

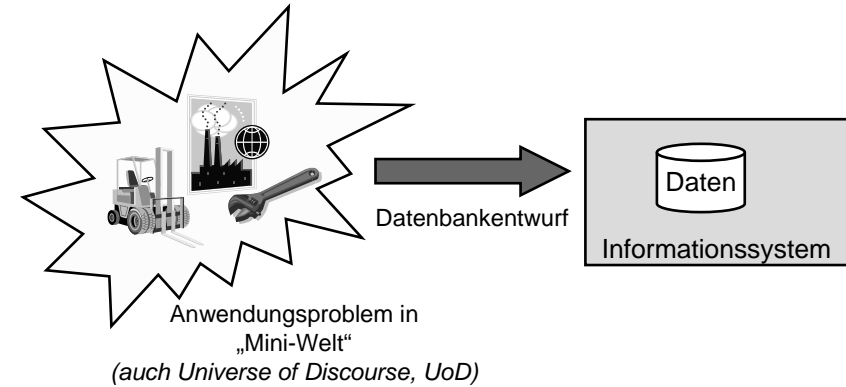
6 DB-Entwurf

6.0	Vorgehensmodell	2	▶
6.1	Anforderungsanalyse	6	▶
6.2	Konzeptueller Entwurf	26	▶
6.3	Logischer Entwurf	30	▶
6.4	Physischer Entwurf	65	▶

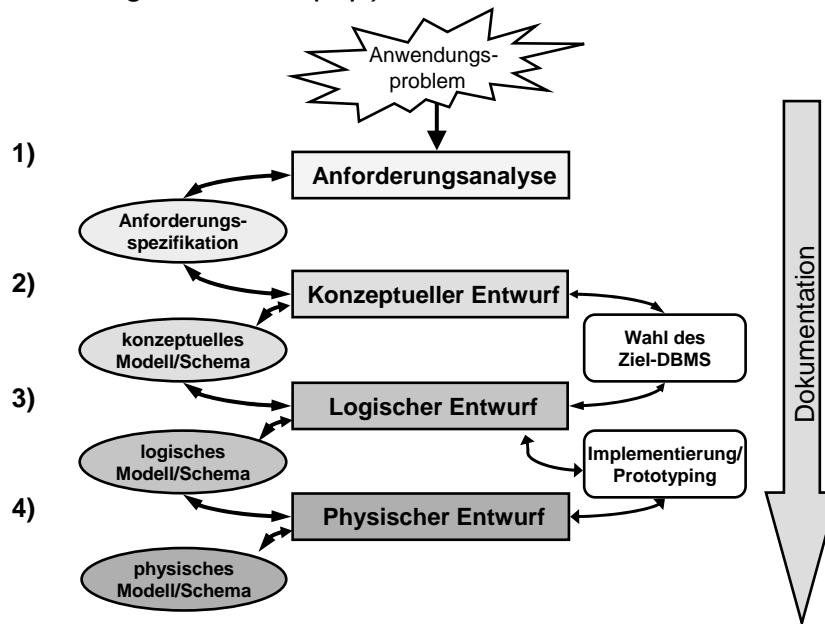
6.0 Vorgehensmodell (1/3)

Ziele des Datenbankentwurfs

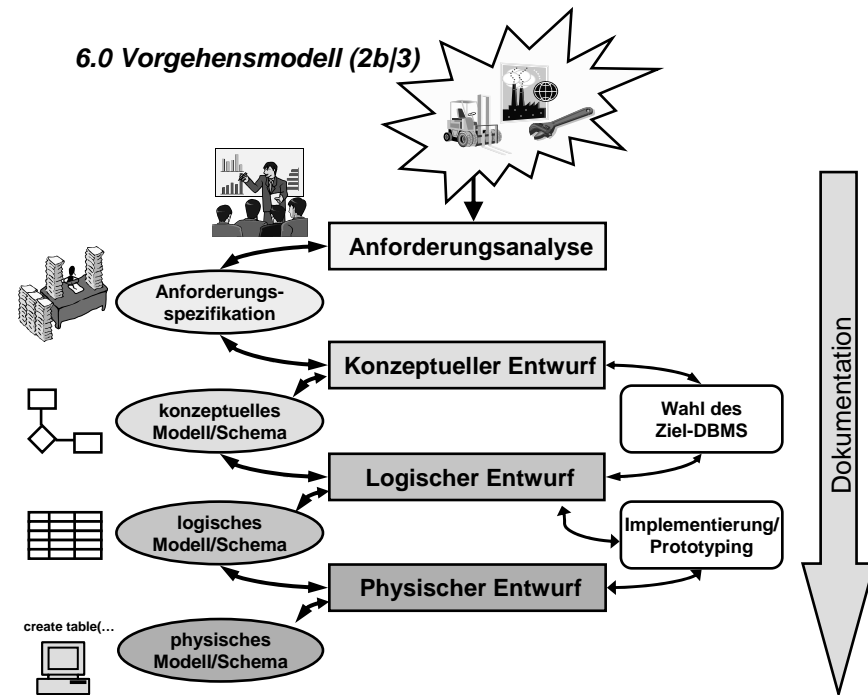
- Abbildung eines Ausschnitts der realen Welt auf ein Datenbankschema
- Dabei: Systematisches Vorgehen
- Ingenieursmäßiger Ansatz, wie im Software Engineering



6.0 Vorgehensmodell (2a/3)



6.0 Vorgehensmodell (2b/3)



6.0 Vorgehensmodell (3/3)

Anmerkungen zum Vorgehensmodell

- Vorgehen muss nicht streng hierarchisch sein
- Zyklen sind möglich
- Dokumentation ist Querschnittsfunktion

6 DB-Entwurf

6.0	Vorgehensmodell	2
6.1	Anforderungsanalyse.....	6
6.2	Konzeptueller Entwurf	26
6.3	Logischer Entwurf.....	30
6.4	Physischer Entwurf	65



6.1 Anforderungsanalyse (1/2)

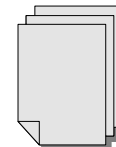
1) Anforderungsanalyse

- Ziel: Sammlung & Dokumentation der Anforderungen aller potenziellen Benutzer
 - Was für Daten sollen gespeichert werden?
 - Wie sollen sie gespeichert werden?
- 2 Arten von Anforderungen:
 - Informationsanforderungen
 - statische Informationen, die das DBMS später benutzen wird
 - z.B. Angaben über Daten, Typen, charakterisierende Eigenschaften (Attribute), Wertebereiche, Identifikatoren („Schlüssel“), Konsistenzbedingungen („Integritätsbed.“)
 - Bearbeitungsanforderungen
 - Spezifikation dynamischer Aktivitäten & Prozesse für die DB
 - Welche Prozesse werden wie häufig durchgeführt?
 - Abhängigkeiten zw. Prozessen / Datenvolumen
 - Verfügbarkeit / Sicherheit
 - z.B. Anfragen / Updates, Report-Erzeugung

