*Andreas Heuer*
*Gunter Saake*

# Datenbanken

## Konzepte und Sprachen

**Zweite, aktualisierte und erweiterte Auflage**

mitp

Die Deutsche Bibliothek — CIP-Einheitsaufnahme

**Heuer, Andreas:**
Datenbanken: Konzepte und Sprachen /
Andreas Heuer; Gunter Saake
– Bonn : MITP-Verlag, 2000
ISBN 3-8266-0619-1

ISBN 3-8266-0619-1
2. Auflage 2000



*Printed in Germany*



Ein Unternehmen der verlag moderne industrie AG & Co. KG, Landsberg

*Druck*
Media-Print, Paderborn

*Umschlaggestaltung*
Justo Garcia Pulido, Bonn

*Satz und Layout*
Andreas Heuer, Rostock; Gunter Saake, Magdeburg

mitp

# Vorwort zur zweiten Auflage

Die erste Auflage des Biber-Buches erschien im September 1995 [HS95]. In der seitdem verflossenen Zeit ist die Entwicklung im Datenbankbereich nicht stehengeblieben — wichtige Themen in den Jahren 1999 und 2000 wie UML, SQL-99, XML, JDBC und SQLJ, objektrelationale Datenbanken, Internet-Datenbanken, Datenbankintegration in Föderationen, semistrukturierte Datenbanken und Data Warehouses spielten damals noch keine wichtige Rolle oder waren nicht in präsentierbarer Form. Daher ist es nun an der Zeit, mit der zweiten Auflage eine umfassendere Überarbeitung vorzunehmen, die hiermit vorliegt.

## Verweise auf den zweiten Band

Ein weiterer Grund für eine Überarbeitung ist die Fertigstellung des lang angekündigten "Biber-2"-Buches [SH99a], das sich primär Implementierungstechniken für DBMS widmet und daher das alte Kapitel 10 "Weitere Komponenten und Aufgaben" überflüssig macht. Dieses Kapitel wurde nunmehr entfernt, und Verweise auf [SH99a] wurden an vielen Stellen eingebaut. Gleichzeitig werden einige Abschnitte aus [SH99a] in dieses Buch übernommen, da sie eher zu den grundlegenden Konzepten und Sprachen gehören (beispielsweise Date Warehouses, Data Mining, semistrukturierte Daten und XML, Multimedia-Datenbanken). Diese Abschnitte werden dann in zukünftigen Auflagen des "Biber-2"-Buches entfernt.

## Neue Kapitelstruktur

Desweiteren erfolgte eine Umstrukturierung der Kapitel, wobei mehrere alte Kapitel aufgespalten wurden:

- Kapitel 3 (Datenbankmodelle): Die frühere Darstellung von Datenbankmodellen wurde in dieser zweiten Auflage deutlich erweitert und besteht nun aus zwei Kapiteln:
  - Kapitel 3 beschreibt die Datenbankmodelle, die für den Datenbankentwurf eingesetzt werden.
  - Kapitel 4 umfaßt alle konkreten Datenbankmodelle, die für die Realisierung in Datenbanksystemen genutzt werden.
- Kapitel 4 (Datenbankentwurf und -definition): Die frühere Darstellung wurde um Verfahren zur Integration von heterogenen Datenbanken und aktuelle Datendefinitionssprachen erweitert und besteht jetzt aus zwei Kapiteln:
  - Kapitel 5 konzentriert sich auf den konzeptionellen und logischen Entwurf eines Datenbankschemas.
  - Kapitel 7 enthält in einem eigenen Kapitel die Datendefinitionssprachen für verschiedene konkrete Datenbankmodelle.
- Kapitel 7 (Relationale Datenbanksprachen): Die bisherige Darstellung der relationalen Datenbanksprachen wie SQL und QBE wurde insbesondere im Bereich von SQL und verschiedener SQL-Erweiterungen deutlich vertieft und erstreckt sich nun auf zwei Kapitel:
  - Kapitel 9 beschreibt ausschließlich die relationale Datenbanksprache SQL und ihre Erweiterungen.
  - Kapitel 10 erläutert in einem getrennten Kapitel die weiteren relationalen Datenbanksprachen wie QUEL, QBE, die QBE-Variante MS-Access, sowie regelbasierte und objektorientierte Ansätze.
- Kapitel 9 (Sichten, Datenschutz, Integrität und Trigger): Das bisherige Kapitel mit dem "Sammelsurium" an weiteren Datenbankkonzepten wurde in drei Kapitel thematisch aufgeteilt und in jedem Thema deutlich ausgebaut:
  - Kapitel 12 beschreibt Integritätssicherungsverfahren und insbesondere Trigger-Konzepte, wobei die Methoden der neuen SQL-Sprachvorschläge berücksichtigt wurden.
  - Kapitel 13 enthält die Darstellung des Sichtkonzeptes und erweitert den bisherigen Abschnitt um ausführlichere Informationen zu Änderungsoperationen auf Sichten und Sichten in objektorientierten Datenbanken.
  - Kapitel 14 behandelt schließlich Aspekte der Zugriffskontrolle und insbesondere die Rechtevergabe in Datenbanksystemen.

