

Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS

Datenverwaltung und -modellierung

Prof. Dr.-Ing. Ralf Bill

Institut für Geodäsie und Geoinformatik
Universität Rostock



Datenverwaltung und -modellierung

- Thematische Datenmodelle
- Konzeptionelle Datenmodelle
 - Geometrie
 - Topologie
- Logische Datenmodelle
- Physische Datenmodelle
- Kommerzielle Datenbanktechnologie

Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS



Thematische Datenmodelle

- Ebenenmodell
- Objektklassenmodell
- Semantische Netze

Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

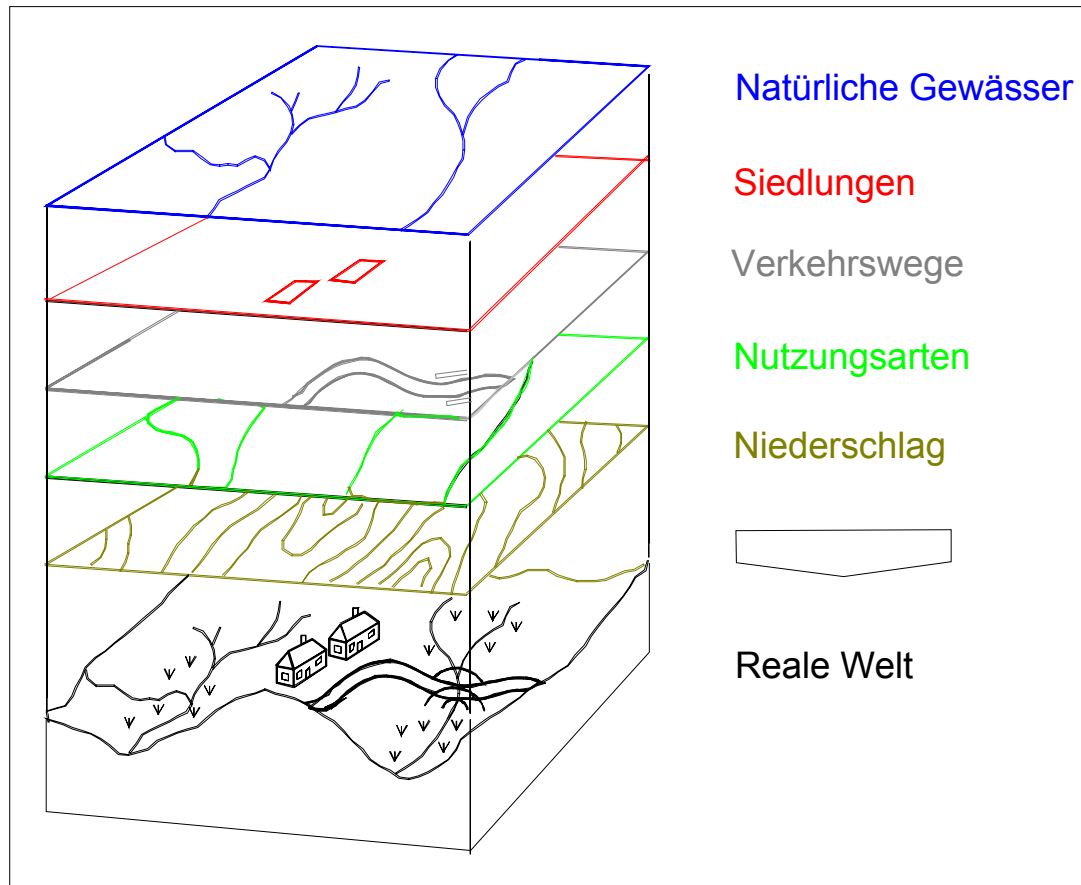
Logische M.

DBMS



Ebenenprinzip (Folien, Layer)

- Graphikorientiert
- limitierte Sachdatenverwaltung



Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

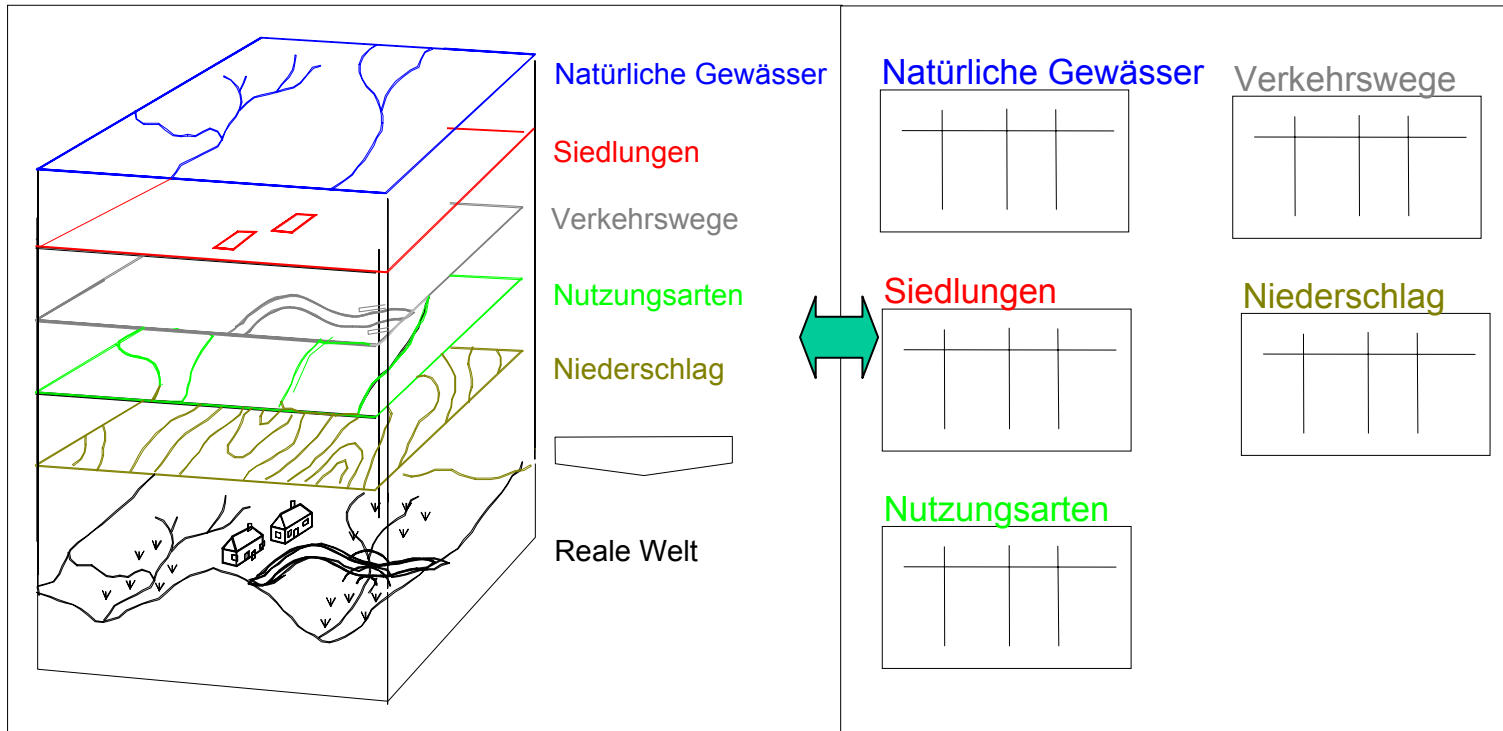
Logische M.

DBMS



Ebenenprinzip mit relationaler Datenbank

- Graphik nach Ebenenkonzept, Sachdaten relational
- Vorteile beider Ansätze, Kopplung problematisch



Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

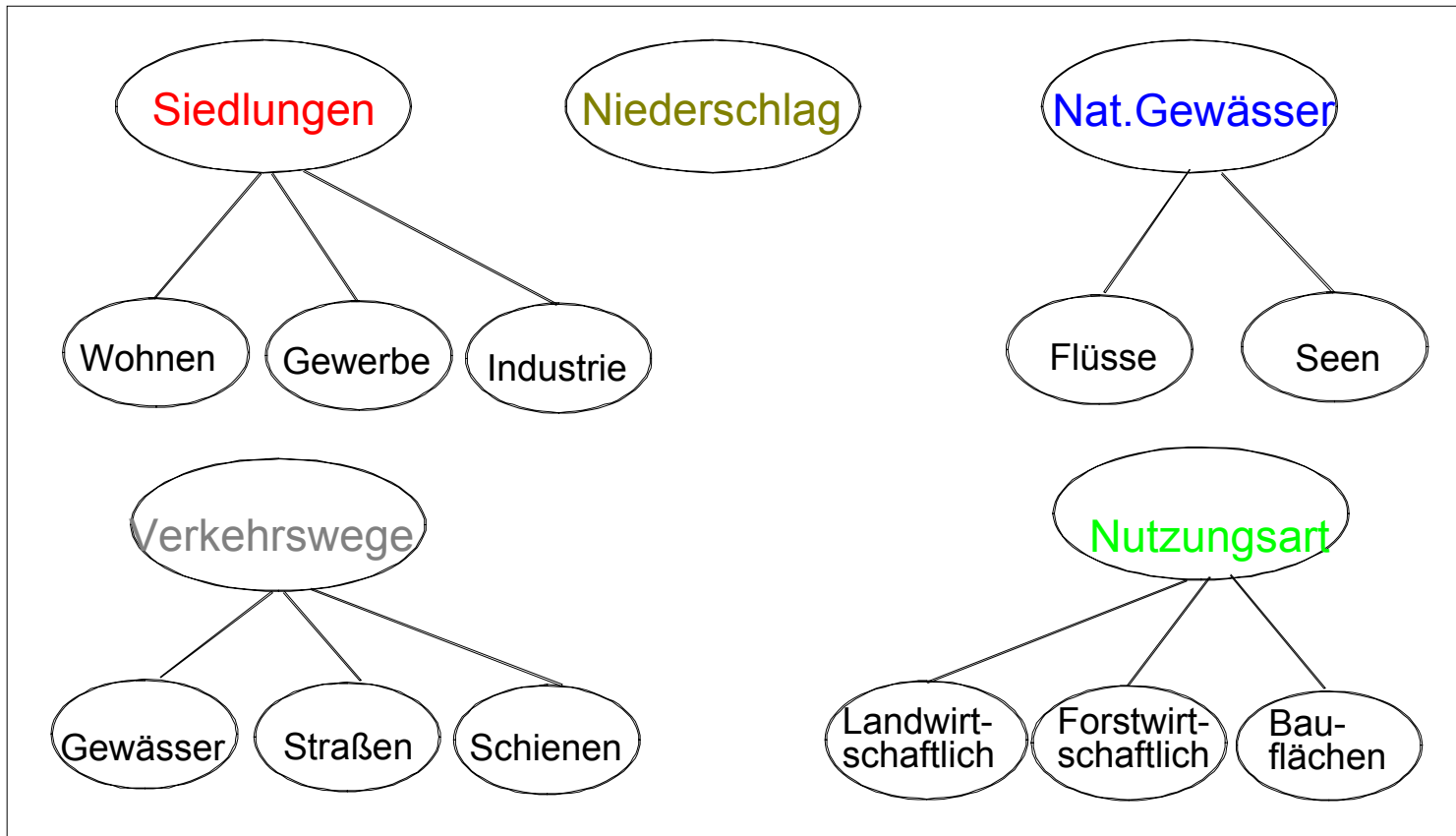
Logische M.