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

6.1 Anforderungsanalyse (2/2)

- Typische Aktivitäten:
 - Benutzergruppen und Anwendungsbereiche identifizieren
 - Sichtung existierender Dokumentation
 - Feststellung von Herkunft, Ziel, Volumen der Daten
 - Interviews / Fragebögen
- Ergebnis der Phase:
 - Anforderungsspezifikation



Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

6.1 Beispiel Anforderungsanalyse (1/17)

(Methode nach DeAntonellis/ Demo 1983, vgl. auch Mayr/ Dittrich/ Lockemann 1987)

Prinzip der Vorgehensweise^[1]:

natürlichsprachl. Beschreibungen

schrittweise Formalisierung ↓

formalisierte Verzeichnisse

[1] Alternative Vorgehensweise: Use Case Analyse (vgl. Objektorientierte Softwareentwicklung mit der Unified Modeling Language (UML))

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

6.1 Beispiel Anforderungsanalyse (2/17)

Vorgehensweise im einzelnen:

Anwendungsumwelt, Vertrag

Anforderungsermittlung in natürlicher Sprache:

- Identifikation Organisationseinheit(en)
- Identifikation zu unterstützender Aufgaben
- Erstellung eines Anforderungssammelplans
- Sammlung der Anforderungen



Anforderungssammelblätter

Filterung: Synonyme/Homonyme ersetzen
Korrektur bzgl. Einfachheit und Verständlichkeit



Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

6.1 Beispiel Anforderungsanalyse (3/17)



gefilterte Anforderungssammelblätter

Satzklassifikation: Aufteilung nach
Objekten, Operationen, Ereignissen



Objekt-, Operations-, Ereignis-Sammelblätter



**Objekt-
verzeichnis/
Glossar**



**Operations-
verzeichnis/
Glossar**



**Ereignis-
verzeichnis/
Glossar**

Übertragung

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

6.1 Beispiel Anforderungsanalyse (4/17)

Im Folgenden: Beispiele für Dokumente aus der
Anforderungsanalyse einer
Konferenzorganisation

- Querreferenz Organisationseinheit – Aufgabe
- Querreferenz Aufgabe – Informationslieferant
- Anforderungssammelblatt
- Anforderungssammelblatt (gefiltert)
- Objekt-Sammelblatt
- Operations-Sammelblatt
- Ereignis-Sammelblatt
- Objekt-Glossar
- Operations-Glossar
- Ereignis-Glossar

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

6.1 Beispiel Anforderungsanalyse (5/17)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

a)

Querreferenz Organisationseinheit -- Aufgabe		
Aufgaben	Programm	Organisation
...		
Programm_zusammenstellen	×	
Tagungsband_zusammenstellen	×	
Einladen		×
Anmeldungen_verwalten		×
Terminplanung	×	×
Programmkomitee_bilden	×	×
Lokales_Organisationskomitee_bilden		×
Tagungssekretariat_belegen		×
Hotelzimmer_belegen		×
Finanzplanung		×
...		

6.1 Beispiel Anforderungsanalyse (6/17)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

b)

- Als Informationslieferanten kommen beispielsweise in Frage
- Leiter und Mitglieder der/ von Organisations- und Programm-Komitees:
 - LO_1, \dots, LO_i ;
 - MO_1, \dots, MO_j ;
 - LP_1, \dots, LP_k ;
 - MP_1, \dots, MP_l
 - Mitglieder der Tagungssekretariate vergangener Konferenzen:
 - MT_1, \dots, MT_m
 - Vertreter der die Konferenz veranstaltenden Gesellschaften:
 - KG_1, \dots, KG_n
 - evtl. Teilnehmer an vergangenen Konferenzen:
 - TK_1, \dots, TK_p
 - Vertreter von Reisebüro, Bank, ...
 - VR, VB, ...

6.1 Beispiel Anforderungsanalyse (7/17)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

b)

Querreferenz Aufgabe -- Informationslieferant					
	Programm-zusammenstellen	Tagungsband-zusammenstellen	Einladen	Anmeldungen-verwalten	Terminplanung
LO_1, \dots, LO_i			×		×
MO_1, \dots, MO_j				×	×
LP_1, \dots, LP_k	×	×			×
MP_1, \dots, MP_l	×	×			×
MT_1, \dots, MT_m			×	×	×
KG_1, \dots, KG_n			×		×
TK_1, \dots, TK_p					×
...					

6.1 Beispiel Anforderungsanalyse (8/17)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

c)

Anforderungs-Sammelblatt	
Organisationseinheit: Organisation	Seite: 1/1
Aufgabe: Einladen	Version: 1
Informationslieferant: LO_4	Datum: 28.11.2004
<p><i>Eine Einladung zur Teilnahme an der Tagung wird in Form einer Vorankündigung an alle Mitglieder der die Tagung veranstaltenden Organisation (z.B. GI, IFIP, ACM, IEEE, etc.) versandt. Dies erfolgt ca. 1 Jahr vor Stattfinden der Tagung. Möglicherweise treten weitere Organisationen als Mitveranstalter auf. Dann sind die Einladungen auch an deren Mitglieder zu verschicken. Zusätzliche potentielle Interessenten an der Konferenz können durch die Mitglieder des Organisationskomitees und des Programmkomitees benannt werden. Das Tagungsprogramm wird zusammen mit einer förmlichen Einladung an den o.g. Personenkreis geschickt. Hinzukommen die Personen, die Manuskripte für die Konferenz eingereicht haben, und Personen, die durch Anschreiben an ein Mitglied des Organisationskomitees Interesse an der Tagung bekundet haben. Es ist zu vermeiden, dass dieselbe Person mehrere Einladungen erhält. Auch sollen Personen, die sich bereits angemeldet haben, keine weitere Einladung mehr erhalten.</i></p>	

6.1 Beispiel Anforderungsanalyse (9/17)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf



WS05/06

d)

Anforderungs-Sammelblatt	
Organisationseinheit: Organisation	Seite: 1/1
Aufgabe: Einladen	Version: 2 (Vers.1 gefiltert)
Informationslieferant: LO ₄	Datum: 28.11.2004
<p><i>Vorankündigung wird ca. 1 Jahr vor Konferenzbeginn an Interessent verschickt. Interessent ist Mitglied in der die Konferenz veranstaltenden Gesellschaft (GI, IFIP, ACM, IEEE, AFCET, etc.). Falls weitere Gesellschaften als Mitveranstalter auftreten, dann sind auch deren Mitglieder Interessent. Organisationskomitee- und Programmkomitee-Mitglieder benennen weitere Interessenten. Konferenzprogramm wird gedruckt und dann zusammen mit Einladung an Interessent geschickt. Interessent sind auch Personen, die Manuskripte eingereicht haben, und Personen, die durch Anschreiben an Mitglied des Organisationskomitees Interesse an Konferenz bekundet haben. Kein Interessent erhält mehrere Einladungen.</i></p>	

17

6.1 Beispiel Anforderungsanalyse (10/17)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf



WS05/06

e)