## Aktualisierungen und Erweiterungen

Unabhängig von den Kapiteln wurden speziell folgende Aktualisierungen und Erweiterungen vorgenommen:

- Detailliertere Diskussion von objektorientierten und objektrelationalen Modellen
- Übersicht über die Konzepte des aktuellen Standards SQL-99
- Modellierungs- und Sprachkonzepte für Data-Warehouse-Anwendungen
- Konzepte der Anwendungsprogrammierung im WWW-Umfeld

Unter anderem sind nun folgende Themen enthalten:

- SQL-99 und ODMG-97 (ODMG 2.0): Die neuen Standards für objektrelationale und objektorientierte Datenbanken
- UML für den objektorientierten Entwurf
- Mehrdimensionale Datenmodelle und OLAP-Operationen für Data Warehouses
- MS-Access als graphische Datenbankschnittstelle
- Konzepte von Suchmaschinen (Information Retrieval in Texten)
- SQL/PSM, ODBC, JDBC, SQLJ und CGI als Konzepte für die Datenbankanwendungsprogrammierung und die Erstellung von WWW-Applikationen
- Multimedia-Datenbanken, Digitale Bibliotheken und E-Commerce-Anwendungen

Dazu kommen viele Verbesserungen und Aktualisierungen im Detail.

Auch für die zweite Auflage geben wir in einer Abbildung 1 mögliche Wege durch das vorliegende Buch an. Nach den einführenden und damit grundlegenden Kapiteln 1 und 2 können verschiedene Kapitel übersprungen oder ausgewählt werden.

Da Datenbank-Vorlesungen unterschiedliche thematische Ausrichtungen haben können, haben wir im folgenden noch einmal verschiedene Schwerpunkte und die dazu passenden Kapitel aufgeführt. Ein $\surd$ bedeutet dabei "sehr wichtig", ein $\circ$ "bei Zeitknappheit nicht unbedingt notwendig" (siehe Tabelle 1).

Eine eher anwendungsorientierte Vorlesung für Wirtschaftsinformatiker oder Studiengänge mit Nebenfach Informatik könnte folgende Kapitel oder Abschnitte behandeln: 1, 2.1, 3.2, 3.3, 4.1, 5.2, 5.4, 6.1, 6.2, 7.1, 9, 11, sowie Teile von 12 bis 15.

Für Spezialvorlesungen in einer Vertiefungsrichtung Datenbanken werden in diesem Buch zumindest die "Anker" gelegt:

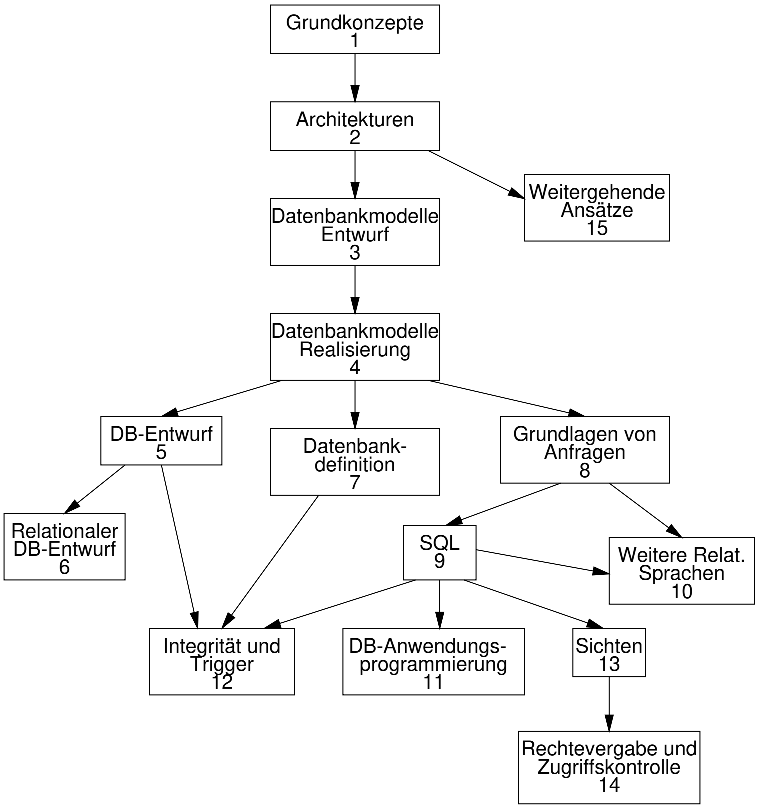


*Abb. 1: Abhängigkeiten zwischen den Kapiteln der 2ten Auflage*

- Eine Erweiterung der Kapitel 4 bis 7 ergibt eine Spezialvorlesung "Semantische Datenmodellierung und Datenbankentwurf".
- Kapitel 9 bis 11 können zu einer Vorlesung "Datenbank-Anwendungsprogrammierung" ausgebaut werden.
- Eine Erweiterung von Kapitel 12 führt zu einer Spezialvorlesung "Integritätssicherung".

## Danksagungen

Zu danken haben wir bei dieser Neuauflage insbesondere für Korrekturen und Hinweise für Aktualisierungen und Erweiterungen unseren (jetzigen und ehemaligen) Mitarbeitern Benedikt Berger, Stefan Conrad, Antje Düsterhöft, Mar-

| Kapitel: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Theorie | √ | | √ | √ | | √ | | √ | | ○ | | ○ | ○ | | |
| DB-Entwurf | √ | | √ | √ | √ | √ | √ | | | | | √ | √ | √ | |
| DB-Sprachen | √ | | | √ | | | √ | √ | √ | √ | √ | ○ | ○ | ○ | |
| Architektur | √ | √ | | | | | | | ○ | | ○ | ○ | √ | | √ |

*Tab. 1: Thematische Schwerpunkte und die dazu passenden Kapitel der zweiten Auflage*

tin Endig, Thomas Herstel, Petra Kegler, Meike Klettke, Joachim Kröger, Wolfgang Lindner, Astrid Lubinski, Holger Meyer, Beate Porst, Denny Priebe, Kai-Uwe Sattler, Eike Schallehn, Ingo Schmitt, Kerstin Schwarz, Patrick Titzler, Can Türker und Gunnar Weber. Bei folgenden Studenten und weiteren Lesern der 1. Auflage können wir uns für weitere Korrekturen und sonstige Reaktionen bedanken: Kai Bleek, Tilmann Fingerle, Oliver Vornberger, Stefan Trapp, Monika Treipl und Andre Zeitz.

Die Beispiele in MS-Access und die zugehörigen Screenshots hat Gunnar Weber erstellt. Einige der neueren Abschnitte sind inspiriert durch Beispiele und Ausführungen aus anderen Büchern, bei denen einer der Autoren Alleinautor [Heu97] oder Mitautor [CHRS98, SST97, SS00] war. Ein herzlicher Dank gilt daher den Mitautoren dieser Bücher. Stefan Conrad, Ingo Schmitt und Kai-Uwe Sattler stellten Material zu einigen Themenbereichen zur Verfügung und waren kritische Korrekturleser der betroffenen Abschnitte.

