



Datenbanksysteme I

Vorlesungsskript

Mitschrift von Falk-Jonatan Strube

Vorlesung von Dr. Axel Toll

29. März 2016

Inhaltsverzeichnis

1 Datenbank als System und Modell	4
1.1 Daten als Unternehmensressource	4
1.1.1 Daten und Informationen	4
1.1.2 Klassifikation von Daten	5
1.1.3 Datenverschlüsselung	6
1.1.4 Speicher- und Zugriffsformen	8
1.2 Datenmodelle als Abbild	10
1.3 Datenbanksysteme als Grundlage	12
2 Datenbanksystem	14
2.1 Konventioneller / Datenbankorientierter Ansatz	14
2.2 Architektur von Datenbanksystemen	16
2.2.1 Grundlegende Begriffe	16
2.2.2 3-Ebenen-Architektur	17
2.2.2.1 Konzeptionelle Ebene	17
2.2.2.2 Externe Ebene	17
2.2.2.3 Interne Ebene	18
2.3 Aufbau und Arbeitsweise von DBMS	19
2.3.1 Zugriffsvermittlung	19
2.3.2 Unterstützung Datenbeschreibung-Entwicklung	20
2.3.3 Integritätssicherung	20
2.3.4 Zugriffsschutz	21
2.3.5 Dienstprogrammfunktionen	21
2.4 Datenorganisation	21

Prüfungsmodalitäten

PVL unbenoteter Beleg als Voraussetzung zur Prüfung

- 1.) Access-Beleg (in Papier-Form abzugeben)
- 2.) Abnahme der SQL-Praktikums-Aufgaben (Abnahme während Praktikumszeit)

SP schriftliche Prüfung, 90min

keine eigenen Unterlagen zugelassen. Nur zuvor ausgegeben Referenzen.

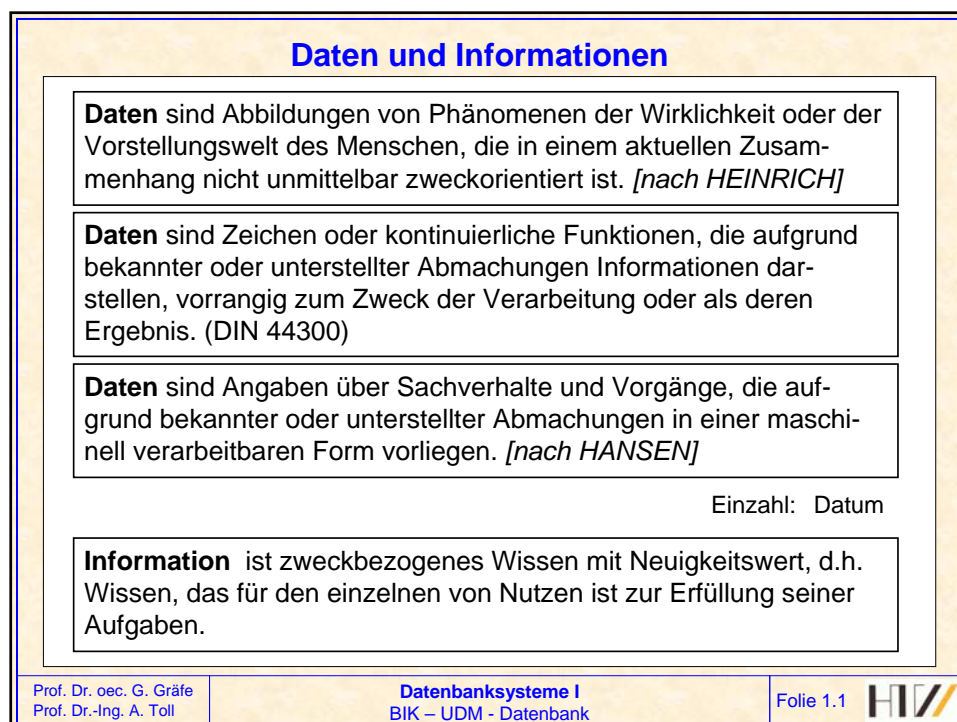
1 Betriebliche Informations- und Kommunikationssysteme - Unternehmensmodell - Datenbank

1.1 Daten als Unternehmensressource

1.1.1 Daten und Informationen


Redundante Daten bergen Gefahr von Inkonsistenz \Rightarrow Ziel: Schaffen von Datenbank mit folgenden Eigenschaften:

- ohne Inkonsistenzen (redundanzarm)
- Zugriffsschutz
- Mehrfachzugriff
- Backup-Möglichkeiten (mit Widerspruchsfreier Wiederherstellung)



Betriebliche Produktionsfaktoren

- klassische Faktoren
 - Betriebsmittel
 - Werkstoffe
 - Arbeitskraft
- Daten + Informationen

Probleme des Informatikeinsatzes		
➤	Softwarekrise trotz CASE Tools	mögliche Ursache: ungenügende Anforderungsanalyse und -definition
➤	Zu hoher Kostenaufwand in den letzten Entwicklungsphasen und in der Systemwartung	mögliche Ursache: unzureichende methodische Unterstützung der Anfangsphase
➤	Überschreitung von Lieferterminen	mögliche Ursache: mangelndes Projektmanagement
➤	Jahrhundertproblem der Informatik (Datenchaos)	mögliche Ursache: fehlende unternehmensweite Datenmodellierung
➤	Unzulängliche Anwendungssysteme, fehlende Nutzung	mögliche Ursache: unzureichende Einbeziehung der Nutzer in die Systementwicklung
Das Jahrhundertproblem der Informatik besteht in:		
➤	Der Bewältigung des Datenchaos, das infolge unkontrolliert gewachsener Datenbestände fast überall entstanden ist.	
➤	Der Schaffung einer einheitlichen, zentrale und dezentrale Datenbestände umfassenden Datenbasis, die für die effiziente Nutzung zukunftssträchtiger Möglichkeiten der Informatik - gemeint sind benutzerfreundliche, auch Nichtinformatikern zumutbare Anwendungs-generatoren und höhere Datenbanksprachen - unerlässlich ist. <i>[nach Vetter]</i>	
Prof. Dr. oec. G. Gräfe Prof. Dr.-Ing. A. Toll	Datenbanksysteme I BIK – UDM - Datenbank	Folie 1.2 

Große Datenbestände ⇒ Maßnahmen zur Datenorganisation

Eine mögliche Organisationsform (logisches Konzept): Ablage in Relationen (=Tabelle)

Eine Zeile in dieser Tabelle nennt man *Datensatz* (Tupel, Record, ...).