Objekt-Sammelblatt	
Organisationseinheit: Programm	Seite: 1/1 Version: 1
Ersteller: vpa	Datum: 21.12.2004
<p>D1. Sitzungsleiter <u>ist</u> Mitglied des Programmkomitees. D2. Sitzung <u>besteht aus</u> drei eingereichten und einem eingeladenen Vortrag. D3. Konferenzprogramm <u>besteht aus</u> Menge von Sitzungen. D4. Sitzung <u>wird</u> Sitzungsleiter <u>zugeordnet</u>. D5. Sitzung <u>wird</u> Datum und Uhrzeit <u>zugeordnet</u>. D6. Sitzung <u>wird</u> Hörsaal <u>zugeordnet</u>. ...</p>	

Vgl. auch Objekt-Glossar ►

18

6.1 Beispiel Anforderungsanalyse (11/17)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf



WS05/06

f)

Operations-Sammelblatt	
Organisationseinheit: Programm	Seite: 1, Version: 1
Ersteller: vpa	Datum: 21.12.2004
<p>O1. <u>Bestimme</u> Mitglied des Programmkomitees. O2. <u>Verschicke</u> Call-for-papers. O3. <u>Lehne</u> Manuskripte <u>ab</u>. O4. <u>Bilde</u> Konferenzprogramm. O5. <u>Richte</u> Sitzungen <u>ein</u>. O6. <u>Lege</u> Datum und Uhrzeit der Sitzungen <u>fest</u>. O7. <u>Bestimme</u> Sitzungsleiter. O8. <u>Schicke</u> Zusagen an Autoren.</p>	

Vgl. auch Operations-Glossar ►

19

6.1 Beispiel Anforderungsanalyse (12/17)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf



WS05/06

g)

Ereignis-Sammelblatt	
Organisationseinheit: Programm	Seite: 1, Version: 1
Ersteller: vpa	Datum: 21.11.2004
<p>E1. ca. 1 Jahr vor Konferenzbeginn: – verschicke Call for papers. E2. Entscheidung Konferenz wird durchgeführt: – stelle Programmkomitee zusammen. E3. Konferenzprogramm festgelegt: – schicke Zusagen an Autoren. E4. Konferenzprogramm festgelegt: – schicke Absagen an Autoren.</p>	

Vgl. auch Ereignis-Glossar ►

20

6.1 Beispiel Anforderungsanalyse (13/17)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

h)

Objekt-Glossar (30.11.2004)							
Organisationseinheit: Programm		Ersteller: vpa			Seite 1	Version 1	
Id	Bezeichnung	Beschreibung	Wertebereich	# Ex.	Ref.	Syn.	U.Menge von
D001	Sitzungsleiter		String (30)	20	D1		D010
D002	Sitzung	Gruppe von Vorträgen		20	D2, D4		
D003	Konferenz- programm	Menge von Sitzungen		1	D3		
...							

◀ Objekt-Sammelblatt

6.1 Beispiel Anforderungsanalyse (14/17)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

i)

Operations-Glossar (30.12.2004)							
Organisations- einheit: Programm		Ersteller: vpa			Seite 1	Version 1	
Id.	Bez.	Typ	Beschr.	Ref.	Art	Häuf.	Bez. Objekt
Op001	Verschicke_ Call-for- papers			O2		1	D015
...	...						



Vgl. auch Operations-
Sammelblatt

(in Objekt-Sammelblatt)

6.1 Beispiel Anforderungsanalyse (15/17)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

j)

Ereignis-Glossar (14.12.2004)								
Organisations- einheit: Programm		Ersteller: vpa			Seite 1	Version 1		
Ereignis-Nr.:E001		Referenz: E3						
Bedingungen					Operation			
Id.	Synt. Typ	Beschr.	Sem- antik	Prag- matik	Op.- id.	Beschreibung	Op.- Typ	
B001	EL	Programm- festgelegt	when	TRANS	Op 002	Schicke_Zusage _an_Autor		
...								

◀ vgl. Ereignis-Sammelblatt

◀ vgl. Operations-Glossar

Kürzel:

EL: Bedingung ist elementar

TRANS: Beendigung des vorhergehenden Schrittes einer Transaktion

6.1 Beispiel Anforderungsanalyse (16/17)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

Anmerkungen

- *Prinzipiell sind verschiedene Vorgehensweisen denkbar*
- *Wichtig dabei:*
 - *Strukturiertes & systematisches Vorgehen*
 - *Kommunikation mit Endanwendern/Kunden*
- *Ergebnis der Anforderungsanalyse sollte die Zusammenhänge präzise, widerspruchsfrei und vollständig erfassen*
 - *Zentrale Bedeutung, da hier die zu modellierenden Datenelemente und Abläufe festgelegt werden*
 - *Fehler aus dieser Phase können hohe Kosten verursachen, wenn die späteren Phasen schon begonnen wurden*
 - *Informelle Vorgehensweise erlaubt u.U. nur beschränkt das systematische und automatische Aufdecken von Inkonsistenzen*
- *Erstellte Dokumente dienen als Input für die nächste Phase (konzeptueller Entwurf)*

6.1 Beispiel Anforderungsanalyse (17/17)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

Anmerkungen

- **Werkzeugunterstützung** in der Anforderungsanalyse insb. wichtig für:
 - Systematische Erfassung einer großen Anzahl von Anforderungen (Requirements)
 - Kategorisierung
 - Analyse, z.B. Verfolgung von Abhängigkeiten (Requirements Tracing)
 - Konfigurationsmanagement (Welche Anforderungen gehören zu welcher gewünschten Konfiguration?)
- Viele Werkzeuge diverser Hersteller vorhanden, z.B (nicht vollständig):

Accept Planner	DocuBurst	Objectiver	RequireIT	SpeeDEV
AnalystPro	Doors	OnYourMark	RequisitePro	Team-Trace
Caliber	Focal Point	Open Process Framework	RETH	Truereq
CARE	IRqA	RDT	Rhapsody	Vital-Link
Catalyze	Jalsoft	Reconcile	ScenarioPlus	Volere
Cradle	Leap SE	Reqtify	Serena RTM	WIBNI
CRW	MKS		Slate	XTie

6 DB-Entwurf

6.0	Vorgehensmodell	2
6.1	Anforderungsanalyse	6
6.2	Konzeptueller Entwurf	26
6.3	Logischer Entwurf	30
6.4	Physischer Entwurf	65



6.2 Konzeptueller Entwurf (1/2)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

2) Konzeptueller Entwurf

- Ziel: Konzeptuelle Globalsicht der Anwendung, Zielsystem-unabhängiges Datenbankschema
- Eingabe: Anforderungsspezifikation
 - wird modelliert und } z.B. mit
 - formalisiert } Entity-Relationship-Modell
 - Strategien dazu:
 - **top-down** (Schrittweise Verfeinerung)
 - **bottom-up** (Schrittweise Verallgemeinerung)
 - **zentralisiert** (globalsicht-orientiert)
 - **dezentralisiert** (einzelsicht-orientiert)

6.2 Konzeptueller Entwurf (2/2)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

- **Beispiel:**

Einzelsicht-orientiertes Bottom-up-Vorgehen

- Beschreibungen einzelner Benutzer(gruppen) werden in „Sichten“ überführt, die ein abstraktes Datenmodell benutzen (z.B. ERM)
- Integration der einzelnen Sichten in eine konzeptuelle Globalsicht der Datenbank in 2 Schritten:
 - Analyse und Behebung der Inkonsistenzen/Redundanzen der einzelnen Sichten
 - Durch Misch-Vorgang wird Globalsicht (z.B. als ERM) erstellt, die ggf. Abhängigkeiten der Sichten untereinander berücksichtigt

6.2 Abschluss des konzeptuellen Entwurfs

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

- Nach Abschluss des konzeptuellen Entwurfs:
Wahl des Ziel-DBMS

Mögliche Einflussfaktoren:

- Zu verwendendes Datenmodell
- Verfügbare Datentypen
- Benchmark-Ergebnisse
- Vorhandene IT-Landschaft
- Kosten (für Beschaffung, Wartung, Migration, Personal, etc.)