Ein Dankeschön geht auch an den zuständigen Lektor des MITP-Verlages, Ernst Heinrich Pröfener. Andreas Heuer möchte sich schließlich bei seiner Frau Renate bedanken, die die drastischen Aufwandsunterschätzungen Ihres Mannes in Bezug auf Neuauflagen von Büchern über Monate mit Gelassenheit ertragen hat ("Ich muß hier noch das Biberbuch aktualisieren. Das ist nicht so schlimm. Das dauert nur ein paar Tage.").

## *Technische Hinweise*

Alle technischen Hinweise bleiben im Vergleich zum Vorwort der ersten Auflage unverändert. Der Leser möge sich im folgenden Vorwort zur ersten Auflage in den entsprechenden Passagen informieren. Ein zusätzlicher Hinweis betrifft das Symbol □, das normalerweise am rechten Rand erscheint und das Ende von abgegrenzten "Umgebungen" wie Definitionen, Beispielen und Übungsaufgaben ankündigt.

## *Weitere Informationen*

Auch die E-Mail-Adressen

`heuer@informatik.uni-rostock.de`
`gunter.saake@cs.uni-magdeburg.de`

und WWW-Adressen

```
http://wwwdb.informatik.uni-rostock.de/biber/
http://wwwiti.cs.uni-magdeburg.de/biber/
```

bleiben unverändert. Der Verlag ist mittlerweile unter

```
http://www.mitp.de
```

erreichbar.

### *Frei verfügbare SQL-Datenbanksysteme*

Während vor fünf Jahren noch kaum frei verfügbare Datenbanksysteme existierten, hat sich die Situation inzwischen entscheidend geändert. Viele Datenbanksysteme sind (zumindest für den Privatgebrauch oder die Ausbildung) Public Domain, wie beispielsweise die gerade im Linux- und Internet-Bereich beliebten mSQL und MySQL. Da beide Systeme leider nicht den in diesem Lehrbuch dargestellten Sprachstandard SQL-92 (und selbst nicht den älteren Standard SQL-89) unterstützen, können wir aber auch auf die meisten Hersteller relationaler Datenbanksysteme verweisen, die in vielen Fällen Versionen für den privaten Gebrauch, Evaluierungslizenzen oder zumindest zeitlich oder speicherplatztechnisch eingeschränkte Versionen frei verfügbar machen. Zu den derzeit bekannten Systemen gehören hier Adabas D (Software AG Darmstadt), DB2 UDB (IBM), Informix Dynamic Server / Universal Option, Sybase, CA Open Ingres II und Oracle 8i. Nähere Informationen halten wir auf den oben angegebenen WWW-Seiten zu diesem Buch bereit.

Rostock und Magdeburg, im Januar 2000

Andreas Heuer und Gunter Saake

# Vorwort zur ersten Auflage

Datenbanksysteme gehören zu den entscheidenden Software-Bausteinen in einer modernen EDV-Umgebung und somit auch zu den Kernfächern in Universitäts- oder Fachhochschul-Studiengängen der Informatik und Wirtschaftsinformatik, aber auch in vielen Studiengängen mit Nebenfach Informatik. Während viele Konzepte und Komponenten von Datenbanksystemen wichtig für jeden Informatiker — teilweise sogar für viele EDV-Anwender — sind, gibt es auch Interna, die für Datenbankspezialisten wie Datenbankadministratoren oder Implementierer von Datenbanksystemen interessant sind, aber nicht für Informatiker mit anderer Spezialisierung oder gar den EDV-Anwender.