Eine Spalte nennt man *Datenfeld*.

1.1.2 Klassifikation von Daten

Mögliche Kriterien für Datenfeld

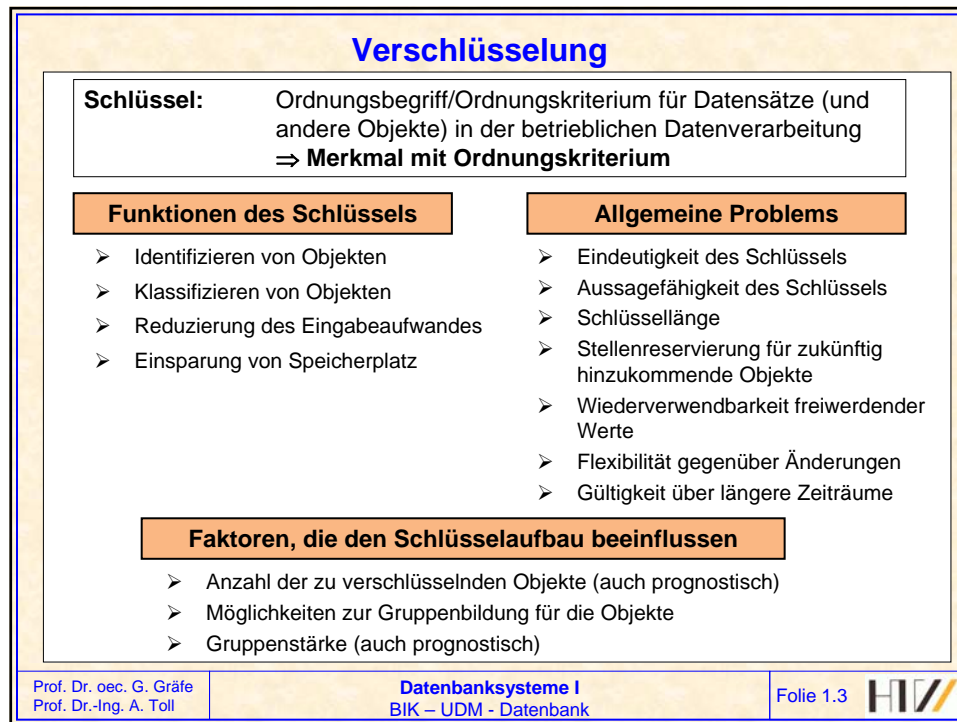
- Zeichenart
 - ganze Zahl ⇒ für Aufzählungen
 - reelle Zahl ⇒ numerische Berechnungen
 - Währung ⇒ finanztechnische Berechnungen
 - Datum ⇒ kalendarische Berechnungen/Werte
 - Text ⇒ Beschreibung
 - Bitmuster ⇒ Video, Bilder, ...
- Erscheinungsform

- sprachlich
- bildlich
- schriftlich
- Stellung im Verarbeitungsprozess (E - V - A)
 - Eingabe
 - Verarbeitung
 - Ausgabe
- Verarbeitbarkeit mittels IT
(Umwandlung in digitale Daten: analog → diskret → digital)
- Verwendungszweck

	Charakterisierung	Beispiel
Stammdaten	selten zu verändern (über längeren Zeitraum in Struktur und Inhalt konstant)	Personalstammdaten (Name, Adresse)
Änderungsdaten	Aktualisierung der Stammdaten	Änderung der Adresse
Bestandsdaten	Periodische Änderung des Wertes (Inhalt) von Feldern, Datenstruktur besteht über längeren Zeitraum konstant	Lagerbestände, Kassenbestände
Bewegungsdaten	Daten zur Aktualisierung des Wertes von Bestandsdaten	Lagerzugänge und -abgänge
Archivdaten	vergangenheitsbezogene Daten die über längeren Zeitraum aufbewahrt werden	Rechnungen, Buchungen der vergangenen 5 Jahre
Transferdaten	Daten, die von einem anderen Programm erzeugt wurden und an ein anderes transferiert werden	Verkauf von Kundenadressen
Vormerkdaten	Daten, die solange existieren, bis ein genau definiertes Ereignis eintritt	Reservierung einer Materialmenge im Lager

1.1.3 Datenverschlüsselung

Gemeint ist nicht die Codierung und Decodierung von Daten, sondern das Zuweisen von Schlüsseln zu Datensätzen.



Identifizierender Schlüssel

kennzeichnet Objekteindeutig

Bsp.:

- Personal-Nr.
- Material-Nr.

Klassifizierender Schlüssel

ordnet Objekt einer Klasse zu

Bsp.:

- Länderkennung: D, C, CH, ...
- Geschlecht: M, W

Hierarchischer Verbundschlüssel

identifizierender Teil hängt vom klassifizierenden Teil ab

Bsp.:

- Autokennzeichen: $\underbrace{DD}_{\text{klass.}} \underbrace{XY 715}_{\text{ident.}}$