- Ergebnis der Phase:
 - konzeptuelles Modell/Schema (unabhängig vom Ziel-DBMS)
 - Ziel-DBMS ist gewählt

6 DB-Entwurf

6.0	Vorgehensmodell	2
6.1	Anforderungsanalyse	6
6.2	Konzeptueller Entwurf	26
6.3	Logischer Entwurf.....	30
	Übertragung des ER-Modells ins relationale Datenmodell.....	31
	Sichten	61
6.4	Physischer Entwurf	65



6.3 Logischer Entwurf (1/1)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

3) Logischer Entwurf

- Ziel: Transformation des konzeptuellen Modells in das Datenmodell des DBMS, z.B. in das
 - relationale Datenmodell
 - objektorientierte Datenmodell
- Techniken:
 - Transformationsregeln:
z.B. Entity-Relationship-Modell systematisch in das relationale Modell überführen; (Details gleich)
 - Normalisierung
- Ergebnis: logisches Datenmodell bzw. Schema

6 DB-Entwurf

6.0	Vorgehensmodell	2
6.1	Anforderungsanalyse	6
6.2	Konzeptueller Entwurf	26
6.3	Logischer Entwurf.....	30
	Übertragung des ER-Modells ins relationale Datenmodell.....	32
	Sichten	61
6.4	Physischer Entwurf.....	65



6.3 Übertragung ER-Modell ins relationale Datenmodell

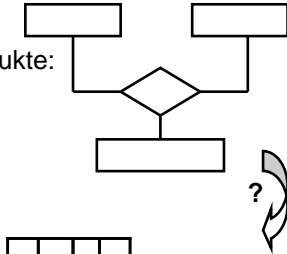
Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

Problem:

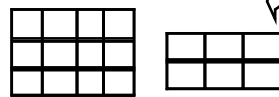
Ein Datenschema, das in Form eines ER-Diagramms vorliegt, soll in ein relationales Datenschema übertragen werden.

- ER-Datenschema \Rightarrow relationales Datenschema

- Im ER-Modell:
zwei verschiedene Modellierungskonstrukte:
Entity-Typen und **Beziehungs-Typen**



- Im relationalen Modell
nur ein Konstrukt: **Relation**



Abbildung/Transformation notwendig:

Entity-Typen, Beziehungstypen \rightarrow Relationsschemata, Fremdschlüssel

6.3 Übertragung ER-Modell ins relationale Datenmodell

Vereinbarung für Schreibweise (Wdh.):

Es seien: A,B Attributmengen, a_1, a_2, \dots Attribute

Dann schreiben wir:

$a_1 a_2 \dots a_n$ für $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$

AB für $A \cup B$

aB für $\{a\} \cup B$

usw.

6 DB-Entwurf



6.0	Vorgehensmodell	2
6.1	Anforderungsanalyse	6
6.2	Konzeptueller Entwurf	26
6.3	Logischer Entwurf	30
	Übertragung des ER-Modells ins relationale Datenmodell.....	32
	Übertragung von Entity-Typen	36
	Übertragung von Generalisierungen.....	40
	Übertragung von Beziehungs-Typen.....	47
	Sichten	61
6.4	Physischer Entwurf.....	65

6.3 Übertragung von Entity-Typen (1|4)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

- Entity-Typ** $E : \langle A \rangle$ mit

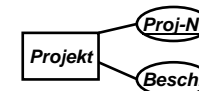
– Primärschlüssel $P \subseteq A$

\rightarrow **Relationsschema** $r_E : R_E$ mit

$R_E = (A \mid \text{Primärschlüssel } P)$

(gilt nur, wenn Entity-Typ weder Weak Entity-Typ noch Unterentity-Typ ist !)

Beispiel:

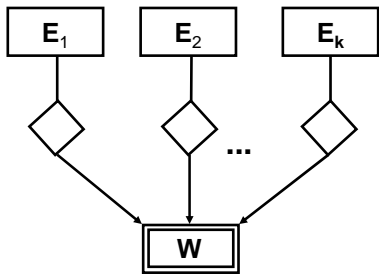


$\text{Projekt} \rightarrow \text{projekt}(\underline{\text{Proj-Nr}}, \text{Beschr})$

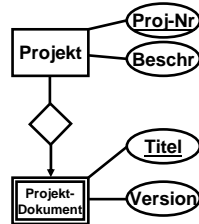
6.3 Übertragung von Entity-Typen (2|4)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

- **Weak Entity-Typ $W: \langle A \rangle$** , mit
 - Schlüsselattributen $S \subseteq A$
 - Identifikationsabhängigkeit von Entity-Typen $E_1: \langle A_1 \rangle, \dots, E_k: \langle A_k \rangle$ mit den jeweiligen Primärschlüsseln P_1, \dots, P_k



Beispiel: Ein best. WE nur mit dem übergeordneten Entity identifizierbar; hat keinen selbständigen Schlüssel



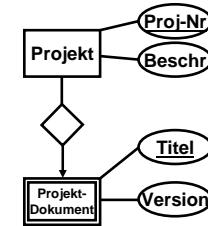
6.3 Übertragung von Entity-Typen (3|4)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

$W \rightarrow$
Relationenschema r_W : R_W mit
 $R_W = (A \ P_1 \dots P_k \ | \ \Sigma_W)$,

- $\Sigma_W =$
 „S $P_1 \dots P_k$ ist der Primärschlüssel“

- Fremdschlüssel:
 $r_W.P_1 \subseteq r_1.P_1,$
 ... ,
 $r_W.P_k \subseteq r_k.P_k$



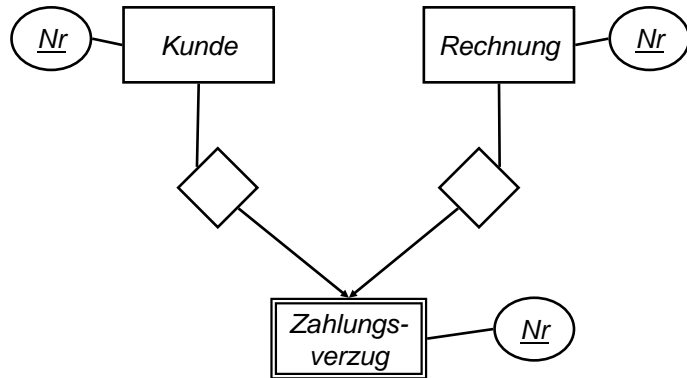
Beispiel (fortgesetzt):