Dieses Buch **Datenbanken — Konzepte und Sprachen** behandelt primär die für den Anwender von Datenbanksystemen (und damit erst recht für den Spezialisten) entscheidenden Konzepte, Sprachen und Komponenten, die für ihn auch direkt sichtbar sind. Implementierungstechniken und interne Speicherstrukturen sind nicht Gegenstand dieses Buchs. Schwerpunktmäßig werden die wichtigsten Phasen im Datenbankeinsatz, also

- die Anwendungsmodellierung mit semantischen Datenbankmodellen,
- der Datenbankentwurf für klassische Datenbankmodelle, speziell für das Relationenmodell,
- das Auswerten und Manipulieren von Datenbeständen mit Hilfe von Anfrage- und Änderungsoperationen,
- die Umsetzung dieser Operationen in Datenbanksprachen wie SQL,
- die Spezifikation und Überwachung von Integritätsbedingungen, sowie
- der Einsatz von Sichten und Datenschutzmechanismen

behandelt. Dabei werden die Grundlagen und Prinzipien ausführlich motiviert und erläutert, aber auch die Umsetzung in kommerziell eingesetzte Sprachen detailliert vorgestellt. Damit soll der Bogen von den “Wurzeln” der Datenbanktechnik bis zum Einsatz im kommerziellen Bereich geschlagen werden.

Das Buch ist speziell auch zugeschnitten auf Vorlesungen in modernen Studienplänen, die nach dem Vordiplom ein Kernstudium vorsehen, in dem die entscheidenden Bereiche der theoretischen, technischen und angewandten/praktischen Informatik gelehrt werden. Zu diesem Kernstudium, das dann für alle Informatiker obligatorische Vorlesungen enthält, paßt auch eine Vorlesung **Datenbanken — Konzepte und Sprachen**, wie sie mit Hilfe dieses Buchs gelesen werden kann. Nach dem Kernstudium können dann verschiedene Vertiefungsgebiete angeboten werden und speziell für Datenbank-Interessierte auch Systemdetails, Implementierungstechniken und spezielle Arten von Datenbanksystemen und Datenbank-Architekturen vorgestellt werden. Es ist geplant, daß diesem Buch weitere Bücher für dieses Vertiefungsstudium folgen. Die Struktur des ersten geplanten Buchs wird sich den Themen, die hier in Kapitel 10 und 11 nur angerissen werden, widmen und diese vertiefen.

In Abbildung 2 geben wir mögliche Wege durch dieses Buch an. Nach den einführenden und damit grundlegenden Kapiteln 1 und 2 können verschiedene Kapitel übersprungen oder ausgewählt werden.

Da Datenbank-Vorlesungen unterschiedliche thematische Ausrichtungen haben können, haben wir im folgenden noch einmal verschiedene Schwerpunkte und die dazu passenden Kapitel aufgeführt. Ein $\surd$ bedeutet dabei “sehr wichtig”, ein ($\surd$) “bei Zeitknappheit nicht unbedingt notwendig” (siehe Tabelle 2).

| **Kapitel:** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Theorie | $\surd$ | | $\surd$ | | $\surd$ | $\surd$ | ($\surd$) | | ($\surd$) | | |
| Datenbankentwurf | $\surd$ | | $\surd$ | $\surd$ | $\surd$ | | | | $\surd$ | | |
| DB-Sprachen | $\surd$ | | $\surd$ | | | $\surd$ | $\surd$ | $\surd$ | ($\surd$) | | |
| Architekturen | $\surd$ | $\surd$ | | | | | ($\surd$) | ($\surd$) | ($\surd$) | $\surd$ | ($\surd$) |

*Tab. 2: Thematische Schwerpunkte und die dazu passenden Kapitel*

Eine eher anwendungsorientierte Vorlesung für Wirtschaftsinformatiker oder Studiengänge mit Nebenfach Informatik könnte folgende Kapitel oder Abschnitte behandeln: 1, 2.1, 3.2, 3.3, 3.4, 4.2, 4.4, 4.5, 5.1, 5.2, 7, 8, (9), (11).

Für Spezialvorlesungen in einer Vertiefungsrichtung Datenbanken werden in diesem Buch zumindest die “Anker” gelegt:

- Eine Erweiterung der Kapitel 4 und 5 ergibt eine Spezialvorlesung “Semantische Datenmodellierung und Datenbankentwurf”.
- Kapitel 7 und 8 können zu einer Vorlesung “Datenbank-Anwendungsprogrammierung” ausgebaut werden.
- Eine Erweiterung von Kapitel 9 führt zu einer Spezialvorlesung “Integritätssicherung”.