DBMS



Objektklassenmodell

- Klassen repräsentativ für reale Welt
- Nachteil: Hierarchische Zerlegung



Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

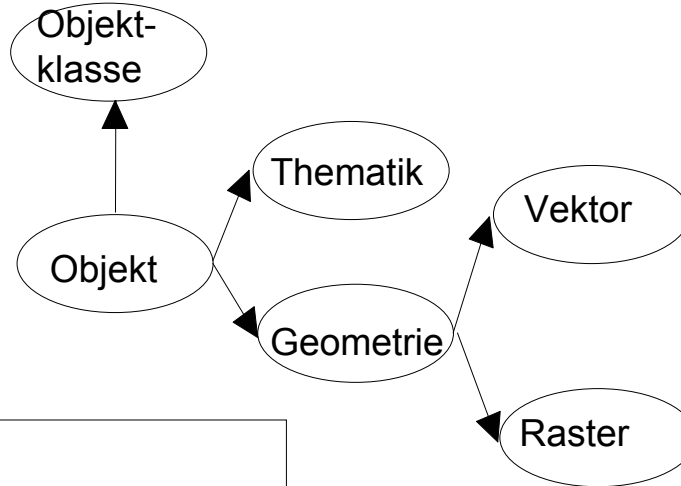
Logische M.

DBMS



Informationssystem - Objektsicht

Objektbezogenes Datenmodell



Verwaltung

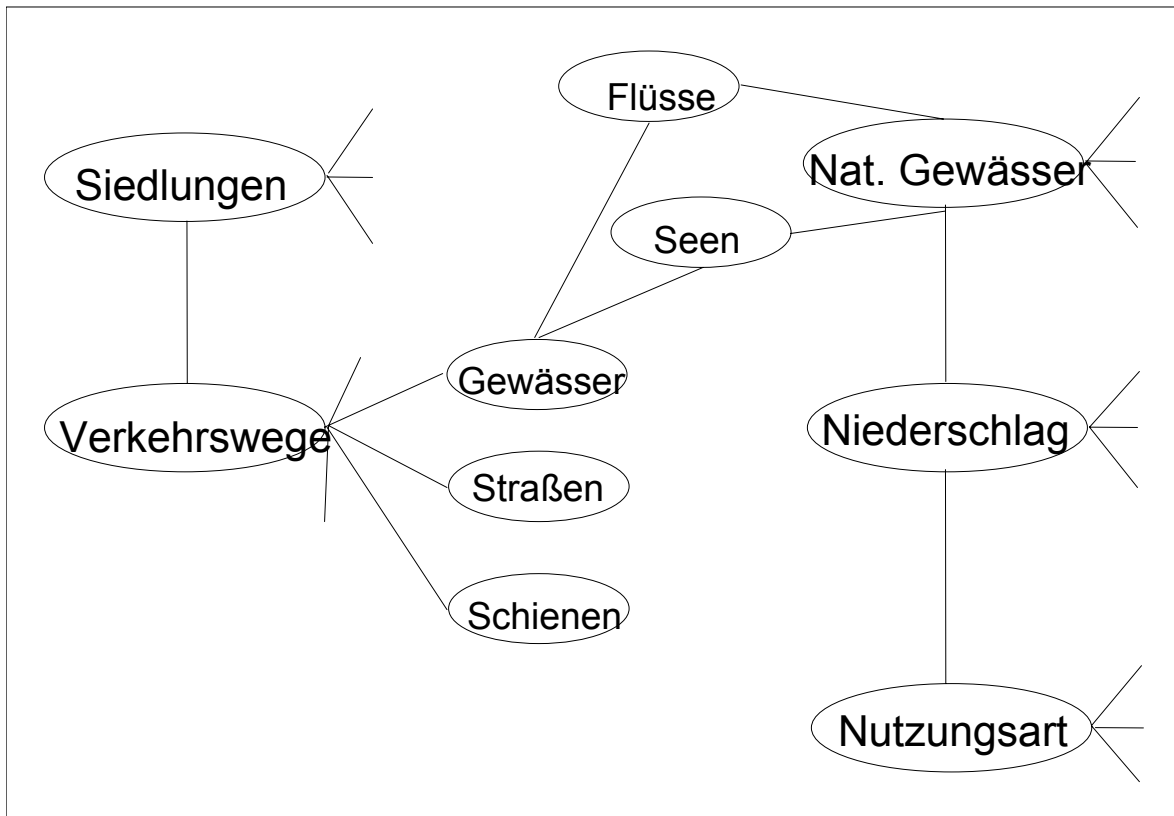
Thematische M.

Konzeptionelle M.

Logische M.

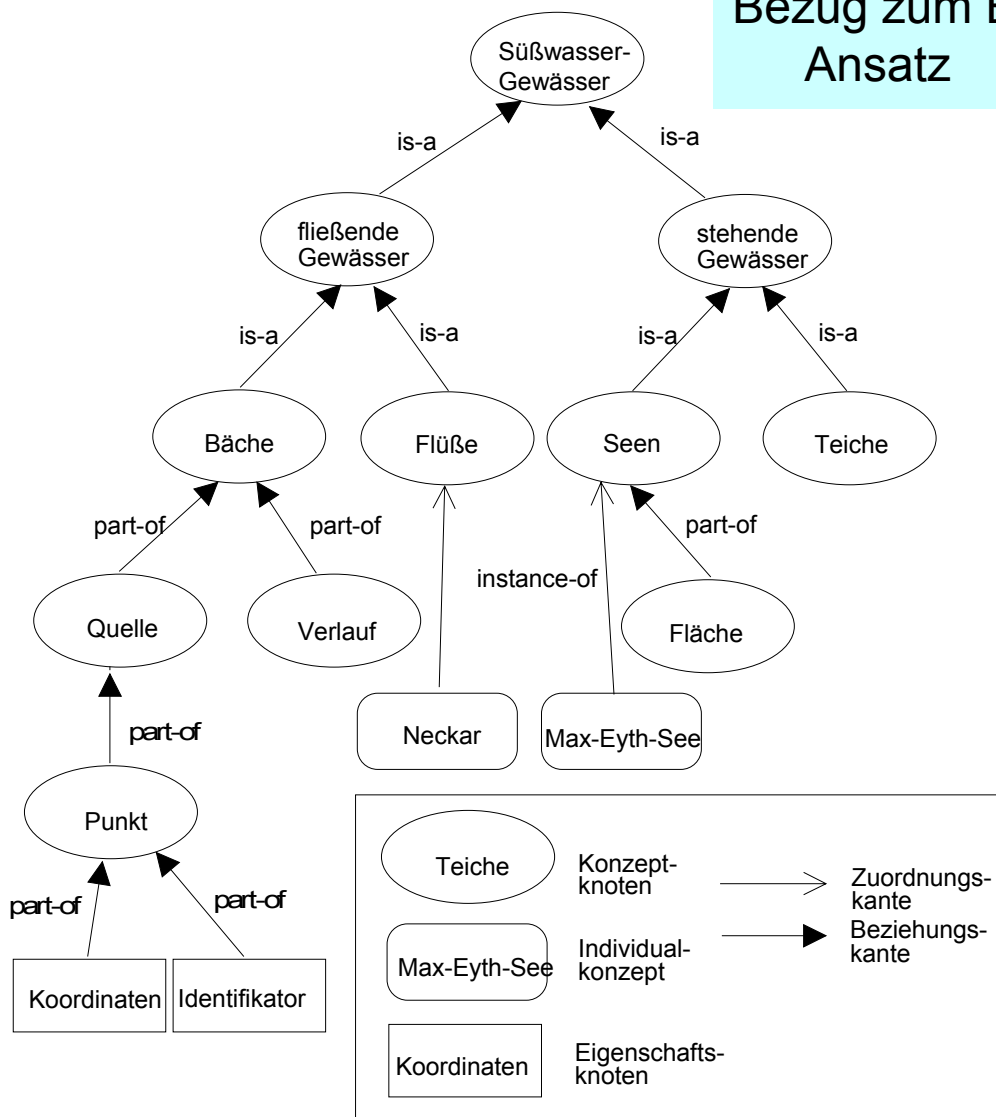
DBMS

Semantisches Netz



Semantische Netze

Anwendung bei Objektmodellierung
Bezug zum Entitäten-Relationen-
Ansatz



Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS



Geometrische Modelle

- Vektor, Raster, Quadtree und andere
- 3D-Geometriemodelle
- Formale Datenstruktur in 3D

Verwaltung

Thematische M.

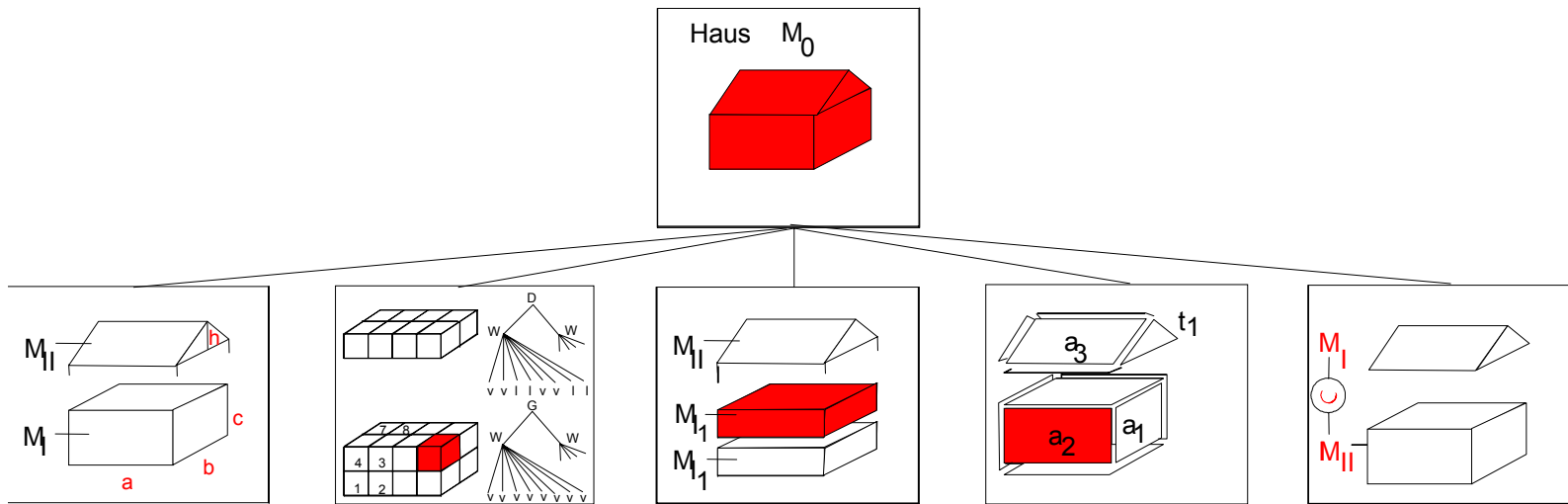
Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS



3D-Ansätze zum geometrischen Modellieren



Parameterbe-
schreibung:

$$M(I) = \{a, b, c\}$$

$$M(II) = \{a, b, h\}$$

Enumerations-
verfahren:

$$M(I) = 8e$$

$$M(II) = 8e$$

$$M(III) = 8e$$

Zellerzerlegung:

$$M(0) =$$

$$M(I1)UM(I2)UM(II)$$

Randbeschreib.:

$$M(I) =$$

$$\{a1, a1, a2, a2, a2, a2\}$$

$$M(II) =$$

$$\{a2, a3, a3, t1, t1\}$$

Konstruktion
mit Raumprim.

$$M(0) = M(I)UM(II)$$

Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

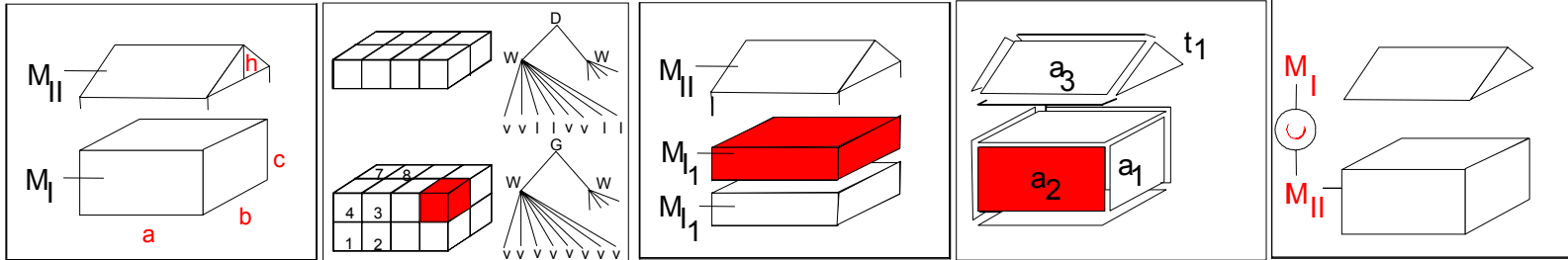
Logische M.