Projekt \rightarrow *projekt*(Proj-Nr, Beschr)
Projekt-Dokument \rightarrow *pdokument*(Titel, Proj-Nr, Version),
pdokument.Proj-Nr \subseteq *projekt*.Proj-Nr

6.3 Übertragung von Entity-Typen (4|4)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

Beispiel:



Zahlungsverzug \rightarrow *zverzug*: (KdNr, ReNr, Nr, ...),
zverzug.KdNr \subseteq *kunde*.Nr, *zverzug*.ReNr \subseteq *rechnung*.Nr

6 DB-Entwurf

6.0	Vorgehensmodell	2
6.1	Anforderungsanalyse	6
6.2	Konzeptueller Entwurf	26
6.3	Logischer Entwurf	30
	Übertragung des ER-Modells ins relationale Datenmodell.....	32
	Übertragung von Entity-Typen	36
	Übertragung von Generalisierungen.....	40
	Übertragung von Beziehungs-Typen.....	47
	Sichten	61
6.4	Physischer Entwurf.....	65



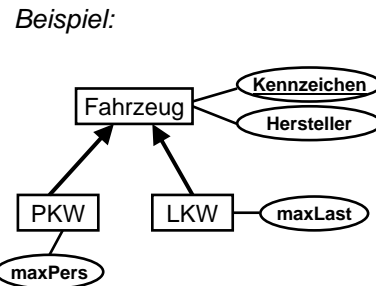
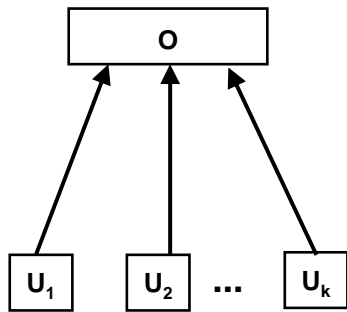
6.3 Übertragung von Generalisierungen (1|4)

Wir betrachten nur **Einfachgeneralisierungen**

Unterentity-Typen: $U_1: \langle A_1 \rangle, U_2: \langle A_2 \rangle, \dots, U_k: \langle A_k \rangle$

Oberentity-Typ: $O: \langle A \rangle$ mit Primärschlüssel $P \subseteq A$

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf



6.3 Übertragung von Generalisierungen (2|4)

Vier Alternativen:

1. Oberentity-Typ O

→ **Relationsschema** $r_O: R_O$ mit

$R_O = (A \mid \text{Primärschlüssel } P)$ (wie zuvor).

Jeder **Unterentity**-Typ U_i

→ **Relationsschema** $r_i: R_i$ mit

$R_i = (A_i P \mid \text{Primärschlüssel } P)$

– Fremdschlüssel: $r_i.P \subseteq r_O.P$

Beispiel: *Fahrzeug* → *fahrzeug(Kennzeichen, Hersteller)*

PKW → *pkw(Kennzeichen, maxPers),*

pkw.Kennzeichen ⊆ *fahrzeug.Kennzeichen*

LKW → *lkw(Kennzeichen, maxLast),*

lkw.Kennzeichen ⊆ *fahrzeug.Kennzeichen*

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

6.3 Übertragung von Generalisierungen (3|4)

2. Für den **Oberentity**-Typ wird kein eigenes Schema erstellt:

Jeder **Unterentity**-Typ U_i

→ **Relationsschema** $r_i: R_i$ mit

$R_i = (A_i \mid \text{Primärschlüssel } P)$

! nur möglich, wenn U_1, \dots, U_k vollst. Spezialisierung von O

Beispiel: (Annahme, es gibt nur PKW und LKW als Fahrz.)

PKW → *pkw(Kennzeichen, maxPers, Hersteller),*

LKW → *lkw(Kennzeichen, maxLast, Hersteller),*

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

6.3 Übertragung von Generalisierungen (3|4)

3. Für O, U_1, U_2, \dots, U_k

wird ein einziges **Relationsschema** $r: R$ erstellt mit

$R = (A A_1 \dots A_k t \mid \text{Primärschlüssel } P)$

– **t** ist ein zusätzliches Attribut, zur Angabe des **Untertyps**:
mögliche Werte $1, \dots, k$

! Nullwerte notwendig

Beispiel:

Fahrzeug, PKW, LKW →

fahrzeug(Kennzeichen, Hersteller, maxPers, maxLast, t)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

6.3 Übertragung von Generalisierungen (4|4)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

4. Für O, U_1, U_2, \dots, U_k

wird ein einziges **Relationsschema** $r: R$ erstellt mit

$R = (A A_1 \dots A_k t_1, t_2, \dots, t_k \mid \text{Primärschlüssel } P)$

- t_1, t_2, \dots, t_k sind **zusätzliche Attribute** vom Typ Boolean zur Angabe ob ein Entity zu einem bestimmten **Untertyp** gehört (notwendig wenn **U1, U2, ..., Uk** nicht disjunkt sind)

! Nullwerte notwendig

Beispiel:

Fahrzeug, PKW, LKW →

fahrzeug(Kennzeichen, Hersteller, maxPers, maxLast, t1, t2)

6.3 Übertragung von Generalisierungen (4|4)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

Anmerkung:

Alternative (1) ist immer verwendbar und sollte, sofern keine sonstigen Gründe dagegen sprechen, nach Möglichkeit verwendet werden!

6 DB-Entwurf



6.0	Vorgehensmodell	2
6.1	Anforderungsanalyse	6
6.2	Konzeptueller Entwurf	26
6.3	Logischer Entwurf.....	30
	Übertragung des ER-Modells ins relationale Datenmodell.....	32
	Übertragung von Entity-Typen	36
	Übertragung von Generalisierungen.....	40
	Übertragung von Beziehungs-Typen.....	47
	Sichten	61
6.4	Physischer Entwurf.....	65

6.3 Übertragung von Beziehungstypen (1|13)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

1:1 - Beziehungen

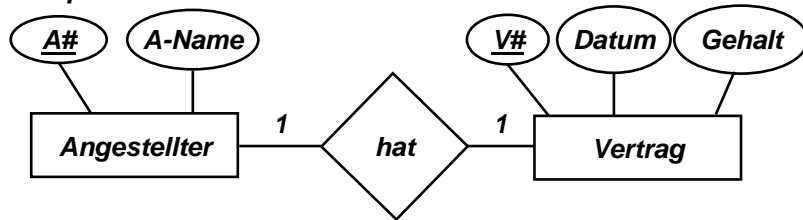
- Ein 1:1-Relationship-Typ wird i.A. nicht zu einer eigenen Relation.
- Information wird an eine der beiden (den betroffenen Entity-Typen entsprechenden) Relationen "angehängt".

