

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Forstverein
<b>Band:</b>	145 (1994)
<b>Heft:</b>	3
<b>Artikel:</b>	Beispiel eines waldbaulichen Betriebsinformationssystems : Datenbankentwurf für die Forstbetriebsplanung im Mittelland
<b>Autor:</b>	Good, Erich
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-766588">https://doi.org/10.5169/seals-766588</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.01.2026

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

# **Beispiel eines waldbaulichen Betriebsinformationssystems**

Datenbankentwurf für die Forstbetriebsplanung im Mittelland

Von *Erich Good*

FDK 2: 62: 68: UDK 519.68

## **1. Einleitung**

Das Aufkommen des Mikrocomputers hat heute bereits viele Forstarbeitsplätze verändert. Der «persönliche Computer» übernimmt im Forstbetrieb vielfältige Aufgaben, für welche er genügend leistungsfähig ist. Durch den Einsatz von kommerzieller Standardsoftware wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation oder forstspezifischen Anwendungen wie Holzverkauf und Betriebsabrechnung können bereits grosse Teile der betriebswirtschaftlichen und EDV-technischen Funktionen direkt im Forstbetrieb selber abgedeckt werden (vgl. *Heinimann*, 1991). Die Hauptaufgabe der Arbeitsplatzrechner in den Forstbetrieben ist die Unterstützung des Betriebsleiters in seiner Planungstätigkeit. Mit den lokalen Rechnern können individuelle Probleme vom Betriebsleiter selbstständig und speditiv gelöst werden. Falls die Aufgaben zu komplex sind, kann der Betriebsleiter sie über ein Kommunikationssystem an ein grösseres System zum Beispiel auf Ebene Kanton zur Bearbeitung weitergeben.

In den einzelnen Forstbetrieben werden heute grosse Datenmengen erhoben und gespeichert, die von Inventurergebnissen über Holzlisten bis zu Betriebsabrechnungsdaten reichen (*Bitter*, 1990, *Waldwirtschaftsverband*, 1993, *Weibel*, 1992). Die einfachste Form der Verwaltung dieser flächenbezogenen Daten ist eine Datenbank. Die forstlichen Datenbanken stehen nach Heinimann (1992) oft noch auf der Entwicklungsstufe von «elektronischen Notizbüchern», und es braucht noch umfassende konzeptionelle Arbeiten, um sie auf den heutigen Stand der Technik zu bringen (vgl. *Zehnder*, 1992).

Das Ziel dieser Arbeit ist ein methodischer Beitrag zu verschiedenen Fragestellungen der konzeptionellen Arbeit bei der Entwicklung von forstlichen Datenbankanwendungen. Darüber hinaus umfasst die vorliegende Arbeit einen logischen und physischen Datenbankentwurf für einen Forstbetrieb des Mittellandes und betrachtet die Behandlung von Datenableitungen. Im besonderen wurde ein Prototyp einer waldbaulichen Datenbank

(DB) unter Berücksichtigung der gesamten Datenstruktur des Forstbetriebes entwickelt (vgl. *Good*, 1993). Für die Prototyp-Entwicklung wurde ein leistungsfähiges Datenbank-Modellierungstool verwendet, um möglichst viel Zeit und Kosten zu sparen. Als Zielrechner für die Realisierung des logischen DB-Entwurfes war ein Arbeitsplatzrechner vorgegeben, weil die gespeicherte Datenmenge eines Forstbetriebes «relativ klein» bleibt.

## 2. Methodik der Datenmodellierung

### 2.1 Die Realitätsanalyse

Im Zusammenhang mit der Methodik der Datenmodellierung wird auf die Arbeiten von *Böhm et al.* (1993), *Elmarsi et al.* (1994) und *Zehnder* (1989) hingewiesen.

