

Datenbanken

Relationale Datenbanken, SQL
und Datenbankentwurf



Lucien Sina

Datenbanken

Relationale Datenbanken, SQL und Datenbankentwurf

Lucien Sina

22.6.2026

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	7
2	Einführung	10
2.1	Warum Datenbanken?	11
2.1.1	Daten in Alltag und Informatik . .	11
2.1.2	Typische Anwendungsbereiche . .	12
2.1.3	Probleme der traditionellen Daten- verwaltung	14
2.2	Was ist ein Datenbanksystem?	16
2.2.1	Datenbank und Datenbankmana- gementsystem	17
2.2.2	Aufgaben eines DBMS	18
2.2.3	Benutzer und Anwendungen	19
2.3	Vorteile von Datenbanksystemen	21
2.3.1	Vermeidung von Redundanz und Inkonsistenz	21
2.3.2	Zentrale Verwaltung und Mehrbe- nutzerbetrieb	22

2.3.3	Sicherheit, Integrität und Wartbarkeit	23
2.4	Aufbau eines Datenbanksystems	24
2.4.1	Überblick über die Komponenten	25
2.4.2	Wie eine Anfrage verarbeitet wird	26
2.4.3	Ein erstes vereinfachtes Architekturmodell	27
2.5	Die drei Ebenen der Datenbeschreibung	28
2.5.1	Externe Ebene	29
2.5.2	Konzeptuelle Ebene	29
2.5.3	Interne Ebene	30
2.5.4	Datenunabhängigkeit als Leitidee	30
2.6	Das Datenbankmanagementsystem	34
2.6.1	Aufgabe des DBMS	35
2.6.2	Wie das DBMS eine Anfrage verarbeitet	36
2.6.3	Warum die Übersetzung mehrstufig ist	37
2.6.4	Weitere Aufgaben des DBMS	38
2.6.5	Zusammenfassung	39
2.7	Weitere Komponenten	39
2.7.1	Werkzeuge für Benutzer und Entwickler	40
2.7.2	Hilfsprogramme für den Betrieb der Datenbank	41
2.7.3	Katalog, Data Dictionary und Repository	42
2.8	Modelle für die konzeptuelle Ebene	44
2.8.1	Aufgabe eines Datenmodells	44

2.8.2	Semantische Datenmodelle	45
2.8.3	Warum nicht einfach direkt das DBMS-Modell verwenden?	46
2.8.4	Übergang zum Entity- Relationship-Modell	47
2.9	Das Entity-Relationship-Modell	47
2.9.1	Grundidee des ER-Modells	48
2.9.2	Entity-Typen und Entities	49
2.9.3	Attribute	49
2.9.4	Beziehungstypen	50
2.9.5	Schlüssel und Primärschlüssel	51
2.9.6	Komplexität von Beziehungen	51
2.9.7	Schwache Entity-Typen	52
2.9.8	Bedeutung des ER-Modells für den Datenbankentwurf	53
2.9.9	Grafische Darstellung des Entity- Relationship-Modells	54
2.9.10	ER-Modell-Erweiterungen	61
2.10	Aufgaben und Lösungen	66
2.11	Anwendungs- und Transferaufgaben	74
3	Relationale Datenbanken	81
3.1	Das relationale Datenmodell	81
3.1.1	Grundidee: Daten als Tabellen	82
3.1.2	Mathematische Grundlage des re- lationalen Modells	83
3.1.3	Tupel als Repräsentation realer Ob- jekte	84
3.1.4	Dynamik von Relationen	84