6.3 Übertragung von Beziehungstypen (2|13)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

1:1 - Beziehungen

Beispiel:



→ angestellter(A#, A-Name, V#)

vertrag(V#, Datum, Gehalt)

angestellter(A#, A-Name)

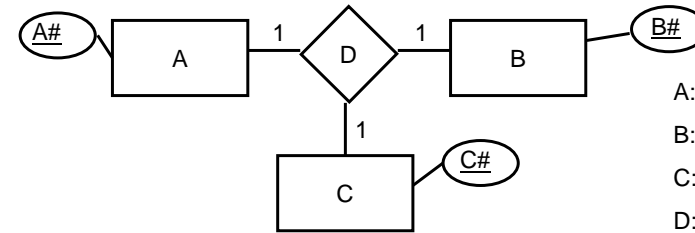
oder: vertrag(V#, Datum, Gehalt, A#)

6.3 Übertragung von Beziehungstypen (3|13)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

1:1:1 - Beziehungen

Aber: Geht das so auch bei 1:1:1-Beziehungen oder muss D eine eigenständige Relation werden?



A: (A#,...)

B: (B#, ...)

C: (C#, ...)

D: (A#, B#, C#)

Antwort: D muss eigenständige Relation werden
Begründung anhand eines Beispiels für D:

A#	B#	C#
a	b	c
a	b'	c'
a	b''	c''

Notation besagt ja, dass eine Attributkombination a, b für ein c in der Spalte C# nur einmal vorkommen darf, jedoch kann ein Attribut a mehrmals in der Spalte A# vorkommen ⇒ Problem, wenn man in Relation A nur 2 Fremdschlüsselattribute genommen hätte, statt Relation D.

6.3 Übertragung von Beziehungstypen (4|13)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

1:n - Beziehungen

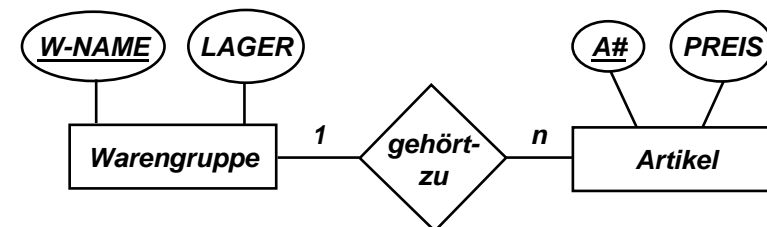
- Ein 1:n-Relationship-Typ wird i.A. nicht zu einer eigenen Relation.
- Information wird an die Relation "angehängt", die dem Entity-Typ an der mit **n** beschrifteten Kante entspricht (z.B. Fremdschlüssel oder Attribute des Relationship-Typs).
- ggf. NULL-Werte notwendig

6.3 Übertragung von Beziehungstypen (5|13)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

1:n - Beziehungen

Beispiel: „Artikel gehört zu Warengruppe“



→ artikel(A#, Preis, W-Name)

warengruppe(W-Name, Lager)

6.3 Übertragung von Beziehungstypen (6|13)

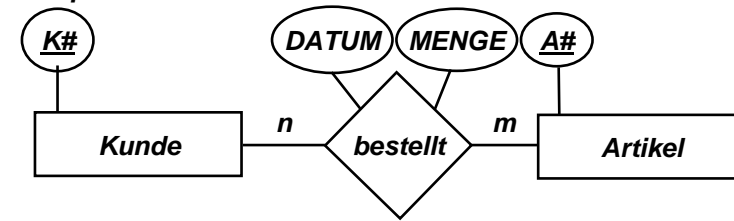
n:m - Beziehungen

- Aus n:m-Relationship-Typ wird eine zusätzliche Relation.
- Relation enthält die (Primär-)Schlüssel X und Y der beteiligten Entity-Typen als Attribute (Fremdschlüsselbeziehung) und zusätzlich die Attribute des Relationship-Typs.
- Neuer Schlüssel ergibt sich aus Vereinigung $X \cup Y$

6.3 Übertragung von Beziehungstypen (7|13)

n:m - Beziehungen

Beispiel:

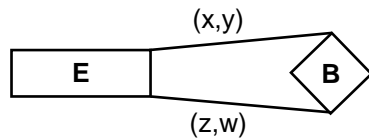


→ bestellt(K#, A#, Datum, Menge)

bestellt:	<u>K#</u>	<u>A#</u>	DATUM	MENGE

6.3 Übertragung von Beziehungstypen (8|13)

Rekursive Beziehungen

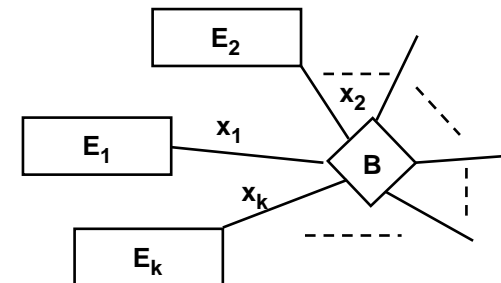


analog zu normalen 1:1 -, 1:n - und n:m - Beziehungen

(die Namen hinzugefügter Attribute werden um den Rollennamen ergänzt)

6.3 Übertragung von Beziehungstypen (9|13)

Beziehungen vom Grad > 2



B wird eigenes Relationsschema $r_B: R_B$:

$B: \langle E_1, \dots, E_k / A_z \rangle$,

Relationen für die Entity-Typen:

$r_1: R_1$ mit $R_1 = (A_1 | \Sigma_1)$, (P_1 ist Pr.schlüssel) $\in \Sigma_1$, ...,

$r_k: R_k$ mit $R_k = (A_k | \Sigma_k)$, (P_k ist Pr.schlüssel) $\in \Sigma_k$

→

6.3 Übertragung von Beziehungstypen (10|13)

Beziehungen vom Grad > 2

Relation für die Beziehung:

$$r_B: R_B,$$

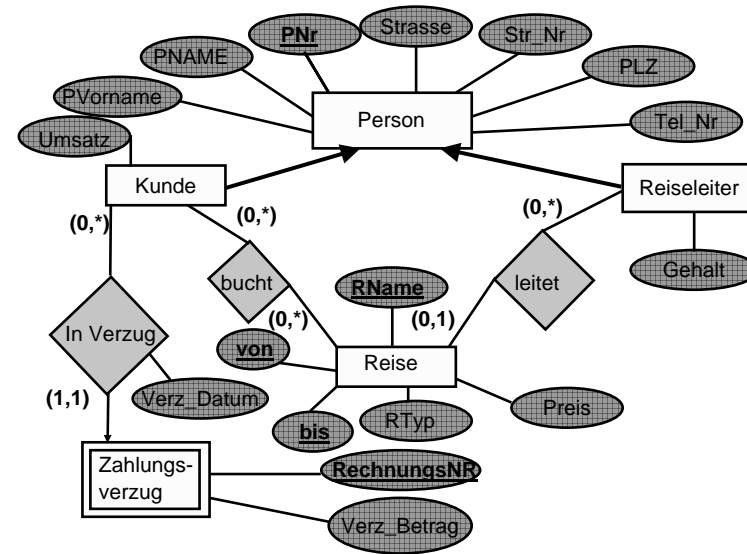
- $r_B: R_B$ mit $R_B = (P_1 \dots P_k A_z | \Sigma_B)$,
- Fremdschlüssel:
 $r_B.P_1 \subseteq r_{1.P_1}, \dots, r_B.P_k \subseteq r_{k.P_k}$
- Falls 1 die Mindestkardinalität von E_j bzgl. B ist zusätzlich $r_j.P_j \subseteq r_B.P_j$