Die Realitätsanalyse ist einer der ersten Schritte bei der Herleitung von Datenstrukturen für die Entwicklung einer Datenbankanwendung. Die Analyse eruiert die Entitäten, die in der Realität existent sind, und deren Beziehungen zueinander. Eine Entität ist ein individuelles und identifizierbares Exemplar von Dingen oder Begriffen aus der realen oder gedachten Vorstellungswelt, das abgebildet werden soll. In einer ersten Phase der Realitätsanalyse werden die sogenannten Kernentitäten herauskristallisiert, in einer zweiten Phase wird das Datenmodell verfeinert. Bei der Analyse kann grundsätzlich auf zwei Arten vorgegangen werden:

- Top-down-Verfahren (deduktives Vorgehen)
- Bottom-up-Verfahren (induktives Vorgehen)

Das Top-down-Verfahren versucht im wesentlichen, durch Interviews der Betroffenen oder Analyse des bestehenden Sachverhalts die Kernentitäten zu formulieren. Das Bottom-up-Verfahren ermittelt die Kernentitäten aufgrund der vorliegenden Informationen, die insbesondere aus Formularen, aus gespeicherten Datenbeständen oder Listen herausgelesen werden können. Dieses Verfahren kann auch als Ergänzung zum Top-down-Verfahren angewendet werden, um das grobe Datenmodell zu verfeinern. Die *Abbildung 1* zeigt den Prozess der Realitätsanalyse. Das Resultat dieser Analyse wird in der Form eines Entity-Relationship-Modells (ERM) abgebildet.

### 2.2 Das Entity-Relationship-Modell

Das Entity-Relationship-Modell wird auch als «logisches Datenmodell» bezeichnet. Es ist eine graphische Darstellung der aus der Realitätsanalyse

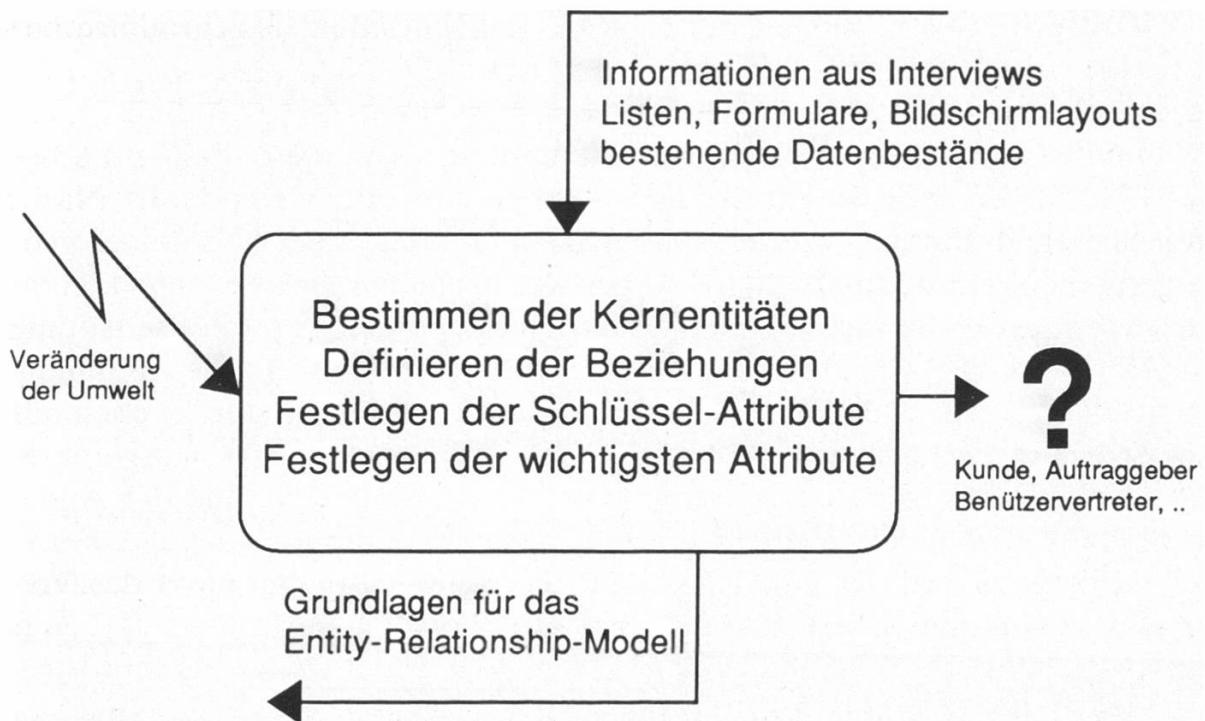


Abbildung 1. Die Realitätsanalyse (aus Böhm et al., 1993).

gewonnenen Erkenntnisse in der Entwurfsphase. Es umfasst die Entitäten, Beziehungen und Merkmale der realen Welt und dient als Grundlage für die Auswertung des logischen Datenbankentwurfs und der Implementierung der konkreten Datenbankanwendung. Heute werden vor allem relationale Datenbanken auf PC-Systemen angeboten, die sich ausgezeichnet für die Umsetzung des Entity-Relationship-Modells eignen.