3.1.5	Relationenschema	85
3.1.6	Schema und Ausprägung	86
3.1.7	Darstellung als Tabelle	86
3.1.8	Erste Normalform	87
3.1.9	Ausblick	87
3.1.10	Modellierung mit Relationen . . .	88
3.1.11	Schlüssel	91
3.1.12	Arbeiten mit relationalen Daten- banken	96
3.1.13	Grundlegende Sprachen für relatio- nale Datenbanken	99
3.1.14	Vereinigung und Differenz	103
3.1.15	Spezialoperationen	112
3.2	SQL	122
3.2.1	Die SELECT-Anweisung	124
3.2.2	Tupelvariablen in SQL	127
3.2.3	Der JOIN-Operator	129
3.2.4	Inner Joins und Outer Joins	131
3.2.5	Weitere Operatoren in der WHERE-Klausel	135
3.2.6	Geschachtelte Anfragen (Subqueries)	137
3.2.7	Erweiterte Auswertung von Sub- queries und Mengenoperationen . .	140
3.2.8	Aggregationsfunktionen	144
3.2.9	Gruppierung	148
3.2.10	Datenmanipulation	152
3.2.11	Schemamanipulation	157
3.2.12	Sichten (Views)	161

3.2.13	Konsistenz, Transaktionen und Recovery	165
3.2.14	Steuerung von Transaktionen . . .	169
3.2.15	SQL-Kopplung an Programmiersprachen	173
3.3	Aufgaben und Lösungen	177
4	Prozedurale SQL-Erweiterungen	200
4.1	Stored Procedures und Funktionen	202
4.2	Trigger	204
4.3	Cursor	207
5	Logischer Datenbankentwurf	210
5.1	Der konzeptuelle Datenbankentwurf . . .	212
5.2	ER-Modell zu relationalem Schema	215
5.3	Gute relationale Schemata	222
5.4	Funktionale Abhängigkeiten	226
5.5	Normalformen	233
5.6	Aufgaben und Lösungen	239
6	Abschließende Gedanken	248
6.1	Zusammenfassung	248
6.2	Ausblick	250
6.3	Buchempfehlungen	251
7	Impressum	257

Kapitel 1

Vorwort

Datenbanken gehören zu den wichtigsten Grundlagen der Informatik. Nahezu jede moderne Software verarbeitet Informationen, die dauerhaft gespeichert, zuverlässig verwaltet und effizient abgefragt werden müssen. Ob Online-Shops, soziale Netzwerke, Bibliothekssysteme, Krankenhausinformationssysteme oder Unternehmensanwendungen – überall bilden Datenbanken das Fundament der Informationsverarbeitung.

Dieses Buch richtet sich an Studierende der Informatik, Auszubildende in IT-Berufen sowie alle Interessierten, die einen fundierten und verständlichen Einstieg in die Welt der Datenbanken suchen. Es setzt keine vertieften Vorkenntnisse voraus und führt Schritt für Schritt in die wesentlichen Konzepte relationaler Datenbanksysteme ein.

Zu Beginn werden die grundlegenden Aufgaben und

der Aufbau von Datenbanksystemen erläutert. Anschließend lernen Sie das Entity-Relationship-Modell kennen, mit dem sich Daten unabhängig von einem konkreten Datenbanksystem modellieren lassen. Darauf aufbauend werden das relationale Datenmodell sowie die wichtigsten Bestandteile der Datenbanksprache SQL behandelt. Neben der Formulierung von Abfragen werden auch Datenmanipulation, Sichten, Transaktionen sowie prozedurale Erweiterungen wie Stored Procedures, Trigger und Cursor vorgestellt. Abschließend widmet sich das Buch dem logischen Datenbankentwurf, der Transformation von ER-Modellen in relationale Schemata sowie den Grundlagen der Normalisierung.

Besonderer Wert wurde auf eine didaktisch klare Darstellung gelegt. Neue Begriffe werden schrittweise eingeführt, anhand anschaulicher Beispiele erläutert und in einen größeren Zusammenhang eingeordnet. Ziel ist es nicht nur, einzelne SQL-Befehle oder Definitionen auswendig zu lernen, sondern die dahinterstehenden Konzepte nachhaltig zu verstehen.

Ein weiterer Schwerpunkt dieses Buches liegt auf der aktiven Wissensanwendung. Jedes größere Kapitel enthält zahlreiche Übungs- und Transferaufgaben mit ausführlichen Lösungen. Dadurch können Sie Ihren Lernfortschritt selbst überprüfen und das erworbene Wissen unmittelbar anwenden. Die Aufgaben orientieren sich sowohl an typischen Hochschulveranstaltungen als auch an den Anforderungen der beruflichen Praxis.