Parallelschlüssel

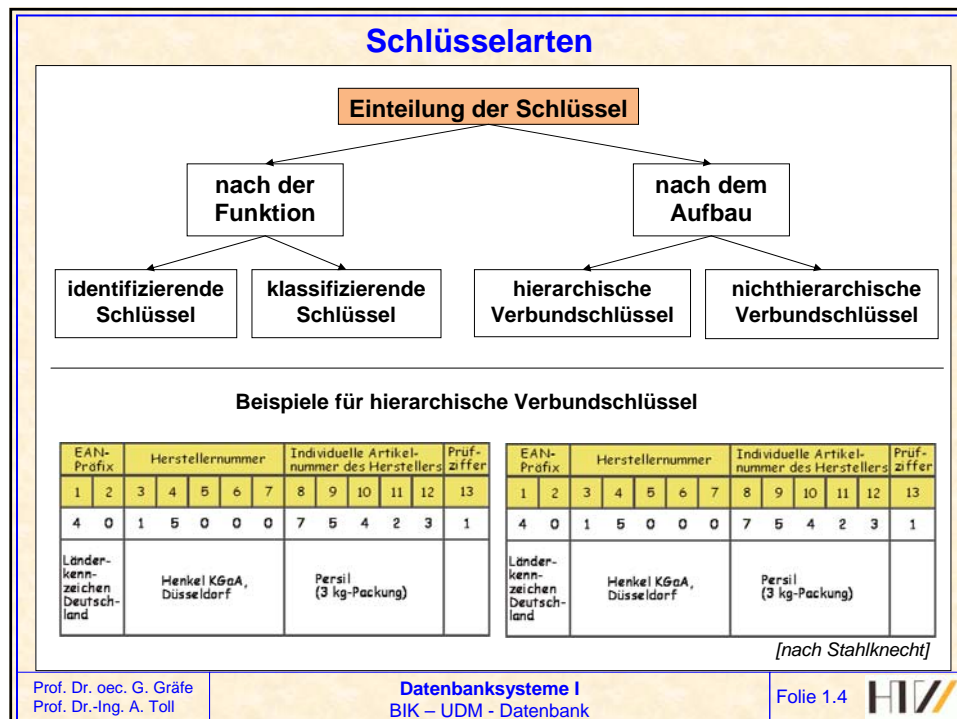
zwei unabhängige Schlüsselteile

Bsp.:

- Flugnummer $\underbrace{LH 283}_{\text{Flugnr.}} \underbrace{AB3}_{\text{Flugzeug}}$

spezielle Schlüssel in Datenbanksystemen

- **Primärschlüssel** (primary key PK): Datenfeld oder die Kombination aus Datenfeldern, die den Datensatz in der Tabelle eindeutig identifizieren.
Bsp. Vereinsdatenbank:
Primärschlüssel als einzelnes Datenfeld (Mitgliedertabelle): Mitglieds-ID
Primärschlüssel als eine Kombination von Datenfeldern (Beitragstabelle): ID mit Jahr (für Vereinsbeitrag abhängig von Jahr)
- **Fremdschlüssel** (foreign key FK): Datenfeld, oder Kombination aus Datenfeldern, der (die) auf den PK einer anderen Tabelle zeigt.
Bsp.: Mitglieds-ID in Tabelle mit Datenfelder-Primärschlüssel kommt aus der ersten Tabelle
- **Referentielle Integrität**: Jeder Wert eines FK muss gleich dem Wert des PK sein, auf den der FK zeigt.
Bsp.: Neuer Eintrag in Beitragstabelle kann nur neue Einträge bekommen, die Mitglieder aus Mitgliedertabelle enthält. Anders herum kann aus der Mitgliedertabelle kein Mitglied gelöscht werden, das noch in der Beitragstabelle genutzt wird.



1.1.4 Speicher- und Zugriffsformen


- **sequentielle Speicherung** (fortlaufend)
Bsp.: Bandlaufwerk

101	102	103	...
-----	-----	-----	-----
- **verkettete Speicherung**
Bsp.: verkettete Listen (vgl. Programmierung I)
- **indexverkettete Speicherung**
Trennung: Datenspeicherung und „Weg“ zu den Daten
 - Indexdatei (sortiert nach entsprechendem Index)

- ♦ Primärindex zeigt auf physische Adresse
- ♦ Sekundärindex zeigt auf Primärindex
- Hauptdatei

Grundprinzip der Indizierung				
	Mitnr	Name	Ort	Alter
ADR1	101	Hase	Dresden	37
ADR2	102	Igel	Dresden	19
ADR3	103	Fuchs	Dresden	23
ADR4	104	Elster	Freiberg	26
ADR5	105	Uhu	Berlin	22
ADR6	106	Rabe	Radebeul	68

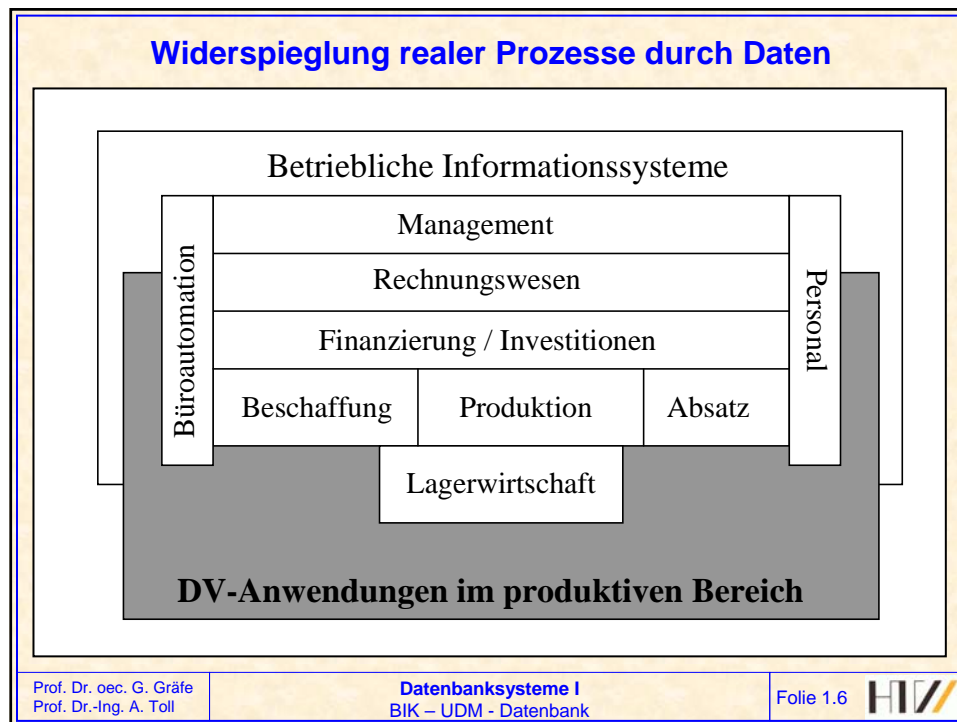
Primärindex Mitnr		Sekundärindex Ort		Sekundärindex Alter	
Feldinhalt	Adresse	Feldinhalt	Schlüssel	Feldinhalt	Schlüssel
101	ADR1	Berlin	105	19	102
102	ADR2	Dresden	101	22	105
103	ADR3	Dresden	102	23	103
104	ADR4	Dresden	103	26	104
105	ADR5	Freiberg	104	37	101
106	ADR6	Radebeul	106	68	106