### 2.3 Versionen im relationalen System

Das Verwalten von Daten unter dem Aspekt der Zeit bedeutet sehr viel konzeptionelle Arbeit. Der Begriff der Versionen in einem relationalen System bezieht sich hier auf die Objekte, deren Zustände sich im Laufe der Zeit ändern können. Grundsätzlich muss festgelegt werden, welche Objekte sich zeitlich verändern und von welchen Objekten es wichtig ist, die vergangenen Versionen zu kennen.

Die Forstbetriebe arbeiten bei der waldbaulichen Planung meist mit zeitbezogenen Daten von Einzelbeständen. Es ist deshalb notwendig, sich seriös mit der Problematik der Versionen auseinanderzusetzen. Es müssen folgende wichtige Punkte bei der Versionsverwaltung von Objekten (zum Beispiel Einzelbestand) beachtet werden:

- Auswertungen über zeitliche Veränderungen der Objekte müssen mit der Folge der Nachführungen möglich sein.

- Zustände und Versionen der Objekte müssen jederzeit reproduzierbar sein.

Im Zusammenhang mit dieser Problematik wird auf die Arbeit von *Kienast et al.*, 1991, hingewiesen. In dieser Arbeit wird die Methode der Nachführung einer Bestandeskarte und der Bestandesdaten mit Hilfe eines geographischen Informationssystems vorgestellt. In einem solchen System kommt der Versionsverwaltung der raum-zeitlichen Daten eine zentrale Bedeutung zu. Der erste Zustand der Bestandeskarte muss bei dieser Methode vollständig digitalisiert werden. Bei der Nachführung werden auf separaten Ebenen nur noch diejenigen Flächen erfasst, die sich ändern (zum Beispiel ausgeführte Waldverjüngungen). Mit der Vereinigung der Zustandskarte und der Änderungskarte wird erreicht, dass jedes Objekt mit geographischer Lage, Form, Identifikation, dem Zeitpunkt des Auftretens und dem Zeitpunkt des Verschwindens dokumentiert ist.

### **3. Fallstudie – Betriebsplan eines Forstbetriebes**

#### *3.1 Der logische Datenbankentwurf*

Beim logischen Datenbankentwurf wurde, ausgehend von der Anwendungswelt der waldbaulichen und betrieblichen Planung, ein ERM-Diagramm gebaut, welches die in der Anwendung vorhandenen Elemente der Bestandesinventur, der Planung und Kontrolle identifiziert und ihre Beziehungen untereinander abbildet. Das Verständnis der waldbaulichen und betrieblichen Planung und der Strukturierung der Daten in instantielle Daten (Probeflächen, Bestände) und zeitpunktbezogene Daten (Inventuren, Vollzug, Entwicklung) war für die Datenmodellierung sehr wichtig. Für die Modellierung wurde die von *Wintraecken* (1990) beschriebene NIAM (Nijssens Information Analysis Method) -Notation verwendet. Ein Vorteil dieser Notation ist, dass die Konsistenzbedingungen bereits explizit im DB-Entwurf festgelegt werden können. Das verwendete moderne Datenbankentwurfswerkzeug NIAM/RIDL™ erwies sich sowohl für den ersten, groben Modellierungsschritt wie auch für die Dokumentation als geeignetes Hilfsmittel. RIDL™ ist ein Paket von Programmen, das einerseits die graphische Definition des logischen Entwurfs erlaubt und diesen dann auf Korrektheit überprüft, andererseits wird ein Programmcode (SQL-Befehle) für die Tabellen- und die Plausibilitätsdefinitionen generiert. Der rechnerunterstützte Entwurfsprozess lieferte praktisch gratis eine konsistente und vollständige Dokumentation der entwickelten Datenstrukturen.