Σ_B : Schlüssel ergibt sich aus der Vereinigung der Primärschlüssel P_j der Relationsschemata, für welche die entsprechenden Entity-Typen (gemeinsam) einen Schlüssel von B darstellen

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

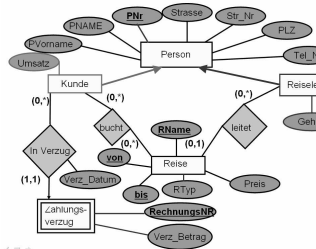
6.3 Übertragung von Beziehungstypen (11|13)

Beispiel: Datenmodell eines Reiseveranstalters



Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

6.3 Übertragung von Beziehungstypen (12|13)



„Normale“ Entity-Typen:

- **Person** → person: (PNr, PVorname, PName, Strasse, Str_Nr, PLZ, Tel_Nr)
- **Reise** → reise: (RName, von, bis, Preis, RTyp)

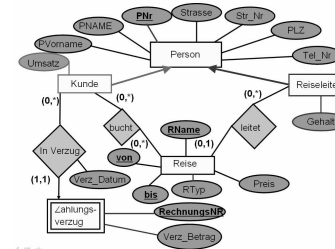
Weak Entity-Typen und Unterentity-Typen:

- **Kunde** → kunde: (PNr, Umsatz),
kunde.PNr \subseteq person.PNr
- **Reiseleiter** → rleiter: (PNr, Gehalt),
rleiter.PNr \subseteq person.PNr
- **Zahlungsverzug** → zverzug: (PNr, RechnungsNr, Verz_Datum, Verz_Betrag),
zverzug.PNr \subseteq kunde.PNr

NULL-Werte für Fremdschlüssel sind nicht erlaubt.

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

6.3 Übertragung von Beziehungstypen (13|13)



1:n- Beziehungen

- „in Verzug“ wurde schon durch den **Weak Entity-Typ** zverzug realisiert
- „leitet“: Ergänzen von **Reise** um die Personnummer des Reiseleiters
 → reise: (RName, von, bis, Preis, RTyp, PNr)
 reise.PNr \subseteq rleiter.PNr,
 NULL-Werte sind erlaubt

m:n-Beziehungen

- „bucht“ → buchung: (PNr, RName, von, bis),
 buchung.PNr \subseteq kunde.PNr
 buchung.{RName, von, bis} \subseteq reise.{RName, von, bis}

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

6 DB-Entwurf

6.0	Vorgehensmodell	2
6.1	Anforderungsanalyse	6
6.2	Konzeptueller Entwurf	26
6.3	Logischer Entwurf.....	30
	Übertragung des ER-Modells ins relationale Datenmodell.....	32
	Übertragung von Entity-Typen	36
	Übertragung von Generalisierungen.....	40
	Übertragung von Beziehungs-Typen.....	47
	Sichten	61
6.4	Physischer Entwurf.....	65



6.3 Sichten (Views) (1/3)

Sichten

Externe Ebene

- Für Anwender / Benutzer:
„Sichten“ („Views“) über Basisrelationen
- nicht „materialisiert“,
d.h. sie werden bei jedem Aufruf neu ausgewertet
- Definition einer Sicht durch Ausdruck der Art
sichtname: Operationsteil
↑
Rel'operationen auf Basisrelationen;
„Anfrage“ (engl. query) an DB
- In der Praxis: Sichtdefinition mit SQL („CREATE VIEW...“)
- Sicherheitsaspekt: Sichten sollen bestimmten Benutzergruppen
nur bestimmte Daten anzeigen

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

6.3 Sichten (Views) (2/3)

Beispiel:

Sicht (in relationaler Algebra):

$abt-30: \pi_{[ANG-NR, NAME, WOHNORT]}(\sigma_{[ABT-NR=30]} \text{angestellte})$



Operationsteil hier: Ausdruck der **Relationenalgebra**

Danach:

- Behandlung von abt-30 wie „normale“ Relation
(Bezüglich Anwendung von Operationen)
- hier auch möglich:
Update / Insert / Delete mit abt-30 mit Auswirkungen auf
angestellte !
(ggf. mit NULL ergänzen)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

6.3 Sichten (Views) (3/3)

Beispiel:

Sicht

proj-spezial:

$\pi_{[ANG-NR, NAME, WOHNORT]} \sigma_{[P-NR=770114]} (\text{angestellte} * \text{ang-pro})$

z.B.: Sicht der Leitung von Projekt 770114

INSERT / UPDATE / DELETE auf proj-spezial

- nicht erlaubt
- mehrere Basisrelationen betroffen /
Wirkung nicht überschaubar

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

6 DB-Entwurf

6.0	Vorgehensmodell	2
6.1	Anforderungsanalyse	6
6.2	Konzeptueller Entwurf	26
6.3	Logischer Entwurf.....	30
6.4	Physischer Entwurf.....	65



6.4 Physischer Entwurf (1/11)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

4) Physischer Entwurf

- Ziel: Definition des internen Schemas des DBMS, sowie der Systemparameter
- Dabei wichtig: Minimierung der Zugriffszeiten auf Sekundärspeicher
- Zu berücksichtigende Aspekte:
 - Genaue Datentypen der Attribute
 - Block- bzw. Seitenzuweisung auf Festplatte
 - Indexstrukturen für den effizienten Datenzugriff
 - Evtl. Denormalisierung, um bei häufig zu verbindenden Relationen Zugriffe/Rechenzeit zu sparen
- Implementierung der Schemata unter Verwendung von DDL des gewählten Systems
 - z.B. SQL, grafische Dialoge, etc.
- Evtl. entwurfsbegleitend: Prototyping mit Testdaten-Bestand
- Ergebnis der Phase: Physisches Modell bzw. Schema der Datenbank

6.4 Physischer Entwurf (2/11)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

Relationale Datenbank

- **Typ-Ebene:** „Schema der relationalen DB“ besteht aus:
 - Menge von Relationsschemata $\{r_i: (A_i | \Sigma_i) \mid i=1, \dots, n\}$ (mit intrarelationalen Integritätsbedingungen Σ_i)
 - relationenübergreifende (interrelationale) Integritätsbedingungen: Σ_{DB}
- **Ausprägungsebene:**
 - Zu jedem Relationsschema **eine** (1NF-) Relation vom entsprechenden Typ.
 - Alle Relationen erfüllen in ihrer Gesamtheit alle Integritätsbedingungen aus Σ_{DB} .