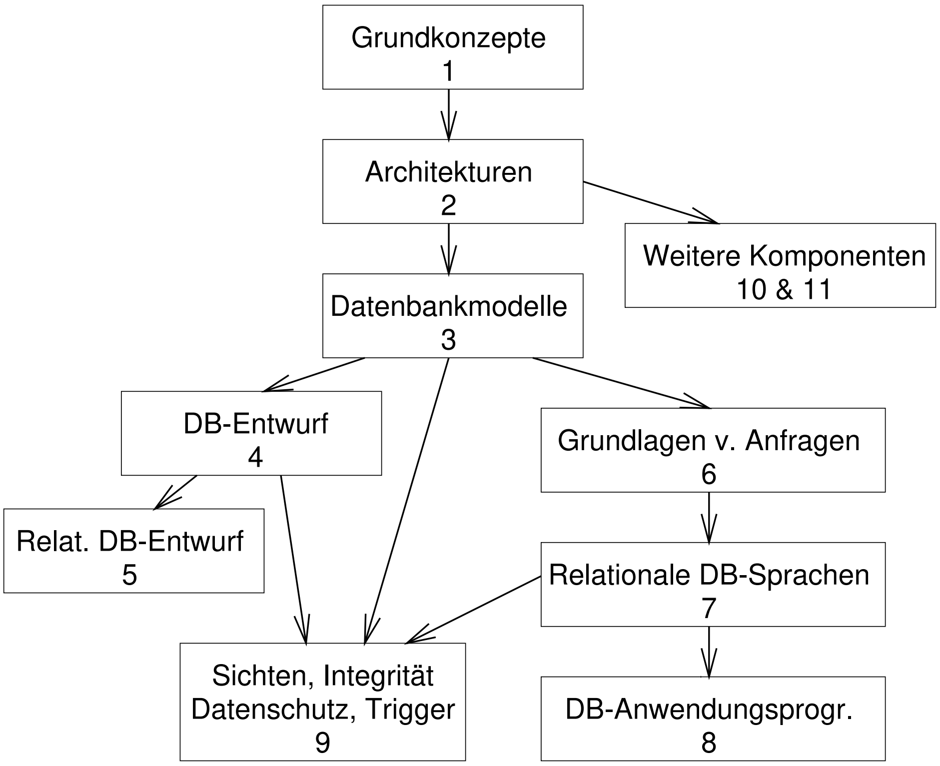


*Abb. 2: Abhängigkeiten zwischen den Kapiteln dieses Buchs*

- Kapitel 10 ist die Grundlage für eine übliche Fortsetzungsvorlesung ("Datenbanken II") zu der hier vorgeschlagenen Grundvorlesung ("Datenbanken I").
- Jeder Abschnitt von Kapitel 10 und jeder Abschnitt von Kapitel 11 reißt ein Gebiet an, das zu Spezialveranstaltungen ausgebaut werden kann (Anfrageoptimierung, Transaktionsverwaltung, verteilte Datenbanken, interoperable Datenbanken, . . . ).

### *Danksagungen*

Zu danken haben wir einer großen Anzahl von Personen, die direkt oder indirekt zum Entstehen dieses Buchs beigetragen haben. Die Überlassung von Folienkopien und Skripten von Hans-Dieter Ehrich, Martin Gogolla, Udo Lipeck, Perdita Löhr-Richter, Gregor Engels, Gerti Kappel, Michael Schrefl, Stefan Conrad und Heinrich Jasper haben Inhalt und Aufbau des Buchs beeinflußt. Dies

gilt auch für bestehende Lehrbücher zu dieser Thematik, wie die Bücher von Jeffrey Ullman [Ull88, Ull89], Ramez Elmasri und Shamkant Navathe [EN94], Gottfried Vossen [Vos94], Patrick O'Neil [O'N94], Chris Date [Dat95, DD93] und David Maier [Mai83].