### *3.1.1 Die Anwendungswelt*

Eine gute Einführung in die Anwendungswelt der waldbaulichen Planung im Mittelland gibt das Handbuch für die Forstliche Betriebsführung in der Schweiz (*Hurst et al.*, 1990). Es diente als Arbeitsgrundlage für die Realitätsanalyse. Es wurde sowohl das Top-down- als auch das Bottom-up-Verfahren verwendet. Für die Bottom-up-Analyse standen Inventur-Aufnahmeanweisungen und Bestandesformulare (vgl. *Abbildung 2*), für die Top-down-Analyse das Wissen des Projektleiters zur Verfügung. Die wichtigsten Bestandesmerkmale (Attribute) waren der Bestandestyp, Alter, Flächengrösse, ertragskundliche Daten wie Oberdurchmesser und -höhe sowie die Planung und Kontrolle der Massnahmen mit Angabe der Eingriffsart, des Pflegeziels, des Pflegeprogramms und der Daten der Ausführung. Dabei wurde davon ausgegangen, dass der ursprüngliche Bestand seine Identifikation während der ganzen Planungsperiode beibehält. Aufgrund von Neuaufnahmen sollten die Daten über den Einzelbestand jederzeit aktuell gehalten werden können. Zudem sollte die Möglichkeit der Datenfortschreibung mit Hilfe von Bestandesentwicklungsmodellen vorhanden sein.

### *3.1.2 Das Entity-Relationship-Modell-Diagramm*

Nachdem die Entitäten und die Beziehungen ausformuliert wurden, konnte das Entity-Relationship-Modell des Ist-Zustandes dargestellt werden. Die Entitäten und ihre Beziehungen untereinander wurden beim Aufbau des ERM definiert, und jeder Entität ein eindeutiger, nicht veränderlicher Identifikationsschlüssel zugeordnet. Sie umfassen alle bei der Inventur erhobenen Bestandes- und Flächenattribute sowie Attribute für die Kontrolle und die Bestandesentwicklung. Die *Abbildung 3* zeigt einen Ausschnitt aus dem NIAM/RIDL™-Modell. Das Diagramm beschreibt die Entitäten der Anwendung (Probefläche, Bestandesinventur, Massnahmenplanung, Bestandesentwicklungsmodell, Erfolgskontrolle) und ihre Beziehungen zueinander.

## *3.2 Der physische Datenbankentwurf*

Der Vorteil von relationalen Datenbanken ist, dass das logische Datenmodell beinahe «telquel» im physischen Datenbankentwurf übernommen werden kann. Aufgrund der entwickelten ERM-Diagramme wurde auf dem PC-System eine waldbauliche Datenbank mit CLIPPER™ (relationales Datenbanksystem) aufgebaut. Die Massnahmen für die Erhaltung der Datenkonsistenz, das heisst der Widerspruchsfreiheit der in der Datenbank gespeicherten Daten, mussten dabei sichergestellt sein. Konsistenzbedingungen

<b>Karte der Bestockungseinheiten</b>									
<b>1. Bestandesbeschreibung</b>									
Eigentümer Peter Meier					Seite 1				
Abteilung 1	laufende Einheitsnummer 12	Kartennummer 32		Inventur 1992					
Entwicklungsstufe S1	Ddom 14	Entstehungsart NV	Bestandescode 321						
<b>Beschreibung</b> 1.0 50 Fichte 20 Bergahorn 20 Esche 10 Kirsche, Föhre 13m									
Alter 22 WP	Jahr Null 1970		Abt. Fläche 3.65	Nr. Fläche 0.45					
<b>Bemerkungen Bestand</b> Große Wind- und Schneebrechgefährdung									
<b>2. Massnahmenplanung</b>									
Eingriffsart Auslesedurchforstung									
Pflegeziel 30Fi 30Bah 30Es 10Ki									
Pflegeprogramm 4/4	Nächster Eingriff 1995		Dringlichkeit 3						
Astung J 4m	Wildschutz Zaun 120m	Besondere Massnahmen Steilrand							
<b>3. Erfolgskontrolle</b>									
Abteilung 1	laufende Einheitsnummer 12								
Massnahme		Ausführungsdatum	Teilfläche	Zeitaufwand	Kosten				
DP		3.08.87	0.45	13	390				
DP		9.09.91	0.25	7	210				
<b>Bemerkungen Kontrolle</b>									

Abbildung 2. Beispiel aus der Bestandesbeschreibung, Massnahmenplanung und Erfolgskontrolle.

können bei CLIPPER™ bei der Datenbankschemadefinition definiert werden. Für die Einhaltung der referenziellen Integrität und der Plausibilität der Attribute mussten spezielle Kontrollprogramme geschrieben werden.