Datenbanken sind ein faszinierendes Gebiet der Infor-

matik, weil sie theoretische Grundlagen mit praktischer Anwendbarkeit verbinden. Wer ihre Konzepte versteht, schafft eine wichtige Voraussetzung für das Verständnis moderner Informationssysteme und legt zugleich eine solide Basis für weiterführende Themen wie Datenbankoptimierung, verteilte Datenbanken, Data Warehousing oder Big Data.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen, erfolgreiches Lernen und viel Erfolg bei Studium, Ausbildung und Praxis.

Lucien Sina

Kapitel 2

Einführung

Daten sind aus der heutigen Informationswelt nicht mehr wegzudenken. In nahezu allen Bereichen des Alltags und der Technik werden Informationen erfasst, gespeichert, geändert, ausgewertet und weitergegeben. Bereits kleine Anwendungen, etwa eine Adressverwaltung oder eine digitale Notizsammlung, müssen zuverlässig mit Daten umgehen. In größeren Systemen, beispielsweise bei Online-Shops, Bibliotheksverwaltungen, Krankenhäusern oder Universitäten, kommen sehr viel größere Datenmengen zusammen, die von vielen Personen gleichzeitig genutzt werden. Damit solche Daten nicht unübersichtlich werden und jederzeit sinnvoll verfügbar bleiben, benötigt man geeignete Verfahren zu ihrer Verwaltung.

Genau hier setzen Datenbanken und Datenbanksysteme an. Sie stellen eine systematische und strukturierte Form der Datenverwaltung bereit und bilden damit

eine wichtige Grundlage moderner Informationssysteme. Dieses Buch führt Schritt für Schritt in die grundlegenden Ideen, Begriffe und Techniken der Datenbanktechnik ein. Im Mittelpunkt stehen zunächst die Motivation und der Nutzen von Datenbanksystemen. Erst darauf aufbauend werden die interne Struktur, die Modellierung von Daten und später auch die relationale Datenbanktechnik und SQL behandelt.

2.1 Warum Datenbanken?

Datenbanken entstehen nicht aus theoretischem Interesse, sondern aus einem ganz praktischen Bedürfnis: Daten sollen dauerhaft, geordnet und verlässlich gespeichert werden. Solange eine Anwendung nur wenige Daten verwaltet, reicht dafür manchmal eine einfache Dateiablage aus. Sobald aber die Datenmenge wächst, mehrere Personen gleichzeitig arbeiten oder Informationen in verschiedenen Zusammenhängen benötigt werden, treten schnell Probleme auf. Datenbanksysteme wurden entwickelt, um solche Probleme zu vermeiden und eine robuste Grundlage für die Datenverwaltung bereitzustellen.

2.1.1 Daten in Alltag und Informatik

Im Alltag begegnen uns Daten ständig. Eine Fahrkarten-App speichert Buchungen, ein Onlineshop verwaltet Kunden, Artikel und Bestellungen, ein Streamingdienst merkt sich Suchverläufe und Favoriten, und eine Universität hält

Informationen über Studierende, Lehrveranstaltungen und Prüfungen vor. Auch im privaten Bereich werden Daten gesammelt, etwa in Kontaktlisten, Kalendern, Fotoarchiven oder Banking-Apps.

In der Informatik sind Daten nicht nur Begleiterscheinung, sondern oft der eigentliche Inhalt eines Systems. Ein Programm zur Verwaltung von Büchern, eine Anwendung zur Krankenhausplanung oder ein Portal zur Notenverwaltung hat nicht in erster Linie Berechnungen zum Ziel, sondern die zuverlässige Verwaltung von Informationen. Damit solche Systeme sinnvoll funktionieren, müssen Daten nicht nur gespeichert, sondern auch gezielt gefunden, verändert, verknüpft und geschützt werden.