Prof. Dr. oec. G. Gräfe	Datenbanksysteme I	Folie 1.5
Prof. Dr.-Ing. A. Toll	BIK – UDM - Datenbank	

Unterschied Primärschlüssel-Primärindex:

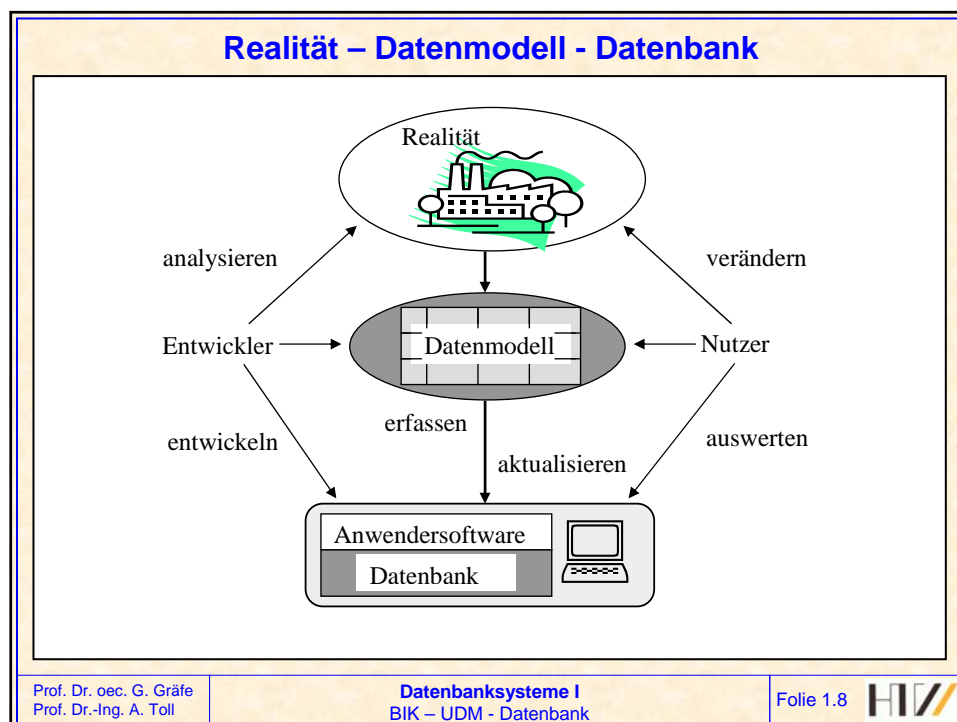
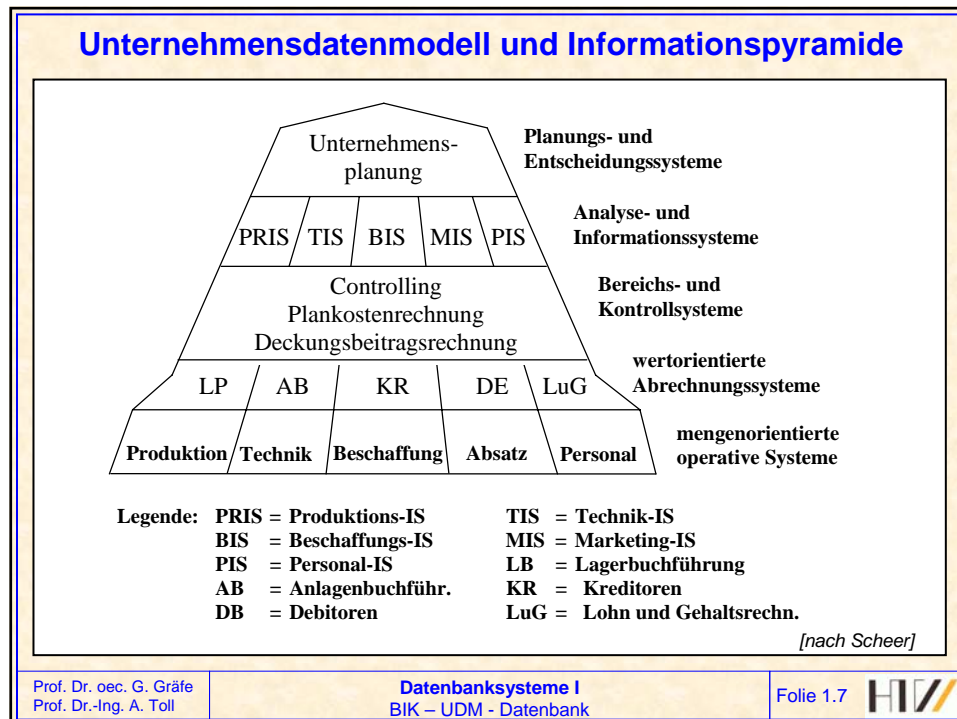
- Primärschlüssel dient dem Identifizieren
- Primärindex zum schnellen Suchen


1.2 Datenmodelle als informationelles Abbild der Unternehmensrealität



Informationssystem

- *Funktionsmodell* (was soll das System leisten: Produktion, Lager, Beschaffung, ...) ⇒ Kernfrage: „Was will ich machen“
Strukturen, Abläufe
Technik: Programm-Ablauf-Plan (PAP), Ereignisorientierte Prozessketten (EPK), ...
- *Datenmodell*
Daten und deren logische Struktur
Technik: Entity-Relationship-Modell (ERM)