Der Prototyp der waldbaulichen Datenbank kann nun dem Betriebsleiter zu einem raschen Überblick über seinen Betrieb verhelfen. Im Datenbankprogramm sind im weiteren einzelne Auswertungsprogramme integriert, die die notwendigen Informationsgrundlagen für eine flexible Betriebsführung schaffen. Dadurch wird die Arbeitsplanung bezüglich Zeitaufwand und Kosten, aber auch die Erfolgskontrolle wesentlich vereinfacht. Die Datenbank ermöglicht durch ihre Konzeption betriebsbezogene Auswertungen von aktuellen Bestandesdaten wie auch von Informationen der Vergangenheit. Eine Simulation der zukünftigen Entwicklung der Bestände ist mit speziellen Datenableitungen möglich.

### 3.3 Datenableitungen

Die waldbauliche Datenbank bildet die Grundlage für Auswertungen, konkrete Betriebsplanungen und Bestandessimulationen. Eine Datenableitung ist eine auf den Daten der Datenbank durchgeführte Berechnung, deren Resultate allenfalls wieder in der Datenbank gespeichert werden. Für den Forstbetrieb interessant sind Datenbankableitungen, die die Entwicklung von Beständen betreffen. Grundlage für die Ableitungsprogramme sind Bestandesmodelle, die das Wachstum der einzelnen Bestände simulieren. Für den Prototyp der waldbaulichen Datenbank wurde beispielsweise ein Ableitungsprogramm der baumartenspezifischen Bestandesentwicklung von Jungwaldflächen integriert, um die Pflegeaufwendungen besser planen zu können. Natürlich gibt es umfangreichere Modelle, für die man Ableitungsprogramme entwickeln kann. Das Modell *Lemm* (1991) simuliert beispielsweise die Entwicklung von dendrometrischen und ökonomischen Größen in Beständen und Betrieben. Mit dem dynamischen Simulationsmodell können konkrete Forstbetriebe verschiedene Waldentwicklungen langfristig prognostizieren und mit betriebsspezifischen Erlösen und Kosten monetär bewerten. Dem Betriebsleiter dient das Modell als Entscheidungshilfe für die langfristige Planung. Als Modelleingangsgrößen werden Bestandesdaten und Informationen des Betriebsleiters benötigt.

## 4. Folgerungen

Das komplexe System einer forstlichen Datenbank wurde in dieser Arbeit auf das Teilproblem der waldbaulichen Datenbank reduziert und dieses Teil-