6.4 Physischer Entwurf (3/11)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

Beispiel

Input aus dem logischen Entwurf:

- person: (PNr, PVname, PNname, Strasse, Str_Nr, PLZ, Tel_Nr)
- rleiter: (PNr, Gehalt),
rleiter.PNr \subseteq person.PNr
- kunde: (PNr, Umsatz),
kunde.PNr \subseteq person.PNr
- reise: (RName, von, bis, Preis, RTyp, PNr)
reise.PNr \subseteq rleiter.PNr
- zverzug: (PNr, RechnungsNr, Verz_Datum, Verz_Betrag),
zverzug.PNr \subseteq kunde.PNr
- buchung: (PNr, RName, von, bis),
buchung.PNr \subseteq kunde.PNr
buchung.{RName, von, bis} \subseteq reise.{RName, von, bis}

6.4 Physischer Entwurf (4|11)

Beispiel

Input aus dem logischen Entwurf:

- person: (PNr, PVname, PNname, Strasse, Str_Nr, PLZ, Tel_Nr)

Beispiel zur graphischen Eingabe in MS ACCESS

The screenshot shows the 'person : Tabelle' window with the 'Feldname' list containing PNr, PVname, PNname, Strasse, Str_Nr, PLZ, and Tel_Nr. The 'Feldtyp' for PNr is 'Zahl' and it is marked as 'Primärschlüssel'. The 'Feldeigenschaften' dialog is open for the 'PNr' field, showing 'Format' as 'Euro', 'Dezimalstellenanzeige' as 'Automatisch', and 'Standardwert' as '0'. A note states: 'Ein Feldname kann bis zu 64 Zeichen lang sein, einschließlich Leerzeichen. Drücken Sie F1, um Hilfe zu Feldnamen zu erhalten.'

Feldeigenschaften

6.4 Physischer Entwurf (5|11)

Beispiel

Input aus dem logischen Entwurf:

- releiter: (PNr, Gehalt),

The screenshot shows the 'rleiter : Tabelle' window with the 'Feldname' list containing PNr and Gehalt. The 'Feldtyp' for PNr is 'Zahl' and for Gehalt is 'Währung'. The 'Feldeigenschaften' dialog is open for the 'PNr' field, showing 'Format' as 'Euro' and 'Dezimalstellenanzeige' as 'Automatisch'. A note states: 'Ein Feldname kann bis zu 64 Zeichen lang sein, einschließlich Leerzeichen. Drücken Sie F1, um Hilfe zu Feldnamen zu erhalten.'

Auch möglich:

Definition mit SQL-DDL:

```

Create table releiter (
    PNr Integer not null,
    Gehalt Currency,
    CONSTRAINT C1 PRIMARY
    KEY (PNr)
);
    
```

Ähnlich unserer Notation $r: (A | \Sigma)$

6.4 Physischer Entwurf (6|11)

Beispiel

Input aus dem logischen Entwurf:

- kunde: (PNr, Umsatz)

The screenshot shows the 'kunde : Tabelle' window with the 'Feldname' list containing PNr and Umsatz. The 'Feldtyp' for PNr is 'Zahl' and for Umsatz is 'Währung'. The 'Feldeigenschaften' dialog is open for the 'Umsatz' field, showing 'Format' as 'Euro' and 'Dezimalstellenanzeige' as '2'. A note states: 'Ein Feldname kann bis zu 64 Zeichen lang sein, einschließlich Leerzeichen. Drücken Sie F1, um Hilfe zu Feldnamen zu erhalten.'

6.4 Physischer Entwurf (7|11)

Beispiel

Input aus dem logischen Entwurf:

- reise: (RName, von, bis, Preis, RTyp, PNr)

The screenshot shows the 'reise : Tabelle' window with the 'Feldname' list containing RName, von, bis, Preis, RTyp, and PNr. The 'Feldtyp' for RName is 'Text', von is 'Datum/Uhrzeit', bis is 'Datum/Uhrzeit', Preis is 'Währung', RTyp is 'Text', and PNr is 'Zahl'. The 'Feldeigenschaften' dialog is open for the 'RName' field, showing 'Format' as 'Datum, kurz'. A note states: 'Ein Feldname kann bis zu 64 Zeichen lang sein, einschließlich Leerzeichen. Drücken Sie F1, um Hilfe zu Feldnamen zu erhalten.'

6.4 Physischer Entwurf (8/11)

Beispiel

Input aus dem logischen Entwurf:

- zverzug: (PNr, RechnungsNr, Verz_Datum, Verz_Betrag)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

6.4 Physischer Entwurf (9/11)

Beispiel

Input aus dem logischen Entwurf:

- buchung: (PNr, RName, von, bis)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

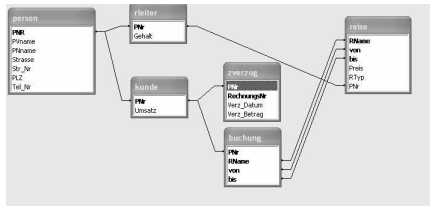
6.4 Physischer Entwurf (10/11)

Beispiel

Relationenübergreifende (interrelationale) Integritätsbedingungen:

- leiter.PNr \subseteq person.PNr
- kunde.PNr \subseteq person.PNr
- reise.PNr \subseteq leiter.PNr
- zverzug.PNr \subseteq kunde.PNr
- buchung.PNr \subseteq kunde.PNr
- buchung.{RName, von, bis} \subseteq reise.{R_Name, von, bis}

Graphisch definierbar (MS ACCESS) oder direkt in SQL, z.B. (MS ACCESS):



```
CREATE TABLE rleiter (
  PNr Integer not null,
  Gehalt Currency,
  CONSTRAINT C1 PRIMARY KEY (PNr),
  CONSTRAINT C2 FOREIGN KEY (PNr)
  REFERENCES person (PNr)
)
```

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

6.4 Physischer Entwurf (11/11)

Anmerkungen:

- alle Relationen gleichberechtigt
- alle Operationen auf jede Relation anwendbar (→ keine „Einstiegsunkte“ !)
- Relationsschema: kann geändert / gelöscht werden (wenn auch nicht „regelmäßig“)
- Zusätzlich Angaben über:
 - Zugriffsberechtigung
 - Integritätssicherung

(Thema der Vorlesung DBS)

Anforderungsanalyse
Konzeptueller Entwurf
Logischer Entwurf
Physischer Entwurf

Literatur

- G. Schlageter, W. Stucky. **Datenbanksysteme: Konzepte und Modelle**. B. G. Teubner, Stuttgart 1983 (2. Auflage)
Download:
<http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/Lehre/Winter2005-06/AI1/Literatur.html>
(Passwort wird nur in der Vorlesung bekannt gegeben)
- R. Elmasri, S. B. Navathe. **Fundamentals of Database Systems**. Pearson Education, 4. Aufl., 2004, ISBN 0321204484
- H. Garcia-Molina, J.D. Ullman, J. Widom. **Database Systems. The Complete Book**. Prentice Hall, 2002, ISBN 0130319953
- G. Vossen. **Datenbankmodelle, Datenbanksprachen und Datenbankmanagementsysteme**. Oldenbourg, München, 2000, ISBN: 3486253395.
- S. M. Lang, P. C. Lockemann. **Datenbankeinsatz**. Springer, 1995, ISBN: 3-540-58558-3