Datenmodellierung		
<p><u>Datenmodellierung:</u></p> <p>Aufbau einer einheitlichen, anwendungsübergreifenden Sicht der Datenressourcen des Unternehmens und Abbildung von Informationsprozessen und -beziehungen in die konkrete Struktur eines Datenverwaltungs- oder Datenbanksystems</p> <p>Die Datenmodellierung schafft die Voraussetzung für systematische Integration der Daten und damit für eine unternehmensweite Nutzung der Ressource Information.</p>		
Prof. Dr. oec. G. Gräfe Prof. Dr.-Ing. A. Toll	Datenbanksysteme I BIK – UDM - Datenbank	Folie 1.9 

Bsp.:

ABB9 (1-3)

1.3 Datenbanksysteme als technologische Grundlage der Datenverwaltung


Grundbegriffe der „Datenbankwelt“		
<p>Datenbank (Datenbasis) enthält die nach einheitlichen Gesichtspunkten gespeicherte Menge der Objekte, Objektklassen und Beziehungen eines Bereiches (einschließlich zugehöriger Organisations- oder Metadaten)</p>		
<p>Datenbankbetriebssystem (Database-Managementsystem –DBMS) Software, die es aufbauend auf dem Rechnerbetriebssystem gestattet, die Datenmenge effektiv und rationell zu speichern, zu pflegen, auszuwerten und Sonderfunktionen, wie Datensicherung, Zugriffsschutz u.a. auszuführen.</p>		
<p>Datenbanksystem Datenbank (Datenbanken) und Datenbankbetriebssystem bilden zusammen das Datenbanksystem (Datenbasissystem)</p>		
Prof. Dr. oec. G. Gräfe Prof. Dr.-Ing. A. Toll	Datenbanksysteme I BIK – UDM - Datenbank	Folie 1.10 