Die Mitarbeiter in den Lehrstühlen beider Autoren mußten unter der Erstellung des Buchs aus diversen Gründen leiden. Unser besonderer Dank gilt darum

- den Rostocker Mitarbeitern Bernd Griefahn, Holger Meyer, Joachim Kröger, Uwe Langer[1] und Astrid Lubinski für inhaltliche Anmerkungen, konstruktive Kritik und das Beisteuern von Übungsaufgaben, sowie ganz besonders Jürgen Schlegelmilch für den 24-Stunden-Hotline-Support in Sachen LaTeX und die Mühe bei der Schlußredaktion,

- den Magdeburger Mitarbeitern Stefan Conrad, Thorsten Hartmann, Jan Kusch, Ingo Schmitt und Can Türker für inhaltliche Anmerkungen, konstruktive Kritik und das Beisteuern von Übungsaufgaben, sowie

- den ehemaligen Clausthaler und Braunschweiger Mitarbeitern, die an der Lehre im Bereich Datenbanken bis Anfang 1994 beteiligt waren, insbesondere Jutta Göers für das Beisteuern von Übungsaufgaben und Thomas Weik für die Mitarbeit beim "Showdown" der Korrekturphase.

Die Studenten in den Datenbank-Grundvorlesungen waren aufmerksame Hörer und kritische Leser von Skripten und anderen Vorversionen des Buchs. Gedankt sei den Studenten in Rostock, speziell den freiwilligen Korrekturlesern Holger Janz, Sven Popp, Jörn-Ulrich Meister und René Erdmann, den Studenten in Magdeburg als alpha-Tester des Buchmanuskripts, den Studenten in Clausthal-Zellerfeld und Braunschweig, die die Urur-, Ur- und Vorversionen des aktuellen Skripts schrittweise verbessern halfen.

Für konstruktive Hinweise zu Vorversionen danken wir ganz besonders Michael Schrefl, Alexander Schill, Bernhard Thalheim, Nelson Mattos und Klaus-Dieter Schewe. In zwei Korrekturrunden, für die wir uns herzlich bedanken, hat Ingrid Erdmann uns auf diverse sprachliche und stilistische Mängel hingewiesen. Korrekturhinweise, die in diesen korrigierten ersten Nachdruck eingeflossen sind, lieferten Stefan Conrad, Karl-Michael Goeschka, Joachim Kröger, Holger Meyer, Jürgen Schlegelmilch, Holger Riedel, Marcus Seelis, Can Türker, Mark Richters, Thomas Kudrass, Normen Seemann und Oliver Hein. Unser allergrößter Dank gilt jedoch Christa Loeser von International Thomson Publishing, die das ganze Buch hervorragend betreut hat, uns die gesamte organisatorische Arbeit abgenommen hat, die Kontakte zu LaTeX-"Stylisten" und SQL-Freeware-Lieferanten geschaffen hat und "Nerven aus Stahl" bewiesen hat, selbst als die Autoren zum x-ten Mal den Abgabetermin wieder einmal

[1] Danke auch für die Korrekturarbeit!

"um nur einen Monat" verschieben wollten. Danke für das dauernde Krisenmanagement, das Umplanen von Erscheinungsterminen und die Korrekturrunden auf der "Zielgeraden"!

Beschließen möchten wir die Danksagungen mit zwei persönlichen Dankesworten: Andreas Heuer möchte sich insbesondere bei seiner Frau Renate bedanken, die mit stoischer Ruhe den "nach-diesem-Buch-wird-es-endlich-ruhiger"-Zweckoptimismus ihres Mannes erträgt. Gunter Saake möchte sich bei seinen Eltern und den anderen Familienmitgliedern bedanken, die ihn während der Bucherstellung noch seltener zu Gesicht bekamen als üblich.

## *Technische Hinweise*

Alle in diesem Buch auftauchenden Produktnamen können mit Trademarks belegt sein, auch wenn dies nicht kenntlich gemacht wird.

Bei der Angabe der Syntax von Anweisungen benutzen wir folgende Konventionen: Mit {, | und } wird eine Liste von Alternativen angegeben. Dagegen wird mit `[` und `]` ein Teil als optional markiert.