DBMS



Geometrisches Modellieren im 2D-GIS

Verwaltung



Thematische M.

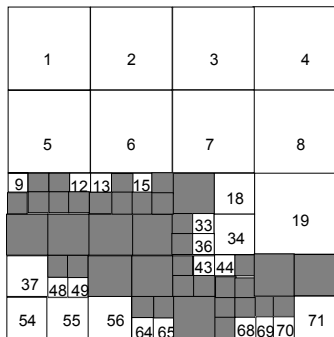
Konzeptionelle M.

Logische M.

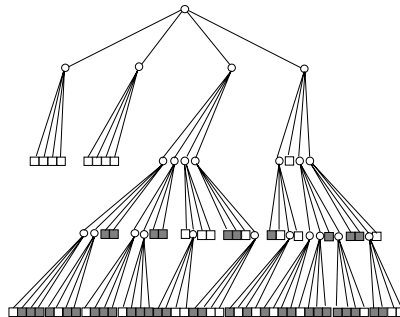
DBMS

- Enumerationsverfahren (quadtree)

Situation

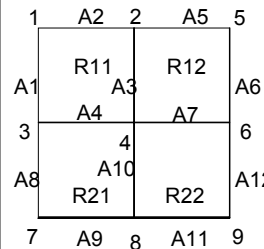


Datenrepräsentation

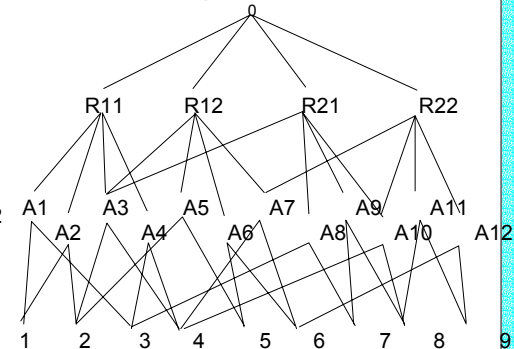


- Randbeschreibung

Situation

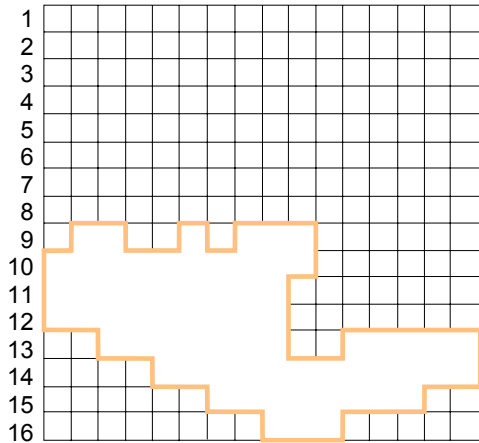


Datenrepräsentation



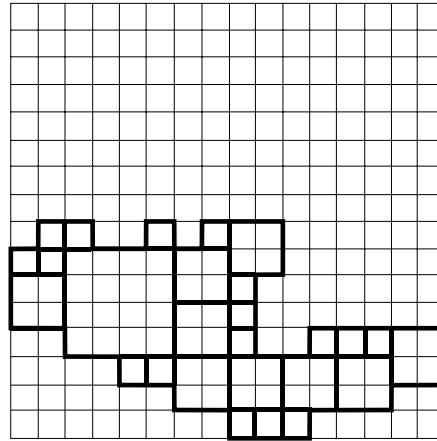
Rasterdatenmodelle

Beispiel

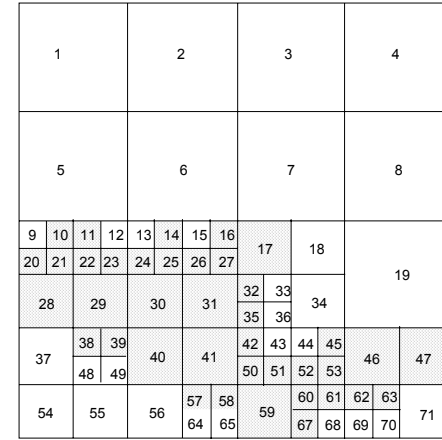


Block-Kodierung . 2D runlength

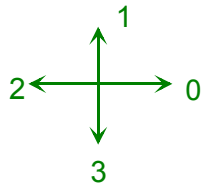
Ursprung + Radius z.B. 3,2,4



Quadtree



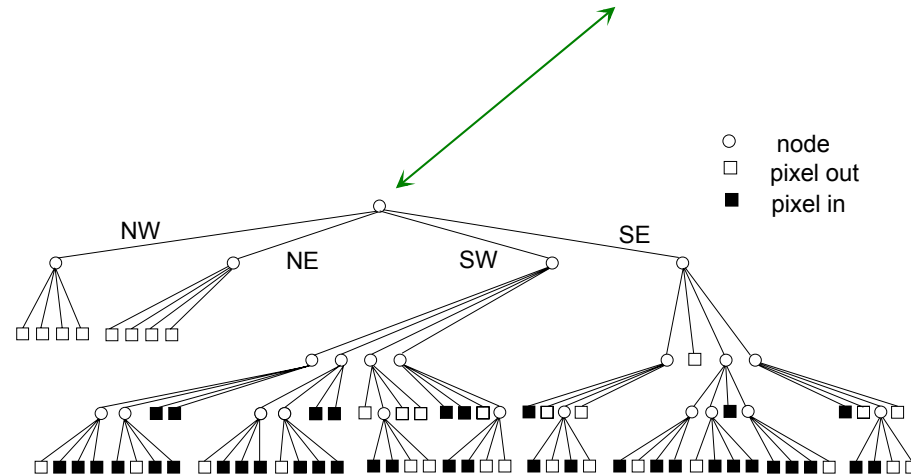
Kettenkodierung (Rand)



Ursprung: 10, 1
 Kette: 0, 1 2x0, 3, 2x0
 1, 0, 3, 0, 1, 3x0,
 2x3, 2, 3x3.....
1, 2x2, 1, 2x2, 3x1

Runlength-Kodierung

Row 9	2,3	6,6	8,10
Row 10	1,10		
Row 11	1,9		
Row 12	1,9		
Row 13	3,9	12,16	
Row 14	5,16		
Row 15	7,14		
Row 16	9,11		



Verwaltung

Thematische M.

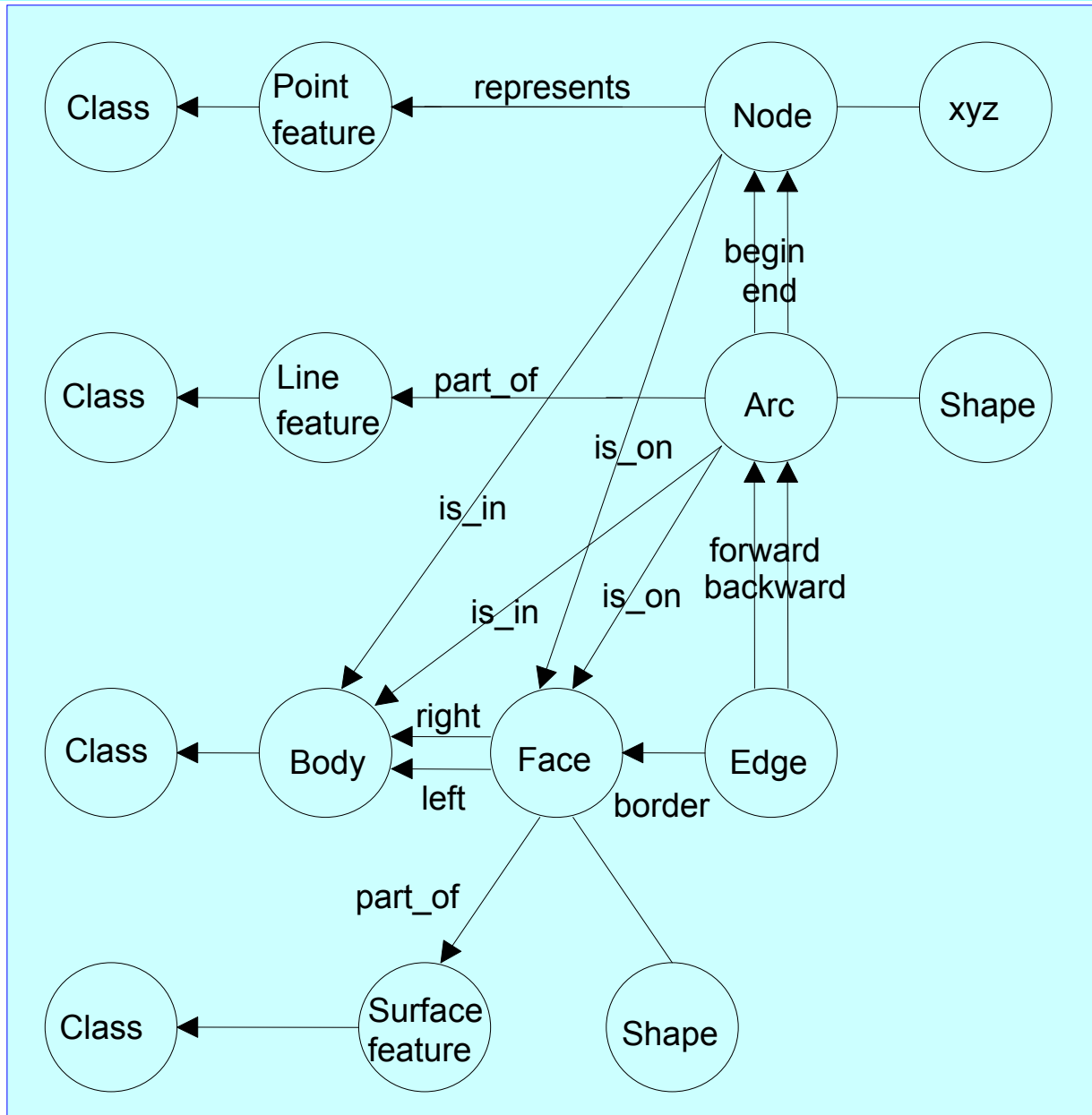
Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS



3D-Vektordatenmodell nach M. Molenaar



Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS



Topologische Modellierung

- Graphentheorie
- Topologie

Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

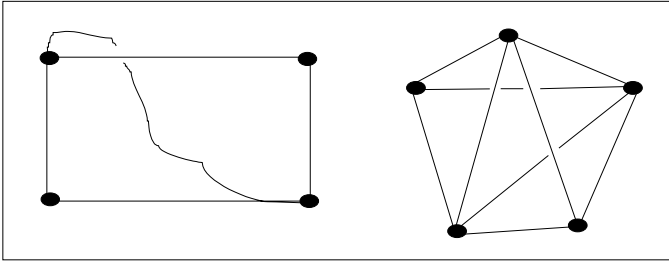
Logische M.