ABB10

Datenbasis: Tabellen mit Metadaten

Datenbankbetriebssystem (DBMS): Software, die mit Datenbasis kommuniziert

2 Grundlagen und Architektur eines Datenbanksystems (DBS)

2.1 Defekte des konventionellen Ansatzes der Datenverwaltung / Zielstellung des datenbankorientierten Ansatzes

konventionell

ABB 11

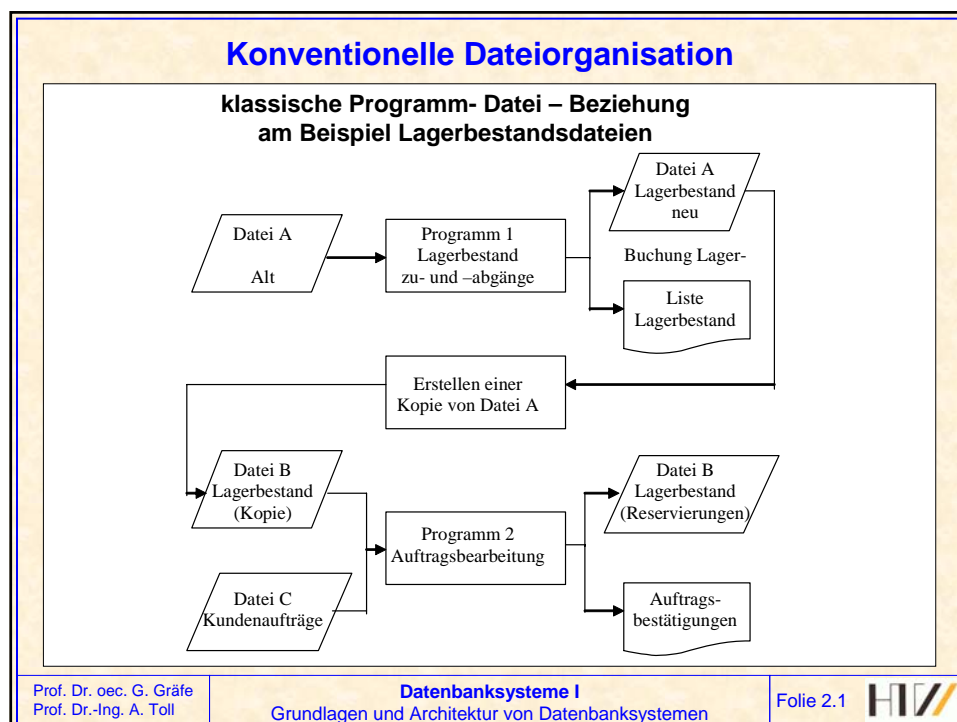
konventionelle Datenorganisation

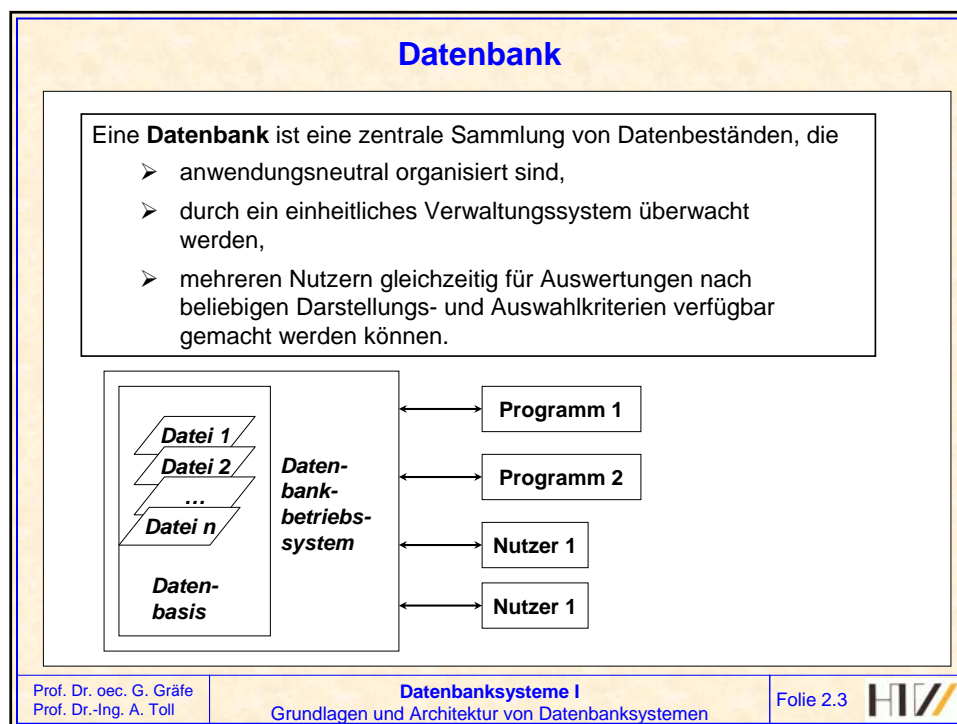
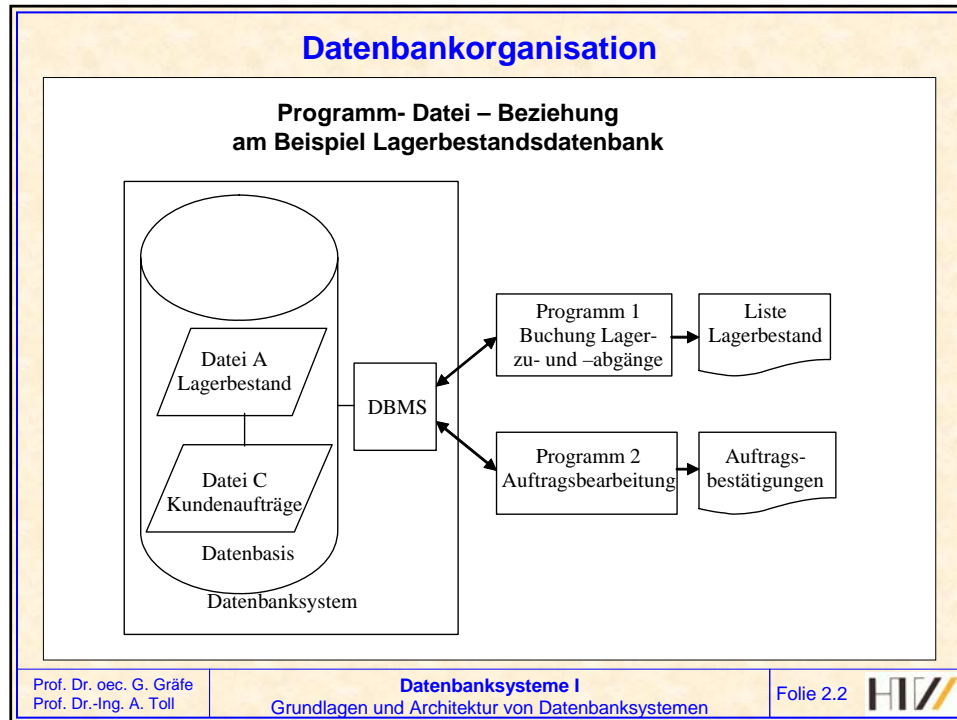
Merkmale

- Datenspeicherung je Anwendung
- Datenspeicherung auf physischem Niveau

Nachteile

- mangelnde Passfähigkeit (Zugriffskonflikte usw.)
- Redundanz
- Konsistenzprobleme
- mangelnde Flexibilität
- Daten-Programm-Abhängigkeit (kurz: Datenabhängigkeit)





Zielsetzung des Datenbankeinsatzes

Zielstellungen des Einsatzes von Datenbanken


1. Reduzierung der Redundanz auf ein zweckmäßiges Maß (Redundanzarmut)
2. Sicherung der Integrität und Konsistenz der Daten (Datensicherheit)
3. Erreichung einer Datenunabhängigkeit der Programme
4. Integrierte und flexible Auswertbarkeit der Daten
5. Gewährleistung eines hinreichenden Zugriffsschutzes
6. Bedienung EDV-ferner Nutzer und Erreichung eines nutzerfreundlichen Dialogs

Integrität bedeutet ganz allgemein inhaltliche Korrektheit/Richtigkeit und Vollständigkeit der Daten.

Konsistenz bedeutet logische Übereinstimmung und innere Widerspruchsfreiheit der Daten.

Prof. Dr. oec. G. Gräfe
 Prof. Dr.-Ing. A. Toll

Datenbanksysteme I
 Grundlagen und Architektur von Datenbanksystemen

Folie 2.4 

1.) Bsp. für gewollte Redundanz: Sekundärindex

2.) Datensicherheit:

- physisch, falls bspw. der Server abbrennt
- logisch, dass bspw. alle Daten den richtigen Typ haben

2.2 Architektur von Datenbanksystemen

2.2.1 Grundlegende Begriffe

Am Beispiel der Objekte der Datenmodellierung mittels ERM

Begriff	Erklärung	Beispiel
Entity	Objekt der realen Welt	Max Meier, Arbeitsaufgabe Reportgenerator
Entity-Typ	Objektklasse (-Menge), enthält Elemente mit struktureller Ähnlichkeit	Mitarbeiter, Arbeitsaufgabe, Abteilung
Merkmale / Attribut / Prädikat	Beschreibungen eines Entity-Typs	Name, Vorname, Gehalt
Wert	Ausprägung des Merkmals je Entity, aus einem bestimmten Wertevorrat (Domain)	„Meier“, „Max“, 3800,-
Beziehung, Set	Logischer Zusammenhang zwischen Entity-Typen	Mitarbeiter – <u>arbeitet an</u> – Arbeitsaufgabe
Beziehungstyp, Settyp	Art der Beziehung (mögliche Anzahl an Entitäten, die in Beziehung treten)	<i>n</i> : 1 Mitarbeiter – <u>gehört zu</u> – Abteilung ABB50

2.2.2 3-Ebenen-Architektur

gemäß ANSI x3/SPARC (1975)