Dabei zeigt sich schnell ein grundlegender Unterschied zwischen Daten und Informationen. Daten sind zunächst einmal einzelne gespeicherte Werte, etwa Namen, Nummern, Datumsangaben oder Beträge. Erst durch ihre Einordnung in einen Zusammenhang erhalten sie Bedeutung. Eine Zahl allein sagt wenig aus; als Kundennummer, Matrikelnummer oder Rechnungsbetrag kann dieselbe Zahl jedoch sehr verschiedene Rollen spielen. Datenbanksysteme helfen dabei, diesen Zusammenhang strukturiert abzubilden.

2.1.2 Typische Anwendungsbereiche

Datenbanksysteme werden überall dort eingesetzt, wo viele Informationen übersichtlich und dauerhaft verwaltet werden müssen. Besonders typisch sind Anwendungen in Unternehmen, Behörden und Bildungseinrichtungen.

Einige Beispiele machen dies deutlich:

- **Unternehmensanwendungen:** Kundendaten, Aufträge, Rechnungen, Lagerbestände und Lieferungen müssen zuverlässig verwaltet werden.
- **Universitätsverwaltung:** Studierende, Lehrveranstaltungen, Prüfungen, Räume und Belegungen stehen in vielfältigen Beziehungen zueinander.
- **Gesundheitswesen:** Patientendaten, Termine, Diagnosen, Behandlungen und medizinische Dokumente müssen sicher und konsistent gespeichert werden.
- **Online-Handel:** Produkte, Warenkörbe, Bestellungen, Zahlungsinformationen und Versanddaten sind eng miteinander verknüpft.
- **Bibliotheken und Archive:** Medien, Benutzer, Ausleihen und Vormerkungen müssen übersichtlich organisiert sein.

Allen diesen Anwendungen ist gemeinsam, dass die Daten nicht isoliert vorliegen, sondern zueinander in Beziehungen stehen. Ein Kunde bestellt mehrere Artikel, ein Student belegt mehrere Veranstaltungen, ein Patient erhält mehrere Behandlungen, und ein Buch kann im Laufe der Zeit mehrfach ausgeliehen werden. Gerade solche Zusammenhänge machen die Datenverwaltung anspruchsvoll. Je größer und vernetzter die Daten werden, desto wichtiger wird eine klare Struktur.

Datenbanksysteme sind deshalb nicht nur für große Unternehmen relevant. Auch kleinere Anwendungen profitieren von einer systematischen Datenhaltung. Schon wenn Daten mehrfach verwendet werden, mehrere Personen darauf zugreifen oder spätere Erweiterungen zu erwarten sind, zahlt sich eine saubere Datenbanklösung aus.

2.1.3 Probleme der traditionellen Datenverwaltung

Bevor Datenbanksysteme verbreitet waren, wurden Informationen oft in getrennten Dateien abgelegt, die jeweils für einen bestimmten Zweck erstellt wurden. Eine solche Lösung ist für sehr kleine Anwendungen zunächst praktikabel. Sobald jedoch mehrere Programme auf ähnliche Daten zugreifen oder der Datenbestand wächst, zeigen sich schnell die Schwächen dieser Vorgehensweise.

Mehrfache Speicherung derselben Information

In einer traditionellen Dateiverwaltung werden gleiche oder sehr ähnliche Daten häufig in mehreren Dateien abgelegt. Man denke etwa an eine Musikschule, die Anmeldungen, Kursbelegungen und Zahlungsinformationen jeweils getrennt verwaltet. Dann können Namen, Adressen oder Kontaktdaten in mehreren Dateien gleichzeitig vorkommen. Das führt zu zusätzlichem Speicherbedarf und macht spätere Änderungen aufwendiger.

Kurz gesagt: Dieselbe Information muss mehrfach gepflegt werden.

Widersprüchliche Daten

Wenn eine Information an mehreren Stellen gespeichert ist, müssen alle Kopien bei einer Änderung auch tatsächlich angepasst werden. Wird beispielsweise die neue Adresse einer Schülerin nur in einer Datei aktualisiert, in einer anderen Datei aber nicht, so stehen verschiedene Angaben nebeneinander. Solche Widersprüche sind in traditionellen Dateisystemen schwer zuverlässig zu vermeiden.

Kurz gesagt: Mehrfach gespeicherte Daten können leicht voneinander abweichen.