Wir benutzen im vorliegenden Buch einige typographische Konventionen, um bestimmte Textteile vom normalen Text abzuheben. Neu definierte Begriffe und Hervorhebungen werden in *Kursivschrift* notiert. `Programmtexte` und aus ihnen entnommene `Bezeichner` werden in einer nicht-proportionalen Schrift notiert; **`Schlüsselworte`** hierbei fett hervorgehoben. Speziell in SQL-Beispielen werden *Datentypnamen* und *`Tupelvariablen`* besonders hervorgehoben.

Häufig verwandte Abkürzungen wie RDBS sind im Anhang im Abkürzungsverzeichnis erläutert. Die Pluralform jeder Abkürzung bilden wir wie im Englischen durch ein angehängtes s. Der Plural von RDBS ist damit RDBSs.

Attributnamen wie `Inventarnummer` werden aus Platzgründen auch in abgekürzter Form (etwa `InvNr` oder `InventarNr`) verwendet, falls der volle Name aus dem Zusammenhang hervorgeht.

Die Strukturierung des Buchs erfolgt in numerierte Kapitel (etwa 2), Abschnitte (etwa 3.4) und Unterabschnitte (etwa 4.1.2). Paragraphen und Absätze haben eine Zwischenüberschrift, tragen aber keine Nummer.

## *Weitere Informationen*

Zu diesem Buch können über die E-Mail-Adressen

```
heuer@informatik.uni-rostock.de
gunter.saake@cs.uni-magdeburg.de
```

Informationen angefragt und konstruktive Hinweise zum Inhalt des Buchs abgegeben werden, die wir bei einer weiteren Auflage des Buchs berücksichtigen können. Über WWW werden Schritt für Schritt weitere Informationen und Begleitmaterialien zu diesem Buch zur Verfügung gestellt, insbesondere

- Folien zu einer Datenbank-Grundvorlesung als Postscript-File,

- Lösungen zu ausgewählten Aufgaben und weitere Aufgaben zu den Kapiteln dieses Buchs,
- Informationen über konkrete Datenbanksysteme und ihre Eigenschaften, die in diesem Buch aus Aktualitätsgründen und der extrem kurzen Halbwertszeit von systembezogenen Informationen entfallen mußten,
- Informationen zu begleitend einsetzbaren SQL-Systemen, die für Lehr- und Ausbildungszwecke auf PCs verwendet werden können, und in denen die Aufgaben und Beispiele dieses Buchs zumindest auszugsweise erprobt werden können.

Die URLs für das WWW sind

`http://wwwdb.informatik.uni-rostock.de/biber/`
`http://wwwiti.cs.uni-magdeburg.de/biber/`

Der Verlag ITP stellt Informationen bereit unter:

`http://www.itp.de`

## *Frei verfügbare SQL-Datenbanksysteme*

Eine Testversion des SQL-Datenbanksystems SQL-Base (im Rahmen der etwas veralteten Datenbank-Entwicklungsumgebung SQL-Windows 5.0) steht im WWW bereit (für Windows 3.1). In der Testversion gibt es keine Beschränkung in der Funktionalität oder Dauer der Nutzung, sondern nur eine Mengenbeschränkung (festgelegte Maximalgröße der Datenbank). Ebenfalls unter den angegebenen WWW-Adressen findet sich eine leistungsfähigere und neuere Version des SQL-Datenbanksystems ADABAS D von der Software AG (geeignet für Testdatenbanken bis 100 MB, für Windows95, Windows-NT und Linux). Vielen Dank an Herrn Gärtner von der SAG für die gute Zusammenarbeit!

## *Zum Titelbild*

Am Schluß noch ein Dank an den Graphiker, der für das Titelbild zuständig war: Justo Garcia Pulido hat unsere Ideen von einem fleißigen Tier, arbeitend inmitten großer Datenbestände, mit dem freundlichen Bibliotheks-Biber hervorragend umgesetzt. Viel Spaß nun auch dem Leser beim "Durchnagen" durch den folgenden Stoff.

Rostock und Magdeburg, im September 1995
(und für den korrigierten, ersten Nachdruck: März 1997)

Andreas Heuer und Gunter Saake

# Inhaltsverzeichnis