DBMS

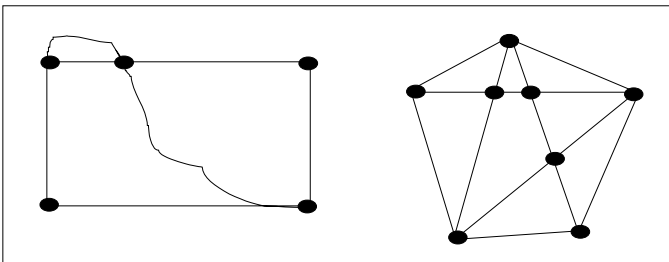


Graphentheorie (Planare versus nichtplanare Graphen)

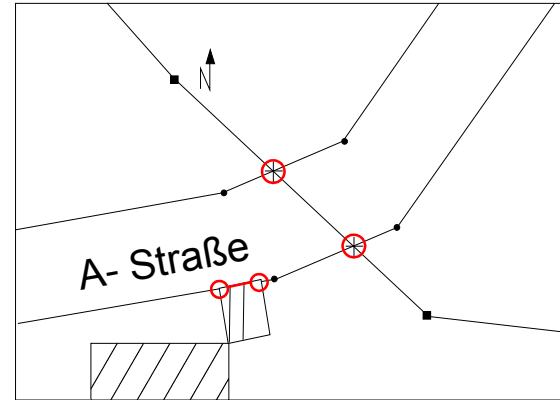
- Nichtplanare Graphen



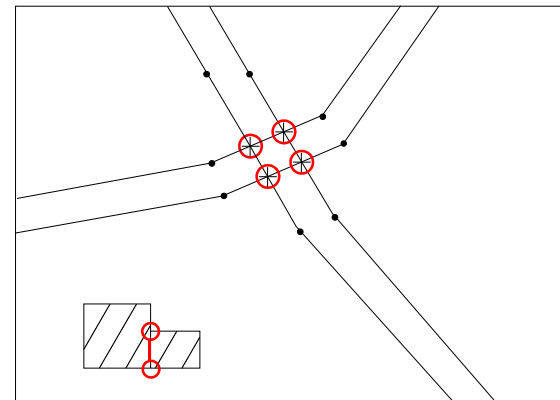
- Planare Graphen



- über alle Objektklassen



- innerhalb einer Objektklassen



Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

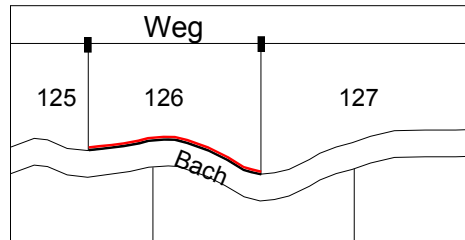
Logische M.

DBMS

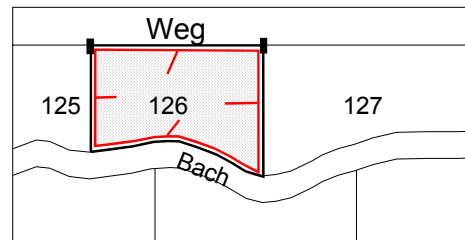


Topologische Beziehungen zwischen Objekten

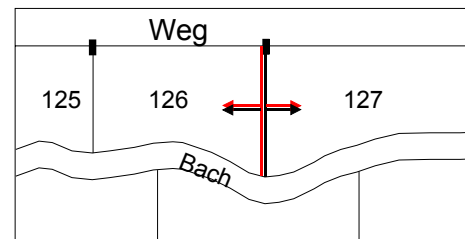
- Gemeinsam genutzte Primitive (Sharing)



- Verknüpfungen (Connectivity)



- Nachbarschaft (Neighbourhood)



Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS



Logische Datenmodelle

- Hierarchisches Datenmodell
- Netzwerkartiges Datenmodell
- Relationales Datenmodell
- Objektorientiertes Datenmodell

Verwaltung

Thematische M.

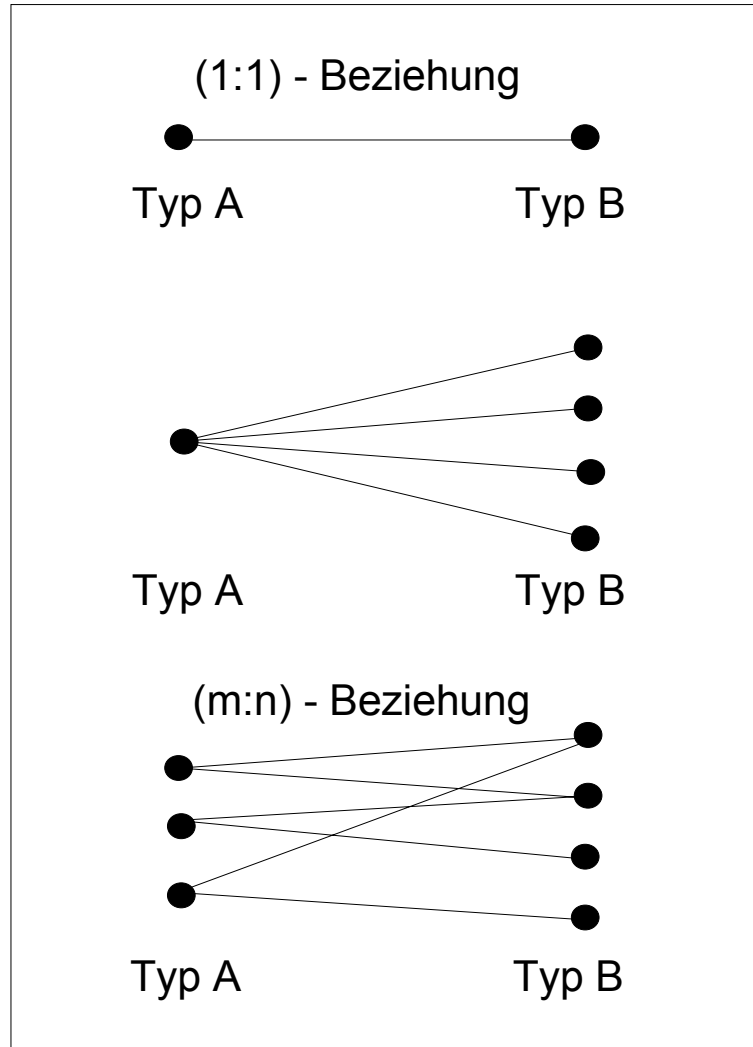
Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS



Beziehungstypen



Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

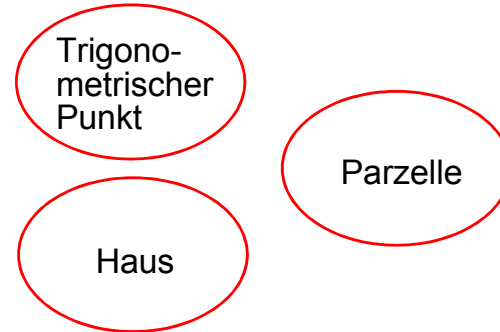
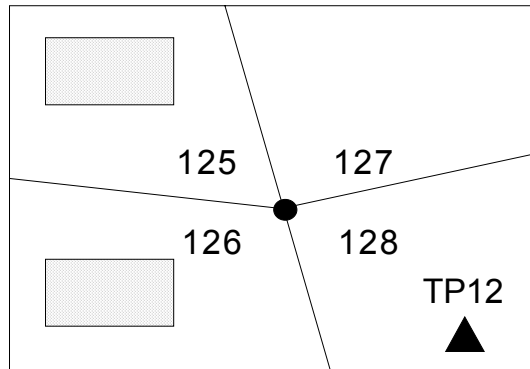
Logische M.

DBMS



Entitäten-Relationen-Ansatz

Entitäten : Bedeutungsvolle Größen in der Welt des Nutzers
 (Objekte)



Verwaltung

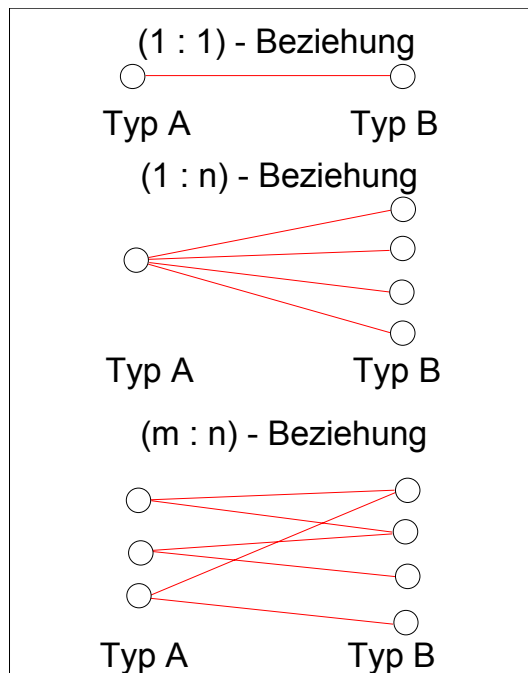
Thematische M.

Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS

Relationen : Beziehungen zwischen den Entitäten



Haus - Parzelle
Trigonometrischer Punkt
-
Punktnummer

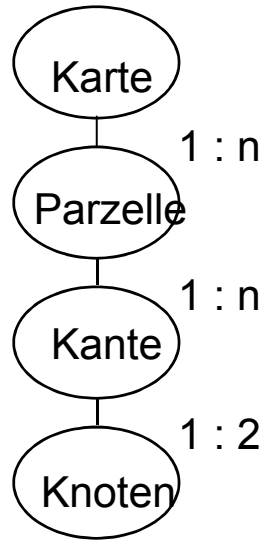
Haus - Stockwerke

Parzelle - Eigentümer



Entitäten-Relationen-Abbildung auf logische Datenmodelle

Entitäten - Relationen



Verwaltung

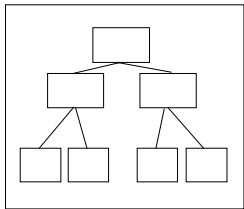
Thematische M.

Konzeptionelle M.

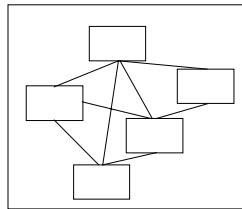
Logische M.

DBMS

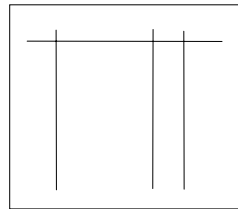
Logische Datenmodelle



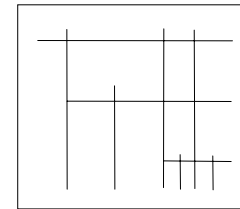
Hierarchisches Datenmodell



Netzwerkartiges Datenmodell



Relationales Datenmodell

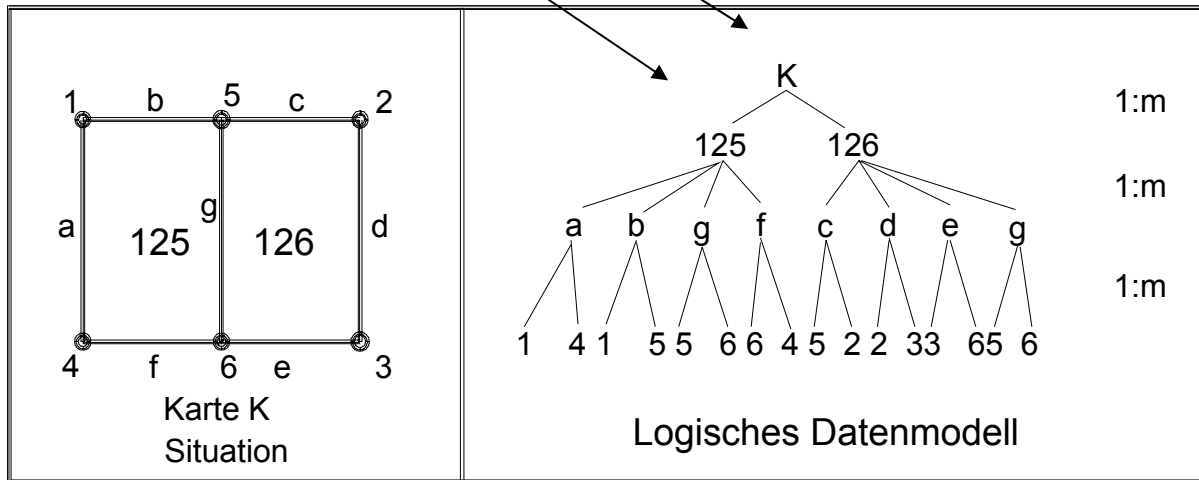


Objektorientiertes Datenmodell



Hierarchisches Datenmodell

- Baumorganisation
- Root (Vater) - das Ausgangskriterium, der Stamm
- Leaves (Söhne) - die folgenden Komponenten in einer strikten Hierarchie
- Leicht zu traversieren, schnell, schwer zu erweitern