Enge Bindung zwischen Programm und Datenstruktur

Bei der traditionellen Datenverwaltung ist der Aufbau einer Datei oft direkt auf das jeweilige Programm zugeschnitten. Soll später ein zusätzliches Merkmal gespeichert werden, etwa eine Telefonnummer oder eine E-Mail-Adresse, dann reicht es nicht aus, nur die Datei zu erweitern. Häufig müssen auch alle Programme angepasst werden, die mit dieser Datei arbeiten. Dadurch werden Änderungen teuer und fehleranfällig.

Kurz gesagt: Ändert sich die Datenstruktur, müssen oft auch die Programme geändert werden.

Geringe Anpassungsfähigkeit

Neue Auswertungen oder neue Anwendungen lassen sich nur mit erheblichem Aufwand umsetzen, wenn die benötigten Informationen über mehrere Dateien verteilt sind. Möchte die Musikschule etwa erfahren, welche Schülerinnen und Schüler in mehreren Kursen angemeldet sind und gleichzeitig noch offene Zahlungen haben, müssen Daten aus verschiedenen Dateien zusammengeführt werden. In einer traditionellen Dateiverwaltung ist das oft umständlich und nur mit zusätzlichem Programmieraufwand möglich.

Kurz gesagt: Neue Fragen an die Daten lassen sich nur schwer beantworten.

Diese Beispiele zeigen, dass eine einfache Dateiablage für kleine, klar abgegrenzte Aufgaben zwar ausreichen kann, für größere und länger genutzte Informationsbestände aber schnell an ihre Grenzen stößt. Genau an dieser Stelle setzt die Idee eines Datenbanksystems an: Daten sollen nicht mehr getrennt und anwendungsbezogen verwaltet werden, sondern gemeinsam, geordnet und für verschiedene Zwecke nutzbar.

2.2 Was ist ein Datenbanksystem?

Die vorherige Betrachtung hat gezeigt, dass die traditionelle Verwaltung von Daten in getrennten Dateien schnell an ihre Grenzen stößt. Sobald Informationen von mehreren Anwendungen gemeinsam genutzt werden

sollen, wächst der Bedarf an einer zentralen, geordneten und zuverlässig verwalteten Datenbasis. Genau dafür sind Datenbanksysteme gedacht.

Ein Datenbanksystem ist mehr als nur ein Speicherort für Daten. Es ist eine Kombination aus den eigentlichen Daten und der Software, die den Zugriff auf diese Daten organisiert, kontrolliert und absichert. Für den Benutzer ist dabei nicht entscheidend, wie die Daten intern abgelegt sind, sondern dass sie in einer geeigneten Form bereitgestellt, verändert und ausgewertet werden können. Das Datenbanksystem übernimmt also die Aufgabe, zwischen den Anwendungsprogrammen und der tatsächlichen Speicherung der Daten zu vermitteln.

2.2.1 Datenbank und Datenbankmanagementsystem

Im Alltag werden die Begriffe *Datenbank* und *Datenbanksystem* oft ungenau verwendet. Für ein präzises Verständnis ist es jedoch sinnvoll, zwischen den einzelnen Bestandteilen zu unterscheiden.

Die **Datenbank** ist die Menge der dauerhaft gespeicherten Daten. Man kann sie sich als die organisierte Sammlung von Informationen über einen bestimmten Anwendungsbereich vorstellen. Eine Bibliothek etwa speichert Daten über Bücher, Ausleihen, Leserinnen und Leser sowie Vormerkungen. Eine Musikschule verwaltet vielleicht Schülerinnen und Schüler, Kurse, Dozierende und Anmeldungen. Die Datenbank selbst enthält also nicht nur einzelne Werte, sondern eine geordnete Gesamt-

heit zusammengehöriger Informationen.

Das **Datenbankmanagementsystem** (DBMS) ist die Software, die diese Datenbank verwaltet. Es sorgt dafür, dass Daten angelegt, gelesen, geändert und gelöscht werden können. Vor allem aber bestimmt es, auf welche Weise Anwendungen auf die Daten zugreifen dürfen und wie diese Zugriffe koordiniert werden. Das DBMS ist damit die zentrale Steuerungseinheit des gesamten Systems.