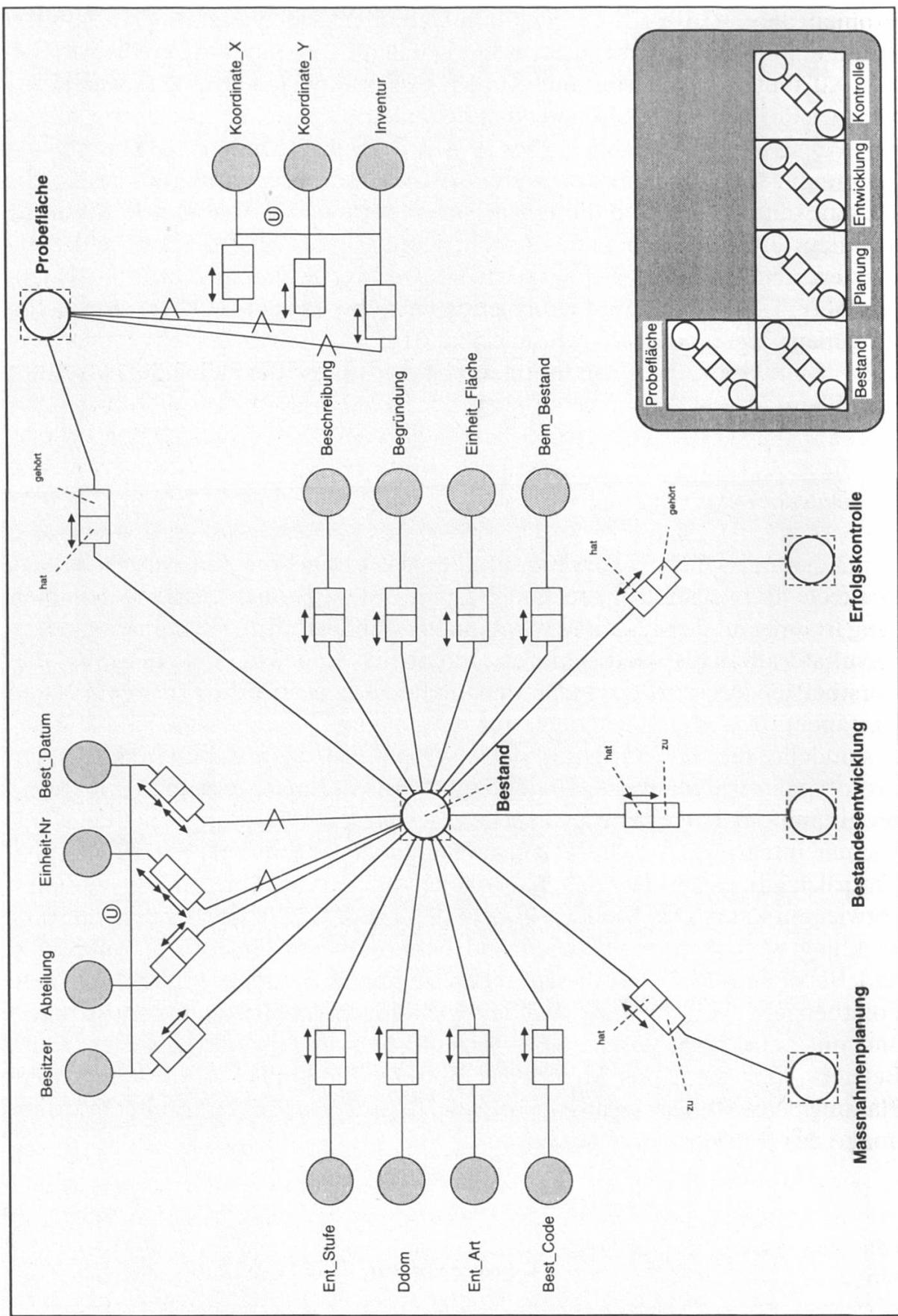


Abbildung 3. Beispiel aus dem logischen DB-Entwurf NIAM/RIDL™-Modell.

problem gelöst. Durch unsere eingeschränkten Fähigkeiten, komplexe Systeme zu verstehen und zu konstruieren, wird man gezwungen, diese Komplexität durch Zerlegung und Abstraktion zu reduzieren. Diese Komplexitätsreduktion war nur möglich, weil man im Rahmen des Gesamtproblems der forstlichen Planung das Teilproblem der waldbaulichen Planung identifizieren und abgrenzen konnte. Beim Datenbankentwurf hat es sich zudem gelohnt, darüber nachzudenken, welche Informationen für die waldbauliche und betriebliche Planung wirklich nötig sind und wie genau, wie vollständig und wie schnell die entsprechenden Daten nachgeführt sein müssen.

Für die Forstbetriebe ist es wichtig, dass sie im Sinne einer föderativen Informatiklösung ihre lokalen Datenbestände wie Waldbau, Forsteinrichtung und Rechnungswesen selbst verwalten können. Der Vorteil der Dezentralisierung der Datenbanken auf eigene PC-Systeme erlaubt Informationen «vor Ort» zu verarbeiten und zu speichern. Die betriebsspezifischen Daten können auf diese Weise von den Leuten kontrolliert werden, die sich am besten mit ihnen auskennen. Für überbetriebliche Auswertungen und Analysen können die bereits im Betrieb vorhandenen Datenbestände an eine moderne Dienstleistungszentrale für Informatik auf Ebene Kanton übergeben werden. Die Datenbestände können somit mit externen Daten, das heisst mit nicht im eigenen Betrieb erhobenen Daten, über einen gemeinsamen Überbau zusammengeschlossen werden, was spezielle Analysen ermöglicht. Eine der wichtigsten Voraussetzungen dazu sind gute Informationskonzepte auf Stufe Betrieb und Kanton.