- DB Beispiel : Binärbaum als Indexschema
- GIS Beispiel : Quadtree für Rasterdaten

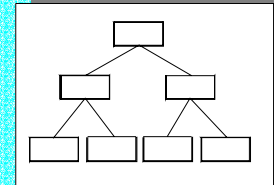
Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

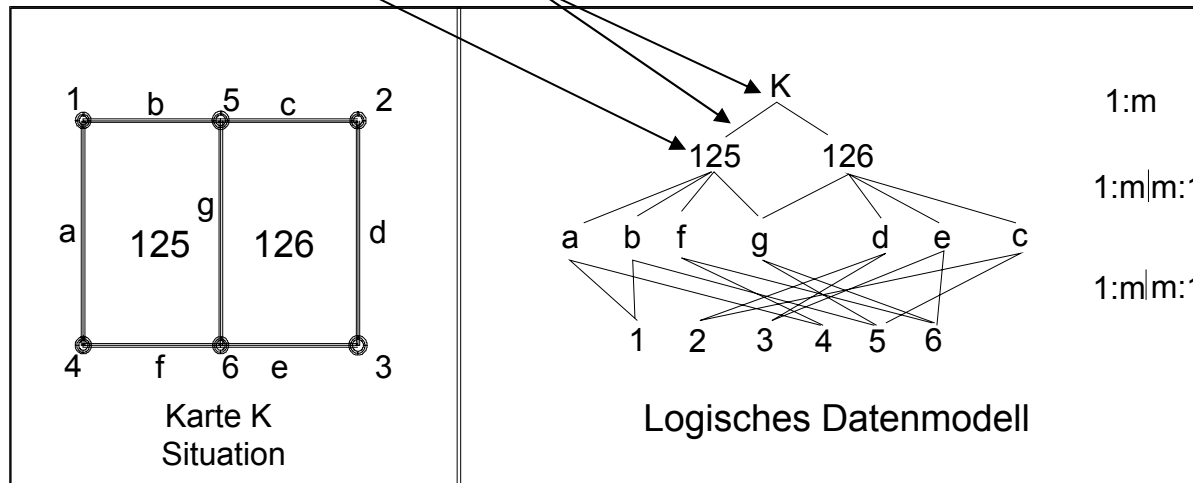
Logische M.

DBMS



Netzwerkdatenmodell (CodasyI Datenmodell)

- Vernetzte Organisation
- Record - die Daten
- Link (Set) - die Verknüpfung zwischen den Daten
- Owner - besitzt nachfolgende Members
- Member- gehört zu Owner
- leicht zu traversieren, schnell, komplexe Datenmodelle möglich, schwer zu erweitern und zu verändern.



- DB Beispiel: dbVista, UDS, Adabas - kommerzielle DBMS
- GIS Beispiel: Geometriedatenmanagement (z.B. SICAD-Datenstruktur)

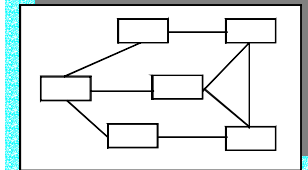
Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS



Relationales Datenmodell

- Tabellenform
- Mathematisches Fundament
- Tupel - geordneter Satz von Attributen, eine Zeile in einer Tabelle
- Attribut - ein Spaltenwert für eine Größe/Relation in einer Tabelle
- Relation - Satz von Tupeln mit Name und Definition der dazugehörigen Attribute
- Domäne - erlaubte Werte für ein Attribut
- Schlüssel - ein Attribut, eindeutig in einer Spalte
- leicht zu handhaben und zu verstehen, flexibel für Erweiterungen,
- Performanzprobleme mit komplexen Daten

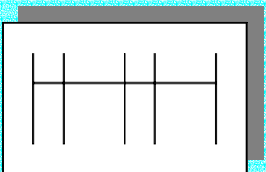
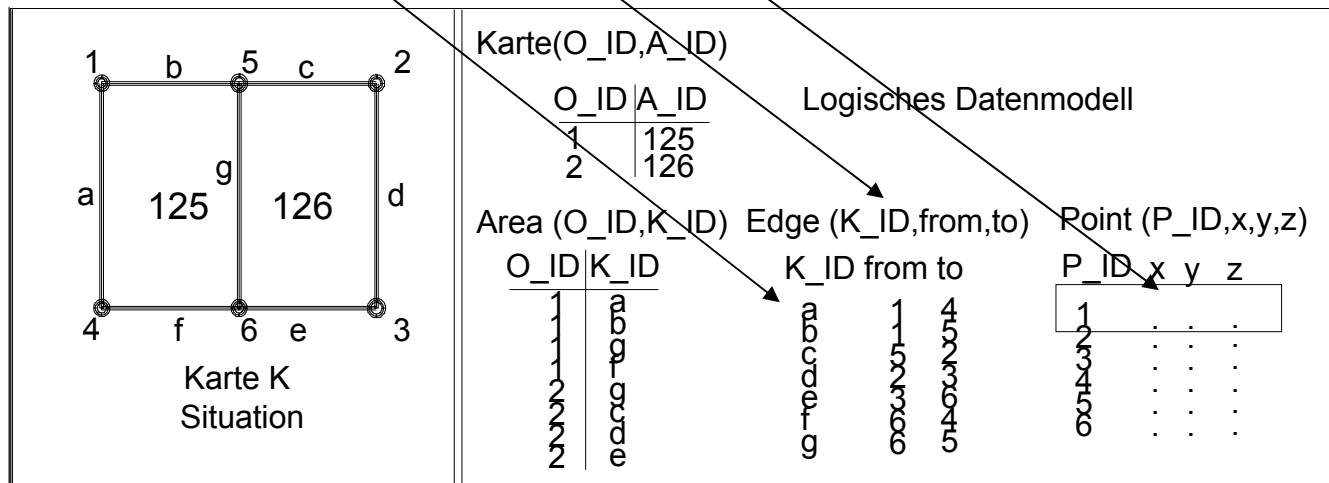
Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

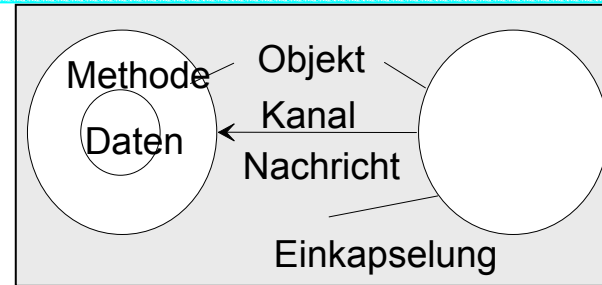
Logische M.

DBMS



Objektorientiertes Datenmodell

- vernetzte tabell. Organisation
- Objekt - Daten plus Methoden
- Nachricht - Auftrag an Objekt
- Kanal - Verknüpfung zwischen Objekten
- Einkapselung - ein Objekt ist eine Welt für sich, das einzig gültige Interface zu einem Objekt ist eine Nachricht über einen Kanal
- einfache Modellierung der realen Welt, flexibel zu erweitern, Performanz generell eher ein Problem



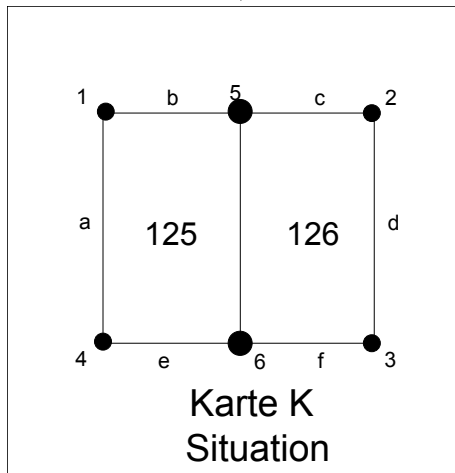
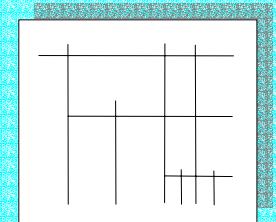
Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS



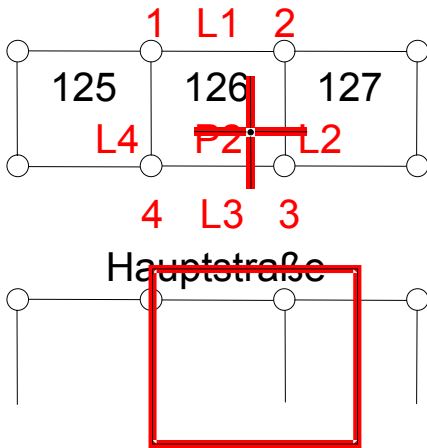
Karte						
ID	Fläche		Kante			
	F_ID	Attribute	K_#	K_ID	Typ	Punkt
						P_ID x y z
1	1	125	4	a	Gerade	1 . . . 4 . . .
				b	Gerade	1 . . . 5 . . .
2	2	126	4	d	Gerade	2 . . . 3 . . .
				e	Gerade	4 . . . 6 . . .
..

Logisches Datenmodell (NF²-Beispiel)



Einfaches Knoten-Kantenmodell in relationaler DB

Beispiel :



Relationales DB-Modell

Polygon (PNr, ...)
 Kantenzug (PNr, ENr)
 Kante (ENr, von, nach)
 Knoten (NNr, X,Y,Z)

Select unique PNr from

Polygon, Kantenzug, Kante, Knoten
 where $x = x_K$ and $y = y_K$

→ ● P1, P2, P3, P4 SQL ?
 ● —

Tabellenstruktur und Inhalt :

Polygon

Kantenzug

Kante

Knoten

PNr	...
P2	126
..	..
..	..

PNr	ENr
P2	L1
P2	L2
P2	L3
P2	L4
..	..

ENr	von	nach
L1	1	2
L2	2	3
L3	3	4
L4	4	1
..

NNr	X	Y	Z
1	X1	Y1	Z1
2	X2	Y2	Z2
3	X3	Y3	Z3
4	X4	Y4	Z4
..

Verwaltung

Thematische M.