Ein einfaches Bild kann den Zusammenhang verdeutlichen:

Benutzer und Anwendungen $\rightarrow$ DBMS $\rightarrow$ Datenbank

Die Anwendungen greifen also nicht direkt auf die gespeicherten Daten zu, sondern immer über das DBMS. Dadurch wird verhindert, dass jedes Programm seine eigene Sicht auf die Speicherung der Daten aufbaut. Stattdessen erhalten alle Beteiligten Zugriff auf eine gemeinsame, einheitlich verwaltete Datenbasis.

2.2.2 Aufgaben eines DBMS

Die wichtigste Aufgabe eines DBMS besteht darin, den Zugriff auf die Daten zu organisieren und zu vereinfachen. Der Benutzer soll nicht wissen müssen, in welcher Datei, auf welcher Speicherstruktur oder in welcher technischen Form die Daten intern abgelegt sind. Er oder sie stellt eine Anfrage, und das DBMS kümmert sich um die Ausführung.

Dazu gehören mehrere Teilaufgaben. Erstens muss das DBMS Daten so verwalten, dass sie dauerhaft gespeichert und bei Bedarf wieder gefunden werden können. Zweitens muss es Änderungen an den Daten ermöglichen, ohne dass die gesamte Anwendung neu aufgebaut werden muss. Drittens muss es Anfragen bearbeiten, die sich auch auf komplexe Zusammenhänge beziehen können. Ein Beispiel wäre die Frage, welche Mitglieder eines Sportvereins in mehreren Abteilungen aktiv sind und zugleich noch keine Beitragszahlung für das laufende Halbjahr geleistet haben.

Darüber hinaus übernimmt ein DBMS weitere wichtige Funktionen. Es prüft, ob Daten in zulässiger Form gespeichert werden, es verwaltet Zugriffsrechte und es hilft dabei, bei Fehlern oder Systemausfällen wieder zu einer konsistenten Datenlage zurückzukehren. Auch parallele Zugriffe mehrerer Personen oder Programme müssen so gesteuert werden, dass keine widersprüchlichen Ergebnisse entstehen.

Damit wird deutlich: Ein DBMS ist nicht bloß ein technischer Speichermechanismus, sondern ein umfassendes Verwaltungssystem für Daten. Es reduziert die Komplexität für den Benutzer und stellt zugleich sicher, dass die Daten konsistent, sicher und effizient genutzt werden können.

2.2.3 Benutzer und Anwendungen

Ein Datenbanksystem ist in der Regel für mehrere unterschiedliche Nutzergruppen gedacht. Diese Gruppen haben

oft verschiedene Interessen und benötigen dieselben Daten in jeweils anderer Form.

Ein Sachbearbeiter in einer Verwaltung benötigt etwa eine Übersicht über einzelne Personen, ihre Anschriften und ihre aktuellen Vorgänge. Eine Leitungsperson interessiert sich dagegen eher für Zusammenfassungen, Auswertungen und Gesamtzahlen. Eine Buchhalterin möchte Rechnungen, Zahlungen und offene Beträge sehen, während eine technische Anwendung vielleicht nur bestimmte Teilinformationen benötigt. Alle greifen auf dieselbe Datenbasis zu, aber nicht alle benötigen dieselben Ausschnitte davon.

Gerade diese unterschiedlichen Sichtweisen sind ein zentrales Merkmal von Datenbanksystemen. Ein und dieselbe Datenbank kann für verschiedene Aufgaben auf verschiedene Weise erscheinen. So kann eine Kundendatenbank für den Vertrieb anders aussehen als für die Buchhaltung oder den Versand. Die Daten selbst bleiben dieselben, aber die Darstellung und Nutzung ist unterschiedlich.

Auch Anwendungen greifen auf Datenbanken zu. Ein Online-Buchungssystem fragt beispielsweise freie Termine ab, trägt neue Reservierungen ein und storniert Einträge bei Bedarf. Ein Schulverwaltungsprogramm verwaltet Schülerdaten, Kurse und Noten. Eine Lagerverwaltungssoftware aktualisiert Bestände und erstellt Lieferübersichten. Die eigentliche Programmfunktion entsteht also oft erst dadurch, dass das Programm mit einer Datenbank zusammenarbeitet.