## Résumé

### **Exemple d'un système d'information sylvicole**

#### **Esquisse d'une base de donnée pour le plan de gestion d'une entreprise forestière du plateau**

L'objectif de ce travail est de fournir une contribution méthodique à divers interrogations concernant la conception de l'élaboration d'application pour des bases de données forestières. D'autre part, le présent article relate l'esquisse de données logiques et physiques pour une entreprise forestière du plateau et décrit le traitement de données déductives. Plus particulièrement, un prototype d'une banque de données sylvicole considérant l'ensemble de la structure des données de l'entreprise forestière a été développée. Pour la mise au point de ce prototype, un outil de modélisation des banques de données performant a été utilisé afin d'économiser du temps et de réduire les coûts. Dans l'entreprise forestière, la quantité de données mémorisées restant relativement faible, l'ordinateur cible pour la réalisation de l'esquisse de la banque de données logiques fut un ordinateur personnel.

Traduction: *Pascal Schneider*

## Literatur

- Bitter, A. W. (1990): EDV-gestützte Unternehmensführung im Forstbetrieb mit Hilfe eines flächenbezogenen Betriebsinformationssystems. Dissertation des Forstwissenschaftlichen Fachbereichs der Universität Göttingen. 288 S.
- Böhm, R.; Fuchs, E.; Pacher, G. (1993): System-Entwicklung in der Wirtschafts-Informatik. Verlag der Fachvereine Zürich. 431 S.
- Elmasri, R.; Navathe, S. B. (1994): Fundamentals of Database Systems. 2nd Edition. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. California. 802 S.
- Good, E. (1993): Beispiel eines waldbaulichen Betriebsinformationssystems. Datenbankentwurf für den Betriebsplan des Lehrwaldes der ETH Zürich. Zürcher Wald Nr. 1/93: 35–36.
- Heinimann, H. R. (1991): Projekt INFOR (Informatiklösung in der Forstdirektion). Schlussbericht Forstdirektion des Kantons Bern. 31 S., unveröffentlicht.
- Heinimann, H. R. (1992): Informatikvorhaben im Forstwesen. Schweiz. Z. Forstwes., 143 (1992) 5: 381–391.
- Hurst, A.; Schneiter, P.; von Büren, D. (1990): Handbuch für die Forstliche Betriebsführung in der Schweiz. Projekt Nr. 4012–10703 des Nationalen Forschungsprogrammes 12 «Holz, erneuerbare Rohstoff- und Energiequelle».
- Kienast, F.; Frank, C.; Leu, R.: (1991): Analyse raumzeitlicher Daten mit einem Geographischen Informationssystem. Ber. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. Nr. 328, 1991. 36 S.
- Lemm, R. (1991): Ein dynamisches Forstbetriebs-Simulationsmodell. Dissertation ETH Zürich. Professur für Forsteinrichtung und Waldwachstumskunde. 235 S.
- Waldwirtschaftsverband (1993): Wichtige Daten für die Waldwirtschaft. Wald und Holz (1993) 3: 32–33.
- Weibel, T. (1992): Datenbank mit Inventurdaten. Sanasilva Teilprojekt 9. Professur für Forsteinrichtung und Waldwachstum ETH Zürich. 27 S.
- Wintraecken, J. J. V. R. (1990): The NIAM information analysis method: theory and practice. Kluwer Academic Publishers. 469 S.
- Zehnder, C. A. (1989): Informationssysteme und Datenbanken. 5. Auflage. Verlag der Fachverlage Zürich. 274 S.
- Zehnder, C. A. (1992): Vom integrierten zum föderativen System – in welchem auch Fremdsoftware Platz findet. Kursunterlage 1.1. Kurs «Führung grosser Informationssysteme», 22. September 1992. 7 S.

Verfasser: Erich Good, dipl. Forsting. ETH, Bahnhofstrasse 14, CH-7323 Wangs.