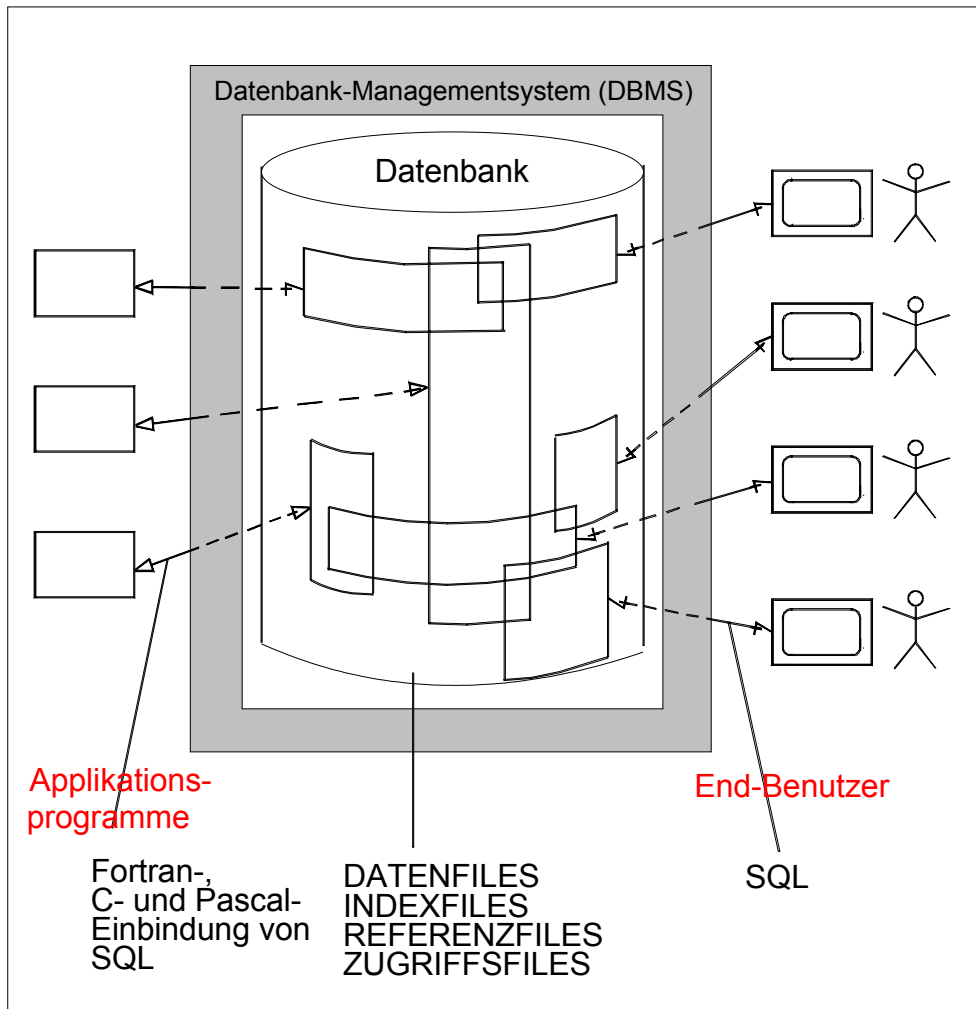
Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS



Kommerzielle Datenbanktechnologie



- Transaktionskonzept
- Datenbanksprache
- Sichten
- Layerarchitektur
- DBMS-Werkzeuge
- Andere

Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS



DBMS-Werkzeuge

- Menüs, Maskengenerator, Formulargenerierung
- Bürokommunikation
- CASE-Werkzeuge
- Netzwerkintegration
- Businessgraphik
- Berichtsgenerierung
- Berechnungen
- Andere

Verwaltung

Thematische M.

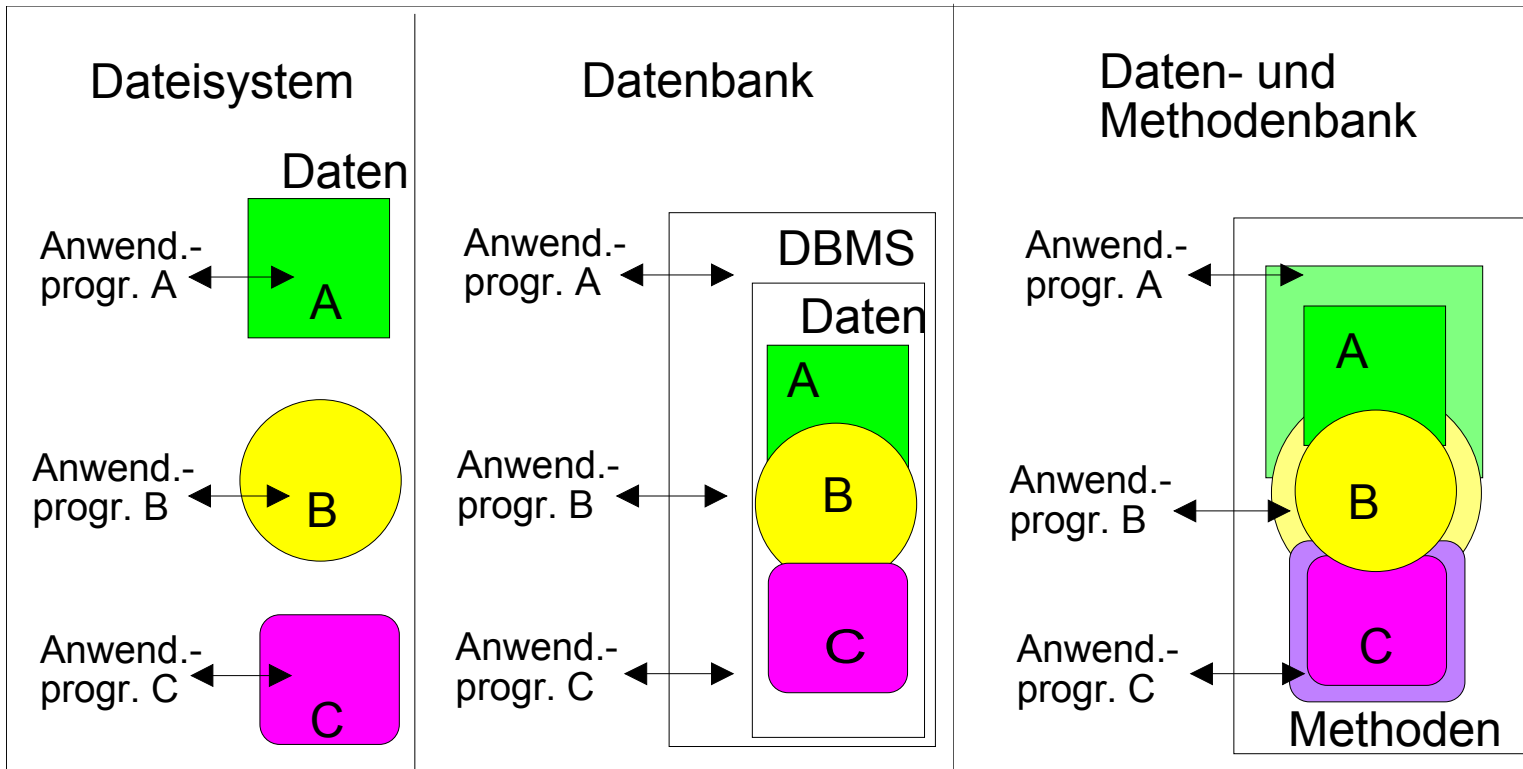
Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS



Vom Dateiensystem zur Daten- und Methodenbank



Verwaltung

Thematische M.

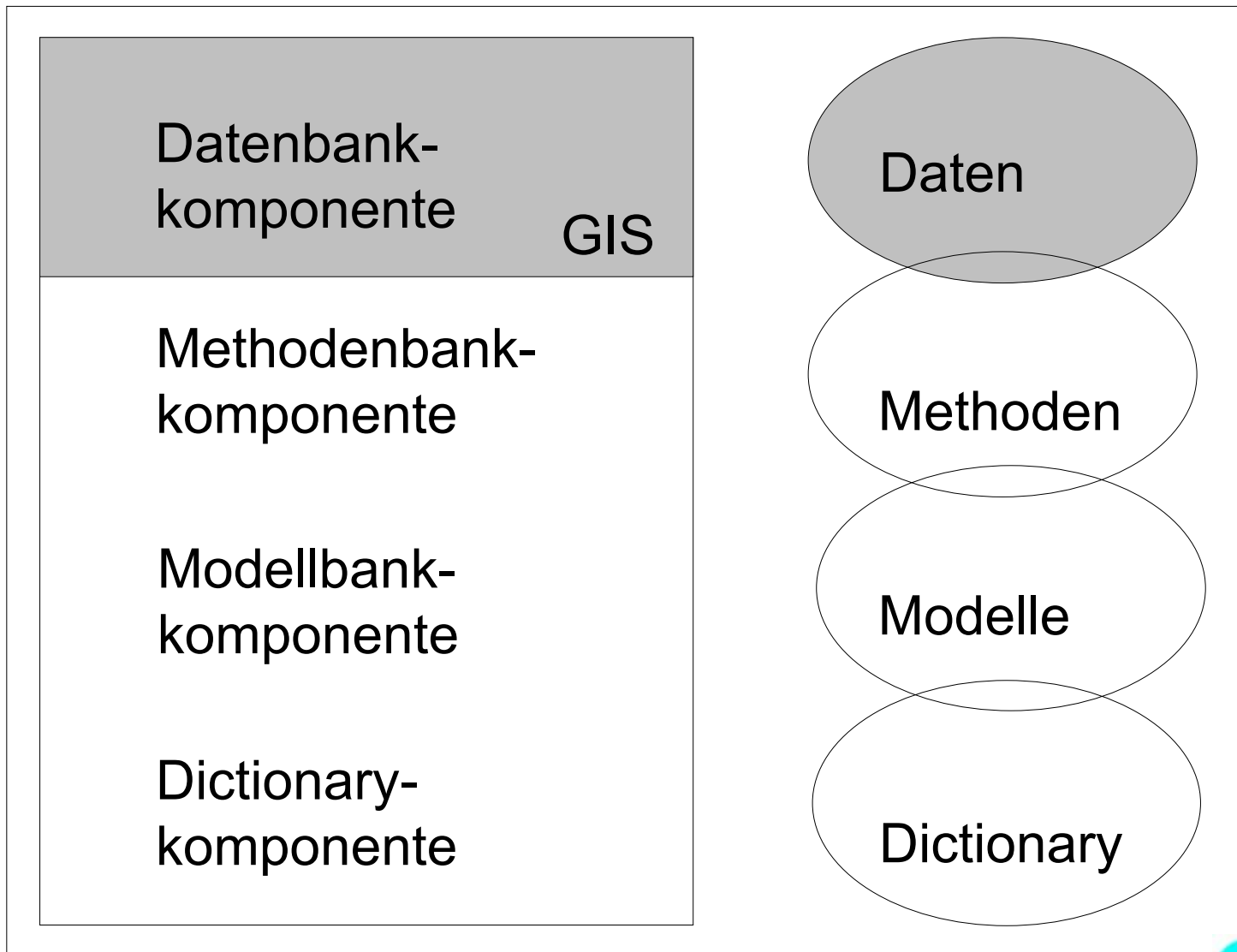
Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS



Daten, Methoden und Modelle



Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

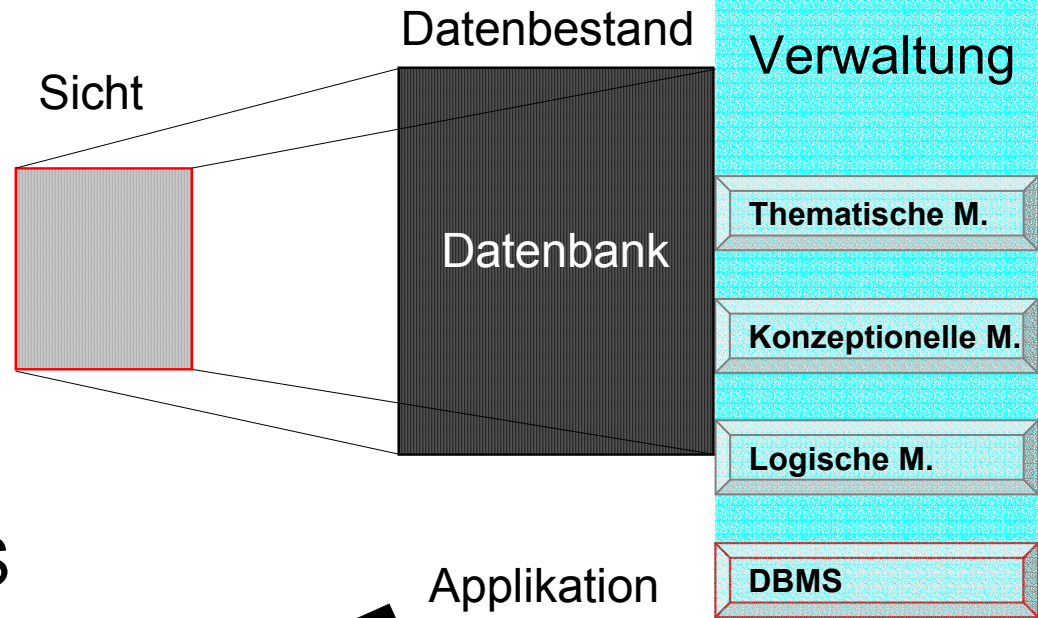
Logische M.