Damit wird der Grundgedanke des Datenbanksystems sichtbar: Daten sollen nicht isoliert in einzelnen Programmen stecken, sondern als gemeinsame Ressource für verschiedene Benutzer und Anwendungen zur Verfügung stehen. Das DBMS sorgt dafür, dass diese gemeinsame Nutzung technisch beherrschbar bleibt.

2.3 Vorteile von Datenbanksystemen

Datenbanksysteme wurden entwickelt, um die Schwächen der traditionellen Dateiverwaltung zu überwinden. Ihr zentraler Vorteil besteht darin, dass Daten nicht mehr von jeder Anwendung getrennt und unabhängig verwaltet werden, sondern in einer gemeinsamen, kontrollierten Form vorliegen. Dadurch wird die Arbeit mit Daten für verschiedene Programme, Benutzer und Aufgaben deutlich zuverlässiger und flexibler.

2.3.1 Vermeidung von Redundanz und Inkonsistenz

Eines der wichtigsten Ziele eines Datenbanksystems ist es, dieselben Informationen nicht unnötig mehrfach zu speichern. In einer traditionellen Dateiverwaltung kommt es leicht vor, dass dieselbe Adresse, dieselbe Artikelnummer oder derselbe Kundenname in mehreren Dateien auftaucht. Das ist nicht nur unübersichtlich, sondern führt auch zu zusätzlichem Pflegeaufwand.

Ein Beispiel ist ein kleiner Versandhandel. Die Kun-

daten stehen in einer Datei für Bestellungen, in einer anderen Datei für Rechnungen und vielleicht noch in einer dritten Datei für den Versand. Wird eine Adresse geändert, muss diese Änderung überall nachgetragen werden. Geschieht das an einer Stelle nicht, entstehen widersprüchliche Daten. Eine Bestellung könnte dann an die alte Adresse geschickt werden, obwohl im Rechnungswesen schon die neue Adresse hinterlegt ist.

Ein Datenbanksystem hilft dabei, solche Probleme zu vermeiden. Informationen werden an einer Stelle zentral gespeichert und von dort aus für verschiedene Zwecke bereitgestellt. Wo aus technischen oder praktischen Gründen eine gewisse Mehrfachspeicherung sinnvoll ist, kann das DBMS diese gezielt kontrollieren. Auf diese Weise werden Redundanz und die daraus entstehenden Inkonsistenzen deutlich reduziert.

2.3.2 Zentrale Verwaltung und Mehrbenutzerbetrieb

Ein weiterer großer Vorteil besteht darin, dass die Daten nicht von jeder Anwendung einzeln organisiert werden müssen. Stattdessen übernimmt das Datenbanksystem die zentrale Verwaltung. Dadurch entsteht eine gemeinsame Datenbasis, auf die verschiedene Programme und Benutzer zugreifen können.

Das ist besonders wichtig, wenn mehrere Personen gleichzeitig mit denselben Informationen arbeiten. Denken Sie etwa an eine Universitätsverwaltung: Das Prüfungsamt, das Sekretariat und die Fachbereiche greifen

alle auf Studierendendaten zu, allerdings mit unterschiedlichen Aufgaben. Während eine Stelle Prüfungsleistungen erfasst, benötigt eine andere Stelle vielleicht nur Adress- oder Einschreibedaten. Ein Datenbanksystem sorgt dafür, dass diese Zugriffe koordiniert ablaufen und sich die Beteiligten nicht gegenseitig behindern.

Gerade im Mehrbenutzerbetrieb ist eine zentrale Steuerung unverzichtbar. Ohne sie könnte es passieren, dass zwei Personen denselben Datensatz gleichzeitig ändern und am Ende nur eine der beiden Änderungen erhalten bleibt. Ein Datenbanksystem sorgt dafür, dass solche Konflikte vermieden oder zumindest kontrolliert werden. Dadurch bleibt die Datenbasis auch bei gleichzeitiger Nutzung zuverlässig.

