen zwischen Objekten mit verschiedenen Klassen, z.B. eine Parzelle mit dem dazugehörenden Haus
- verschiedene Versionen der gleichen Objekte
- lange dauernde Transaktionen (Tage oder Monate) bei Mutationen [Frank 83, Härder 85].

Unter komplexen Objekten versteht man Objekte, die aus einer Hierarchie von Gegenständen bestehen. Eine Parzelle ist z.B. ein Komplex-Objekt; eigene Attribute beschreiben ihre rechtlichen und administrativen Eigenschaften. Ihre geometrische und topologische Beschreibung aber ist komplexer. Die Parzelle wird durch eine Fläche definiert, die ihrerseits durch Kanten und Knoten definiert ist. Des weiteren dürfen sich Parzellen nicht überlappen.

Die Konsistenzprüfung von komplexen Objekten ist weitgehender und differenzierter als in klassischen Anwendungsbe- reichen (z.B. Strassen durch Häuser, Brandmauern oder Trottoirs). Es genügt nicht mehr, Standardtypen zu prüfen.

Wegen der Komplexität und dem Umfang der Daten benötigen die erwähnten Anwendungen Datenbanken.

Forschungsarbeiten (u.a. am Institut für Informatik und am IGP der ETHZ) haben gezeigt, dass herkömmliche Datenbanksysteme für Nicht-Standard-Anwendungen nicht geeignet sind. Sie weisen folgende Mängel auf:

- keine Unterstützung für das Modellieren von komplexen Objekten (z.B. Par-

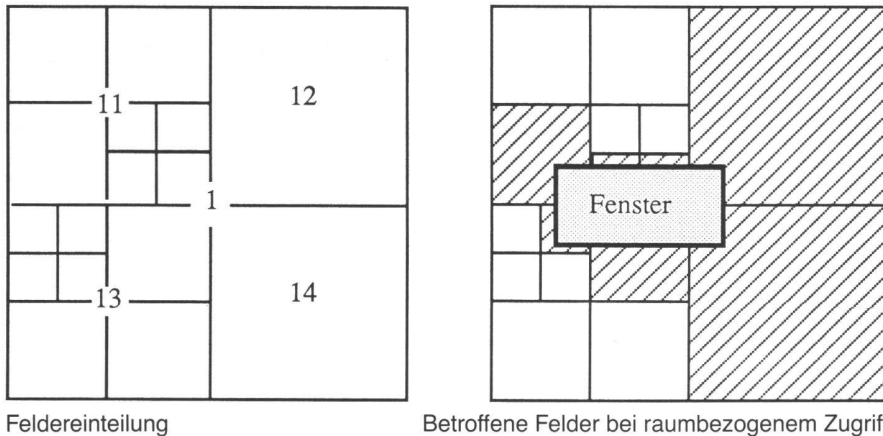


Abb. 11: Feldereinteilung der raumbezogenen Daten.

zellen). DBS mit dem relationalen Modell sind gerade für die Behandlung von Hierarchien nicht geeignet

- ungenügendes Typen-Konzept
- Mangel an Konsistenzprüfungen für komplexe Objekte.

Diese Arbeiten haben dazu geführt, neue Datenmodelle zu entwickeln wie z.B. das NF²-Modell (Non-First Normal-Form), das die Behandlung komplexer Objekte unterstützt.

Raumbezogene Datenbanksysteme müssen Algorithmen für den Zugriff auf ein mehrdimensionales Gebiet kombiniert mit verschiedenen Kategorien von Objekten anbieten. Sie sollen auch die Beschreibung von Beziehungen zwischen allen Objekttypen unterstützen.

Zu diesem Zweck wurde am IGP das Datenbanksystem PANDA (Pascal Netzwerkdatenbanksystem) entwickelt. PANDA ist speziell für die Behandlungen von raumbezogenen, komplexen Objekten geeignet und enthält Algorithmen, die die Nachbarschaft von raumbezogenen Objekten

auch in der Speicherorganisation beibehalten können. Durch die physikalische Bündelung von Nachbarinformationen werden die Daten – unabhängig von «Datenebenen» – benachbart auf der Disk gespeichert, was die Anzahl Diskzugriffe (Abb. 11) und die Wartezeiten bei einer interaktiven Arbeit wie Planzeichnen auf dem Bildschirm stark reduziert.

Zusammenfassend:

Der Zeit- und Kostenaufwand für die Erfassung von Daten verlangt ihre langfristige und sichere Aufbewahrung. Datenbanksysteme sind das geeignete Mittel, um die Daten und ihre Konsistenz zu verwalten. Aber es muss ein Modell der Realität im Computer «abgebildet» werden. Kommerzielle Datenbanksysteme unterstützen die Verwaltung von administrativen Daten sehr effizient. Leider zeigen diese Systeme aber bei der Behandlung von komplexen Objekten Schwachpunkte. Im Fall von LIS sollte der Ingenieur nicht einen Plan als Menge von Linien und Punkten speichern, sondern «komplexe Objekte»

mit ihrer Geometrie und ihren Bedeutungen bilden und diese verwalten. Das Modell kann je nach Anwendung mehr oder weniger verfeinert werden.

Literatur:

- Bauknecht K./Zehnder C.A. [85]: Grundzüge der Datenverarbeitung, Teubner Verlag, Stuttgart, 1985.
- Conzett R. [83]: EDV in der Vermessung, Skript zur Vorlesung, 1987.
- Conzett R., Kuhn W., Studemann B., Wigger U. [87]: Über Datenbanken. IGP-Bericht Nr. 136.
- Frank A. [83]: Datenstruktur für Landinformationssysteme: semantische, topologische und räumliche Beziehungen in Daten der Geo-Wissenschaft. IGP-Mitteilung Nr. 34.
- Frank A. [85]: Anforderungen an Datenbanksysteme zur Verwaltung grosser raumbezogener Datenbestände. VPK 1/85.
- Härder T. [85]: Architektur von Datenbanksystemen für Non-Standard-Anwendungen. Proc. GI-Fachtagung: «Datenbanksysteme in Büro, Technik und Wissenschaft», März 1985, Karlsruhe, Informatik Fachberichte Nr. 94.
- Kuhn W. [86]: Anmerkungen zu Informationssystemen und Datenbanken. IGP-Bericht Nr. 120.
- Studemann B. [86]: Datenstruktur von Triangulationsdaten (Datenstruktur für DATAUF-3) IGP-Bericht Nr. 117.
- Zehnder C.A. [87]: Informationssysteme und Datenbanken, Verlag der Fachvereine Zürich, und B.G. Teubner Verlag, Stuttgart, 5. Auflage 1987.

Adresse des Verfassers:

Dipl. Verm.Ing. Benoît Studemann
Kern & Co AG
CH-5001 Aarau