- Architekturebene
 - externe Ebene
 - konzeptionelle Ebene
 - interne Ebene
- Modell
 - externes Modell
 - konzeptionelles Modell
 - internes Modell
- Schema (konkrete Ausprägung des Modells)
 - externes Schema
 - konzeptionelles Schema
 - internes Schema

2.2.2.1 Konzeptionelle Ebene

Gegenstand: logisches Modell des gesamten Systems

Beschreibungselemente:

- Entity-Typen
- Beziehungen
- Attribute
- Wertevorräte (bspw. Einschränkung von Alter: nur Zahlen zwischen 1 und 100)
- Integritätsbedingung (bspw. NOT NULL, vgl. Wertevorrat)

2.2.2.2 Externe Ebene

Gegenstand: Beschreibung *ausgewählter* Elemente der konzeptionellen Ebene aus Sicht des jeweiligen Endbenutzers



Element: Sicht (View)

2.2.2.3 Interne Ebene

Gegenstand: Form/Art der Ablage der Elemente der konzeptionellen Ebene im physischen Speicher

Element: Index

Charakterisierung der Ebenen eines Datenbanksystems		
Ebene/ Modell/Schema	Beschreibung	Verantwortlichkeit
extern	Enthält verschiedene Sichten (views) auf die Daten eines Bereichs der objektiven Realität (externe Objekte mit von speziellen Nutzern vorgegebenen Beziehungen).	Anwendungsadministrator (application administrator)
konzeptuell	Enthält die Gesamtschau der Daten eines Bereichs. Beschreibt die Daten des Bereichs auf einer logischen Ebene unabhängig von den Gesichtspunkten der EDV. Es werden Typen von Objekten und die bestehenden Beziehungen zwischen den Objekten definiert sowie die Attribute (von Objekten und Beziehungen) und deren Wertevorrat spezifiziert.	Unternehmensadministrator (enterprise administrator)
intern	Enthält die Form der Ablage der logisch beschriebenen Daten im Speicher und die Zugriffsmöglichkeiten zu diesen Daten (physische Datenorganisation mit Angaben zu Aufbau, Speicherungsform und Zugriffspfaden).	Datenbankadministrator (database administrator)


Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

Datenbanksysteme I
Grundlagen und Architektur von Datenbanksystemen


Folie 2.7

2.3 Aufbau und Arbeitsweise von DBMS

5 Grundfunktionen eines DBMS

Funktionen eines DBMS (1)		
Übersicht		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Speichern und Wiederauffinden von Daten und Metadaten/ Zugriffsvermittlung <ul style="list-style-type: none"> - Auswahl/Anzeigen - Anzeigen/Hinzufügen - Ändern/Löschen 2. Erstellen/Ändern/Löschen von Datenbeschreibungen 3. Datensicherung/Integritätssicherung <ul style="list-style-type: none"> - Sicherung der semantischen Integrität - Sicherung der Ablaufintegrität/operationalen Integrität - Sicherung der physischen Integrität 4. Zugriffsschutz <ul style="list-style-type: none"> - Eingangskontrolle - Rechtevergabe und Zugriffskontrolle - Verschlüsselung 5. Dienstprogrammfunktionen <ul style="list-style-type: none"> - Monitoring und Tuning - Unterstützung der Aufgaben des DBA - Export und Import von Daten - Unterstützung der Erstellung von Masken, Reports und AP's 		
Prof. Dr. oec. G. Gräfe Prof. Dr.-Ing. A. Toll	Datenbanksysteme I Grundlagen und Architektur von Datenbanksystemen	Folie 2.8 

2.3.1 Zugriffsvermittlung

Funktionen eines DBMS (2)		
1. Zugriffsvermittlung		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Basisfunktion eines DBMS ➤ Die Zugriffsvermittlung beeinflusst darüber hinaus die Notwendigkeit und die konkreten Realisierungsbedingungen anderer Funktionen ➤ Die Zugriffsvermittlung des DBMS erfolgt in Abhängigkeit von der Architektur des DBS mehrstufig (für 3-Ebenen-Modell): <ol style="list-style-type: none"> 1. Abbildung von Zugriffsforderungen, die in den Begriffen eines externen Modells formuliert sind, auf die konzeptionelle Ebene 2. Transformation der konzeptuellen Entities und ihrer Beziehungen auf das interne Modell 3. physische Bereitstellung von gespeicherten Informationen über das Betriebssystem ➤ Allgemeine Zugriffsfunktionen: <ul style="list-style-type: none"> • <u>Auswahl</u> von Entities und Beziehungen • <u>Hinzufügen</u> neuer Entities und Beziehungen • <u>Ändern</u> existierender Entities und Beziehungen • <u>Löschen</u> existierender Entities und Beziehungen 		
Prof. Dr. oec. G. Gräfe Prof. Dr.-Ing. A. Toll	Datenbanksysteme I Grundlagen und Architektur von Datenbanksystemen	Folie 2.9 

2.3.2 Unterstützung Datenbeschreibung-Entwicklung

Funktionen eines DBMS (3)

2. Unterstützung der Entwicklung von Datenbeschreibungen

Beschreibungssprachen bei Mehr-Ebenen-Architekturen:

- DDL zur Beschreibung der Externen Schemas
- DDL zur Beschreibung des Konzeptuellen Schemas einschließlich der Beschreibung der Abbildungen extern/konzeptuell;
- SDDL zur Beschreibung des Internen Schemas, einschließlich der Beschreibung der Abbildungen konzeptuell/intern

Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

Datenbanksysteme I
Grundlagen und Architektur von Datenbanksystemen

Folie 2.10

2.3.3 Integritätssicherung

Funktionen eines DBMS (4)

3. Integritätssicherung

Ziel der Integritätssicherung:
Unterstützung des Datenbanknutzer bei der Gewährleistung von Korrektheit und Vollständigkeit der gespeicherten Daten

Unterscheidung in

semantische Integrität	operationale Integrität	physische Integrität
<ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Ziel:</u> Gewährleistung der Korrektheit der Daten bei jeglicher Nutzereingabe ➤ <u>Maßnahmen:</u> Erarbeitung von Integritätsbedingungen beim Datenbankentwurf 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Ziel:</u> Sicherung der parallelen Nutzung der Datenbank durch verschiedene Nutzer ➤ <u>Maßnahmen:</u> Erstellung von Ablaufplänen und Sperren von Datenobjekten 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Ziel:</u> Wiederherstellung eines integeren Zustandes nach physischen Fehlern ➤ <u>Maßnahmen:</u> Protokollierung und Recovery

Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

Datenbanksysteme I
Grundlagen und Architektur von Datenbanksystemen

Folie 2.11

Bsp. operationale Integrität:

Gehaltserhöhungen sowohl für Organisatoren (O) und Programmierer (P) um €50,-.