2.3.3 Sicherheit, Integrität und Wartbarkeit

Datenbanksysteme bieten außerdem wichtige Mechanismen, die über die reine Speicherung hinausgehen. Dazu gehören Sicherheitsfunktionen, Prüfungen auf zulässige Daten und Hilfen für die langfristige Pflege eines Systems.

Unter **Sicherheit** versteht man zunächst den kontrollierten Zugriff auf Daten. Nicht jeder Benutzer soll alles sehen oder verändern dürfen. In einer Bibliotheksanwendung darf etwa die Ausleihe neue Buchungen erfassen, während normale Leserinnen und Leser nur ihren eigenen Kontostand oder ihre ausgeliehenen Medien sehen sollen. Ein Datenbanksystem kann solche Zugriffsrechte zentral verwalten.

Die **Integrität** der Daten bedeutet, dass die ge-

speicherten Informationen inhaltlich korrekt und widerspruchsfrei bleiben. So sollte etwa kein Bestelldatensatz existieren, der sich auf einen Kunden bezieht, der gar nicht in der Datenbank vorhanden ist. Ebenso darf ein Preis nicht ohne weiteres einen negativen Wert annehmen, wenn dies fachlich keinen Sinn ergibt. Solche Regeln können im Datenbanksystem festgelegt und automatisch überprüft werden.

Auch die **Wartbarkeit** verbessert sich deutlich. Wenn die Daten zentral verwaltet werden, lassen sich spätere Änderungen besser beherrschen. Muss etwa zu einem Personendatensatz zusätzlich eine Telefonnummer oder eine E-Mail-Adresse gespeichert werden, betrifft das nicht sofort jede einzelne Anwendung in vollem Umfang. Viele Programme können weiterhin mit der gleichen Datenbasis arbeiten, solange sie nur die Informationen nutzen, die sie wirklich benötigen. Das macht Erweiterungen und Anpassungen wesentlich einfacher.

Datenbanksysteme schaffen eine stabile, sichere und flexibel nutzbare Datenbasis. Sie reduzieren Redundanz, verringern Widersprüche, erleichtern die gleichzeitige Nutzung durch mehrere Benutzer und machen Daten langfristig besser pflegbar.

2.4 Aufbau eines Datenbanksystems

Nachdem deutlich geworden ist, welche Vorteile Datenbanksysteme gegenüber der traditionellen Dateiverwaltung haben, stellt sich die Frage, wie ein solches Sys-

tem grundsätzlich aufgebaut ist. Ein Datenbanksystem besteht nicht aus einer einzigen großen Komponente, sondern aus mehreren Teilen, die zusammenarbeiten. Erst das Zusammenspiel dieser Teile ermöglicht es, Daten zentral zu speichern, sicher zu verwalten und flexibel auszuwerten.

2.4.1 Überblick über die Komponenten

Im Kern besteht ein Datenbanksystem aus zwei Hauptbestandteilen: der **Datenbank** und dem **Datenbank-managementsystem** (DBMS). Die Datenbank enthält die gespeicherten Informationen selbst, also zum Beispiel Kundendaten, Buchungen, Bestellungen oder Prüfungsleistungen. Das DBMS ist die Software, die den Zugriff auf diese Daten organisiert und kontrolliert.

Daneben gibt es meist noch weitere Komponenten, die im praktischen Einsatz wichtig sind. Dazu gehören insbesondere die Anwendungsprogramme, mit denen Benutzer arbeiten, sowie die Benutzer selbst, die Daten eingeben, ändern oder auswerten. Auch Werkzeuge für Verwaltung, Sicherung und Überwachung gehören häufig zum Gesamtsystem.

Ein einfaches Beispiel kann dies veranschaulichen. In einem kleinen Online-Buchhandel greifen verschiedene Programme auf dieselbe Datenbasis zu: ein Programm für die Bestellannahme, eines für die Lagerverwaltung und eines für die Rechnungsstellung. Die gespeicherten Daten liegen zentral in der Datenbank. Das DBMS sorgt dafür, dass alle Programme nur auf die Daten zugreifen,