DBMS

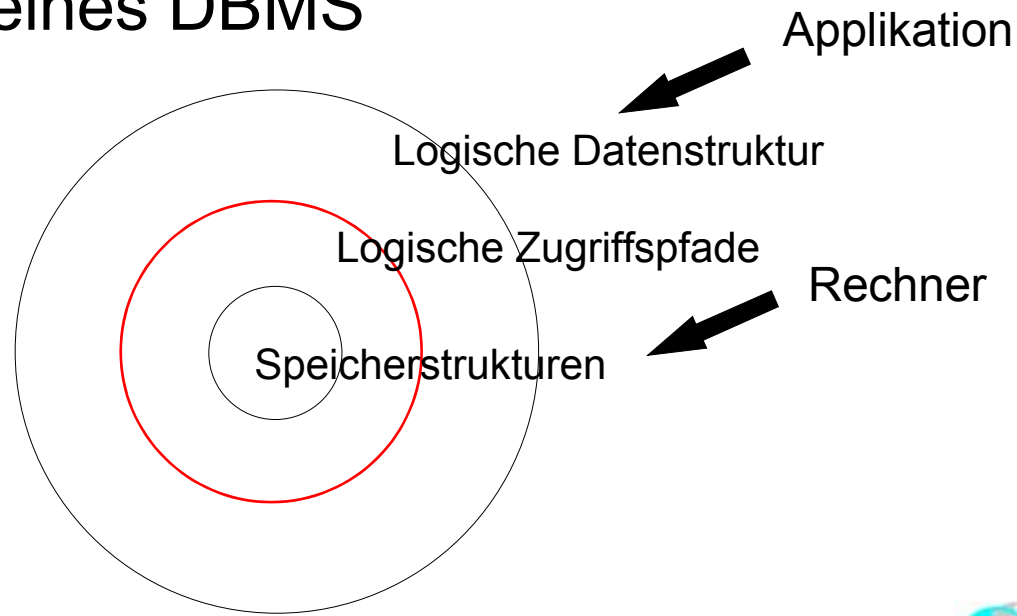


Sichten auf ein DBMS

- Kataster
- Energieversorgung
- Stadtplanung
- Umweltamt
-



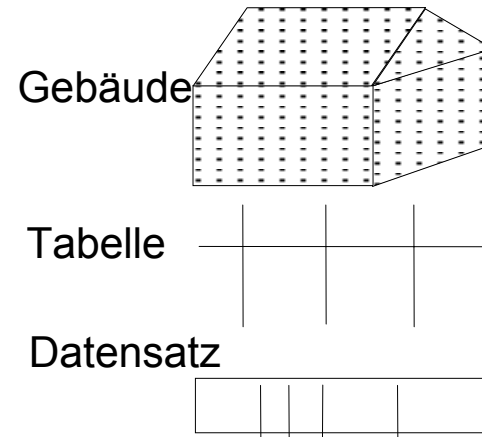
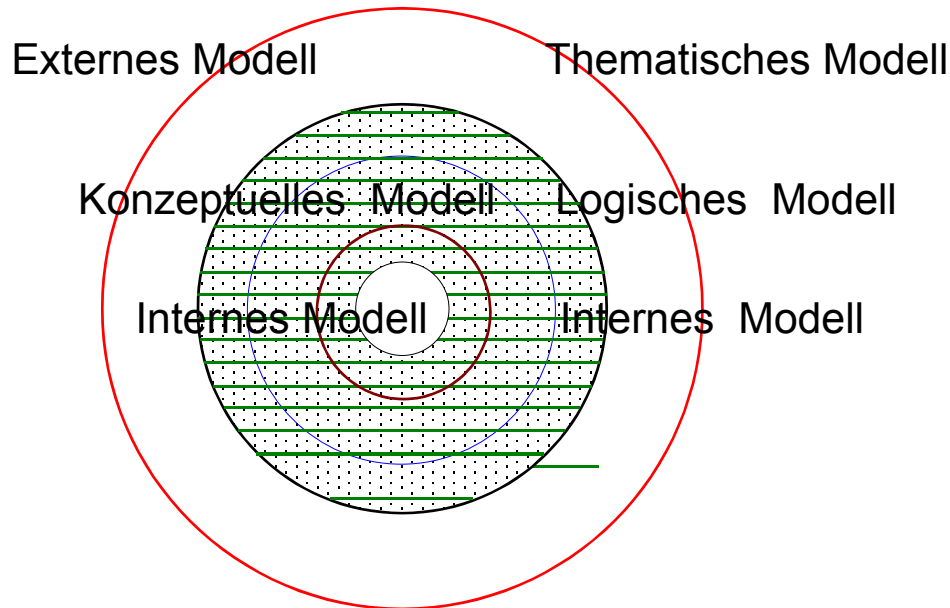
Layerarchitektur eines DBMS



Layerarchitektur eines DBMS

Datenbank

Geo-Informationssystem



Verwaltung

Thematische M.

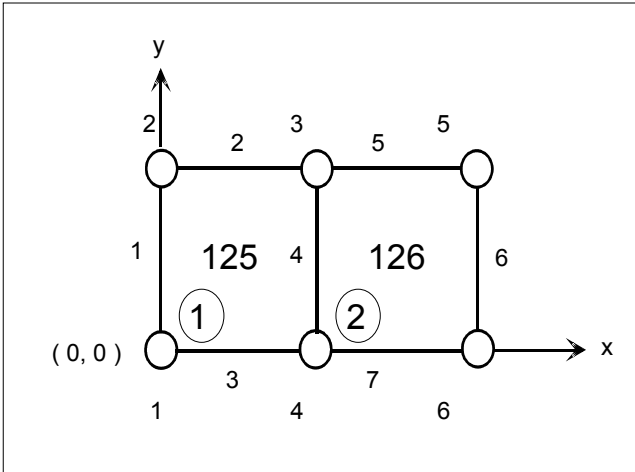
Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS



Datenbanksprache



- DCL - Data Control Language
- Programmierspracheneinbindung
- Standarddatentypen
- Standardoperationen

Vorteile:

- Einheitliche Syntax
- Standardisiert
- leicht erlernbar

- DDL - Data Definition Language

```
create table Objekt (PNr integer not null, Nummer integer);
create table Polygon (PNr integer not null, KNr integer);
create table Kante (KNr integer not null, von integer, nach integer);
create table Punkte (Pkt integer not null, x float, y float);
```

- DML - Data Manipulation Language

Welche Kanten bilden das Polygon mit der Nummer 125?

```
select Knr from Polygon
where PNr = ( select PNr from Objekt where Nummer = 125 );
```

Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS



Transaktionskonzept

Verwaltung

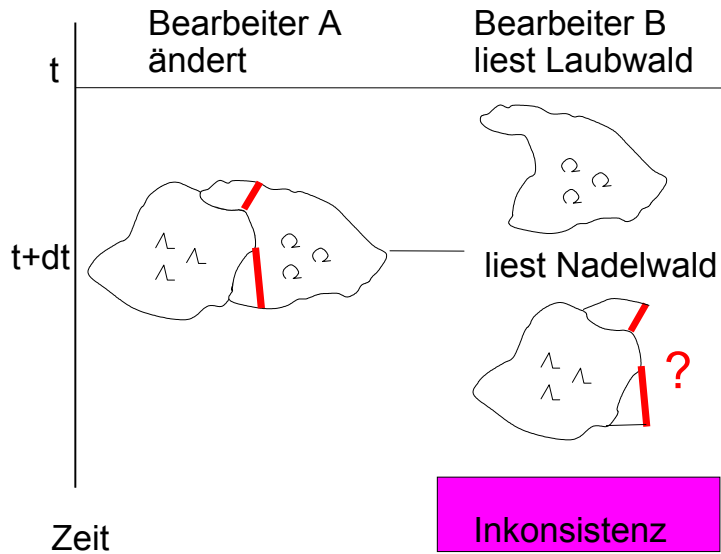
Thematische M.

Konzeptionelle M.

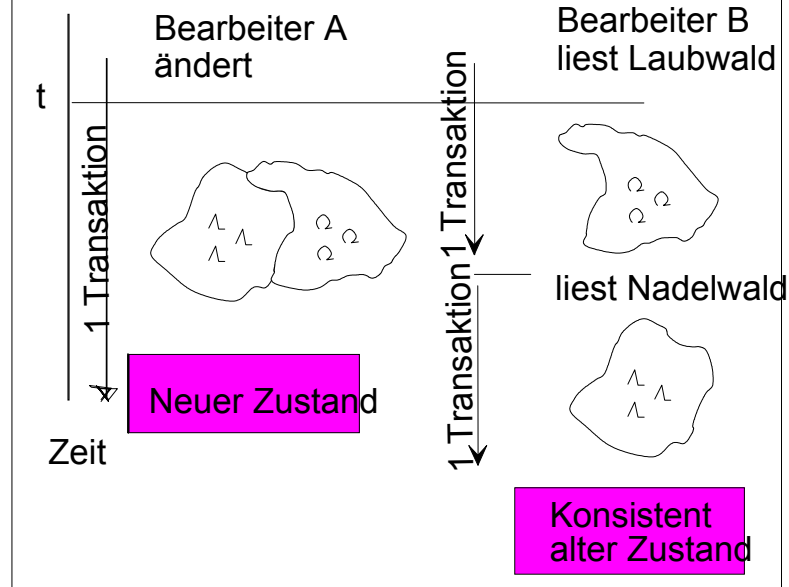
Logische M.

DBMS

- ohne Transaktionskonzept



- mit Transaktionskonzept



Aktuelle Erweiterungen zur Datenverwaltung

- Neue Datentypen
- Neue Operatoren
- Räumliche Indizierung
- Erweiterte Abfragesprachen

Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS



Standard- versus Nichtstandardanwendungen von DBMS

Standardanwendungen	Nichtstandardanwendungen	Verwaltung
Banken Personal Material ...	CAD GIS	Thematische M.
Feste Anzahl Attribute Einfach strukturierte Daten Eindimensionale Schlüssel Kurze Attribute und Tupel Exakter Match Wenige logische Verknüpfungen Einfache Operatoren Kurze unteilbare Transaktionen Wenige Entitäten	Variable Anzahl Attribute Komplexstrukturierte Daten Mehrdimensionale Schlüssel Variable Länge Attribute und Tupel Unsicherer Match Viele logische Verknüpfungen Komplexe Operatoren Lange Transaktionen Viele Entitäten	Konzeptionelle M.
		Logische M.
		DBMS



Standardanwendung relationaler Datenbanken

Bankkonto:

Giro{Nummer, Name, Betrag}

Giro	Nummer	Name	Betrag
	4711	Maier	100.50

Select Betrag from Giro where Nummer = 4711

Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

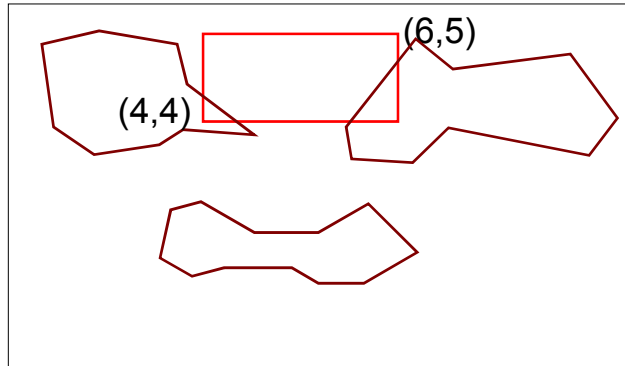
Logische M.

DBMS



Raumbezogene Erweiterungen im GIS-Datenbankbereich

Notwendigkeit der Erweiterbarkeit des relationalen Ansatzes



Welche Polygone schneiden das Rechteck ? **Keine !!**

Forderung : Neue Datentypen (Punkt, Linie, Polygon, ..)



Neue Operatoren (Intersect, Clip, ..)

Räumliche Indizierung (R-Baum, Gridfile, ..)

Erweiterte Abfragesprache

LINES	LNO	POLYGON
	1
	2

Teile davon ?