Gehaltserhöhung darf nicht doppelt erfolgen ⇒ Sperren von Gehalt, solange ein Nutzer das Gehalt ändert (bei Gefahr bezgl. Deadlock, muss das System das Problem erkennen und entsprechend auflösen).

2.3.4 Zugriffsschutz

Funktionen eines DBMS (5)		
3. Zugriffsschutz		
Ziel des Zugriffsschutzes: Schutz der Daten vor unberechtigtem Zugriff		
Maßnahmen: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Systemzugang über das DBMS nur mittels Nutzerkennung (username) und Kennwort (password) - Identifizierung ➤ Zugriffssicherung des DBMS zum Schutz von Datenobjekte, Funktionen vor unberechtigtem Zugriff oder Benutzung (z.B. Vergabe und Entzug von Zugriffsberechtigungen) - Autorisierung ➤ Mindestlevel: Schreib- oder Schreib-/Lese-Schutz ➤ Prüfung der Einhaltung von definierten Befugnissen durch das DBMS (z.B. Abbruch bei Verstößen und Protokollierung der Benutzungsversuche) 		
Prof. Dr. oec. G. Gräfe Prof. Dr.-Ing. A. Toll	Datenbanksysteme I Grundlagen und Architektur von Datenbanksystemen	Folie 2.12

2.3.5 Dienstprogrammfunktionen

Funktionen eines DBMS (6)		
4. Dienstprogrammfunktion		
Ziel: Rationalisierung des Entwurfs, des Aufbaus und eines effektiven Betriebens eines DBS		
Beispiele für Dienstprogrammfunktionen: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Registrieren und Auswerten von Zugriffshäufigkeiten zu den Dateneinheiten ➤ Unterstützung der Arbeit des Betriebs- und Datenbankadministrators ➤ Unterstützung des Entwurfs der Datenstrukturen ➤ Gewährleistung der Datensicherheit ➤ Export/Import von Datenbanken ➤ Bestimmen optimaler Reorganisationszeitpunkte (wenn Reorganisation überhaupt notwendig) 		
Prof. Dr. oec. G. Gräfe Prof. Dr.-Ing. A. Toll	Datenbanksysteme I Grundlagen und Architektur von Datenbanksystemen	Folie 2.13

2.4 Datenorganisation

- logische Datenorganisation (DO)
 - externe Ebene

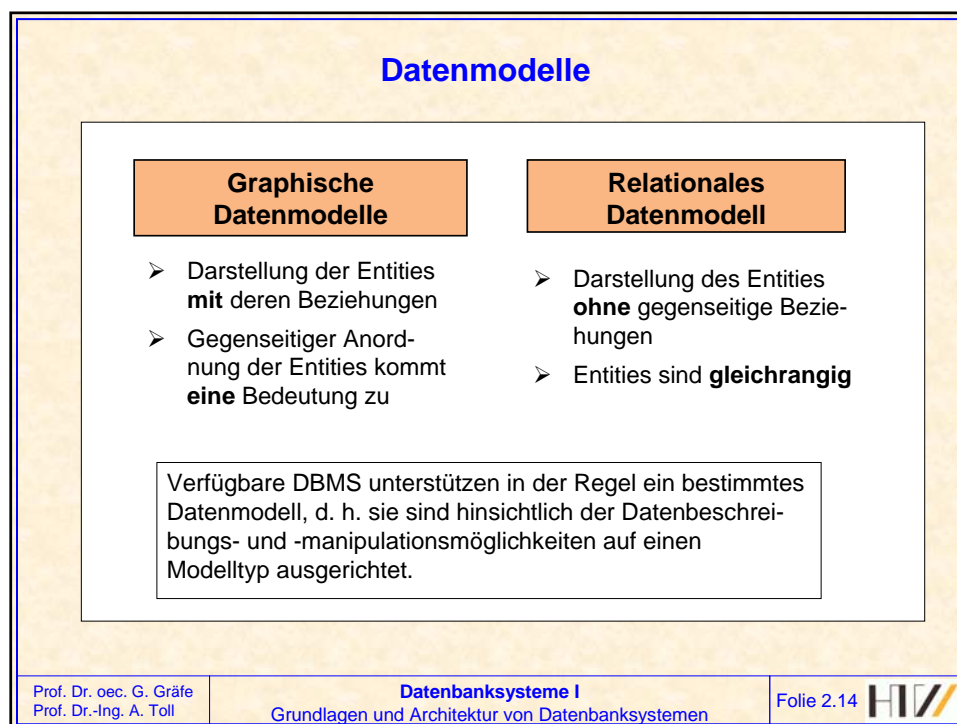
- konzeptionelle Ebene
- physische DO
 - interne Ebene

klassische Datermodelle (logisch)

- hierarchisch DM (graphisches DM)
- Netzwerk DM (graphisches DM)
- relationales DM (behandelt in DBS I+II)

weitere DM

- objektorientiertes DM (DBS II)
- objektrelationales DM (DBS II)
- XML-DM / NoSQL DM ... (DBS III)



	Hierarchisches DM ABB 51	Netzwerk DM ABB 52	relationales DM ABB 53
Einstiegspunkt	ein Entity-Typ	mehrere Entity	beliebig
strukturelle Beschränkung	Hierarchie	keine	keine
Zeitpunkt des Aufbau der Beziehung	zur Entwicklungszeit	zur Entwicklungszeit	zur Laufzeit
Performance	+	+	–
Flexibilität bzgl. Änderung	–	–	+