Select	LNO, clip (POLYGON,"4,4,6,5")
From	LINES
Where	POLYGON intersects "4,4,6,5"

Vollständig ?

Select	LNO, POLYGON
From	LINES
Where	POLYGON intersects "4,4,6,5"

Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

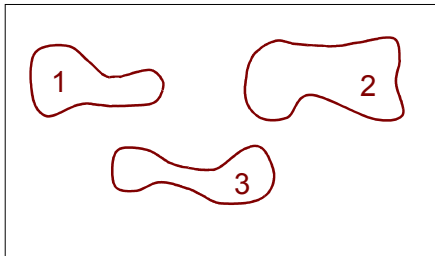
Logische M.

DBMS



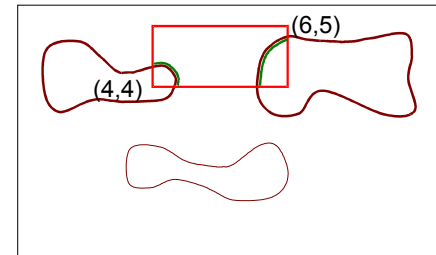
Nichtstandardanwendungen relationaler Datenbanken

Polygonverwaltung



Typische Operationen: Clipping

Welche Polygone schneiden das Rechteck ?



Relationaler Ansatz

LINES	LNO	PNO	X	Y
	1	1 000	.	.
	1	1 001	.	.
	.		.	.
	2			
	.			
	.			
	.			

Teile davon ?

```
Select LNO, PNO, X, Y
From LINES
Where X > 4 and Y > 4 and
X > 6 and Y > 5
```

Vollständig ?

```
Select E.LNO, E.PNO, E.X, E.Y
From LINES E, LINES H
Where H.X > 4 and H.Y >= 4 and
H.X < 6 and H.Y < 5
H.LNO = E.LNO
```

Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS



Speicher- und Zugriffsmechanismen

- Hierarchische Methoden:
 - Rasterzellenunterteilung
 - Quadtree
 - Binary Space Partitioning
 - kd Bäume
 - kdB Bäume
- Dynamische Methoden :
 - Extendible hashing
 - Extendible cell method (EXCELL)
 - Gridfile
 - R - Baum, R + Baum, R - Baum
 - Zellbaum

Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

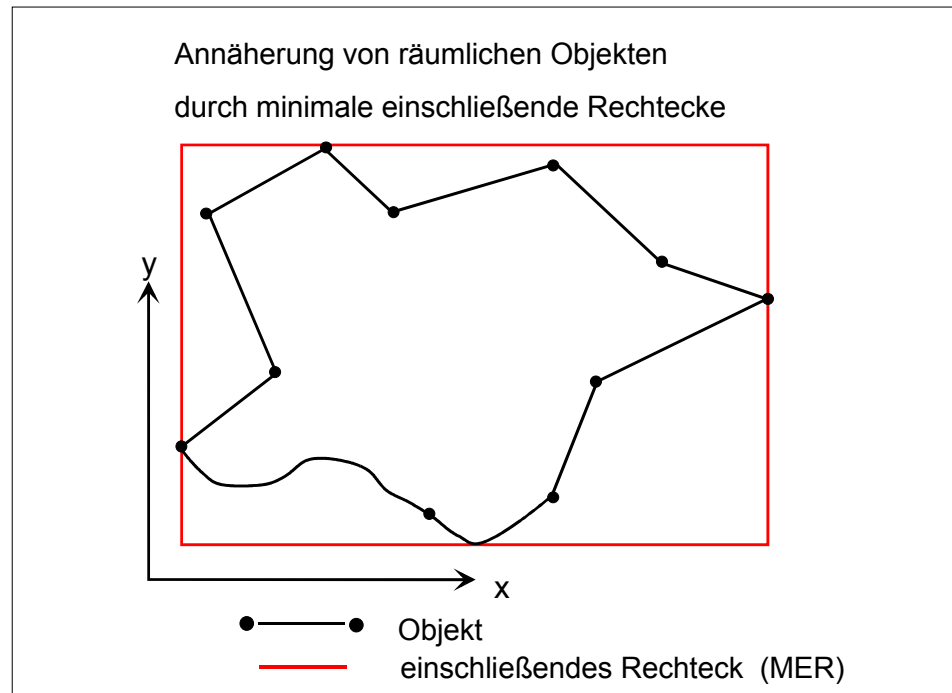
Logische M.

DBMS



Räumliche Indizierung

1. Objektapproximation (z.B. 4dimensional)



2. Raumbezogenes Speicher- und Zugriffskonzept

..
R-Baum
Gridfile
Zellbaum
..

Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

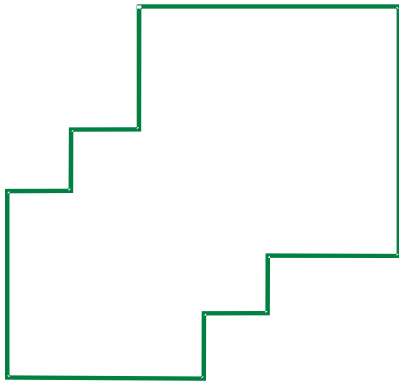
Logische M.

DBMS

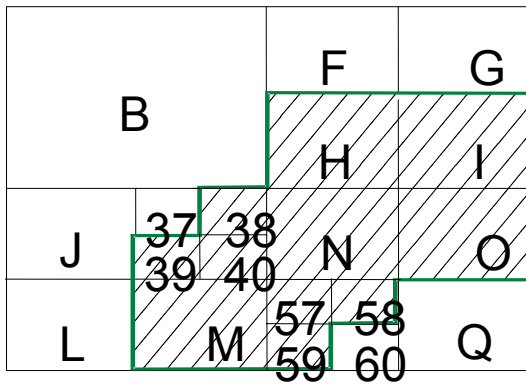


Quadtree

Beispiel:



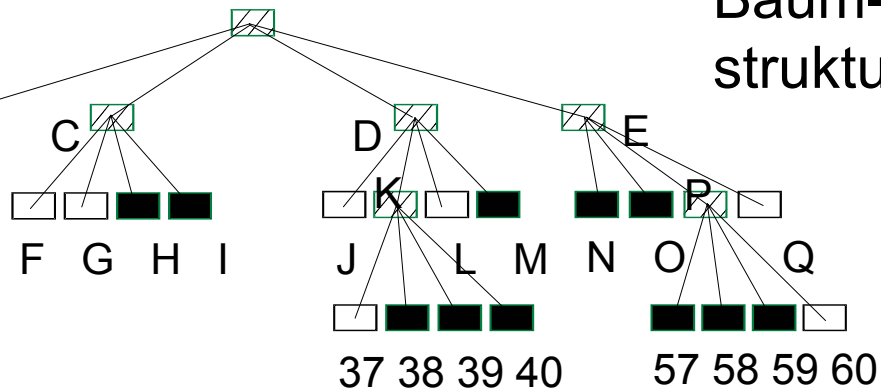
Belegung



0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0

Rasterisierung

Baumstruktur



Verwaltung

Thematische M.

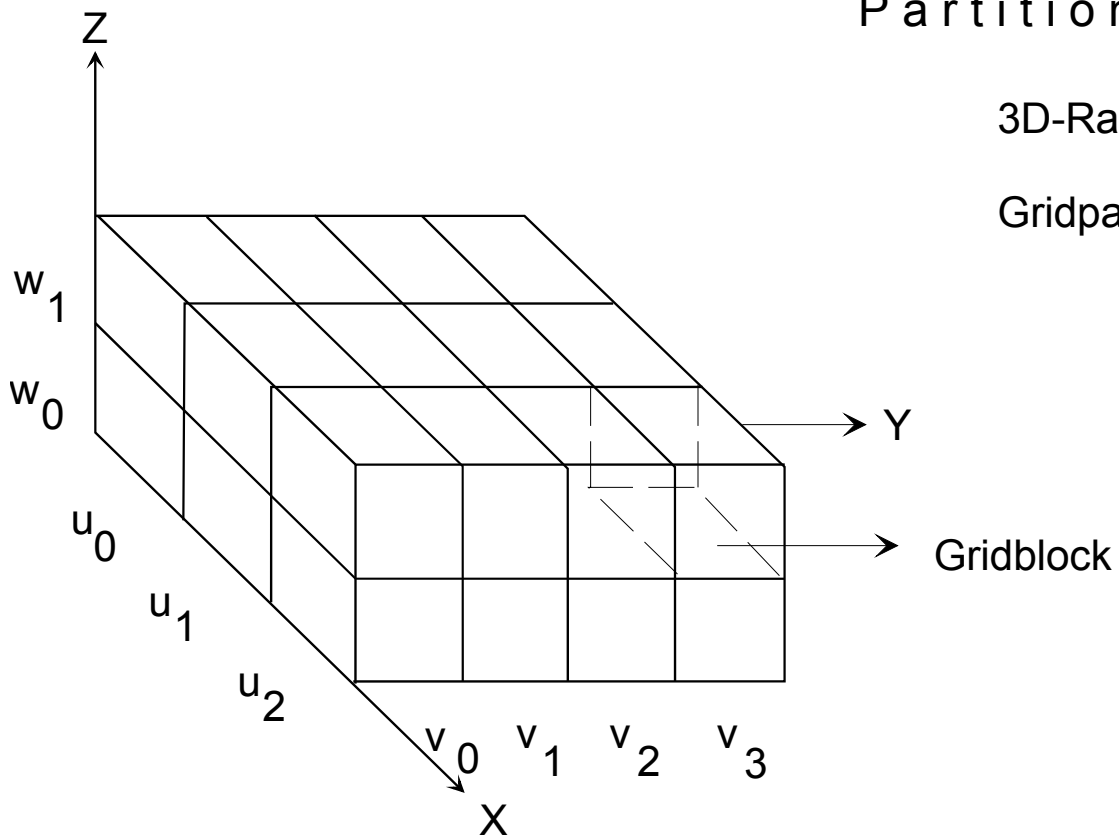
Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS



Gridfilemethode



Partitioning

$$S = X * Y * Z$$

$$P = U * V * W$$

Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS



Gridfilemethode

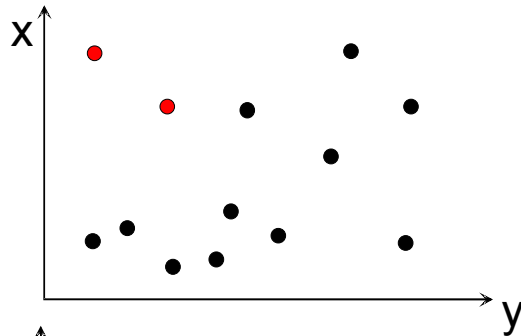
Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

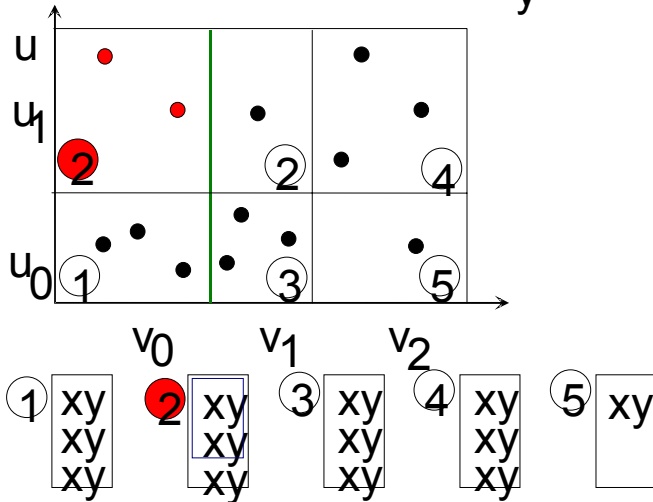
Logische M.

DBMS



Beispiel und Implementation

Räumliche Domäne: Punktverteilung



Adressdomäne: Grid-Partition

Grid directory:

— linear scales: $[u, u]$
 $[v_0, v_2^v]$

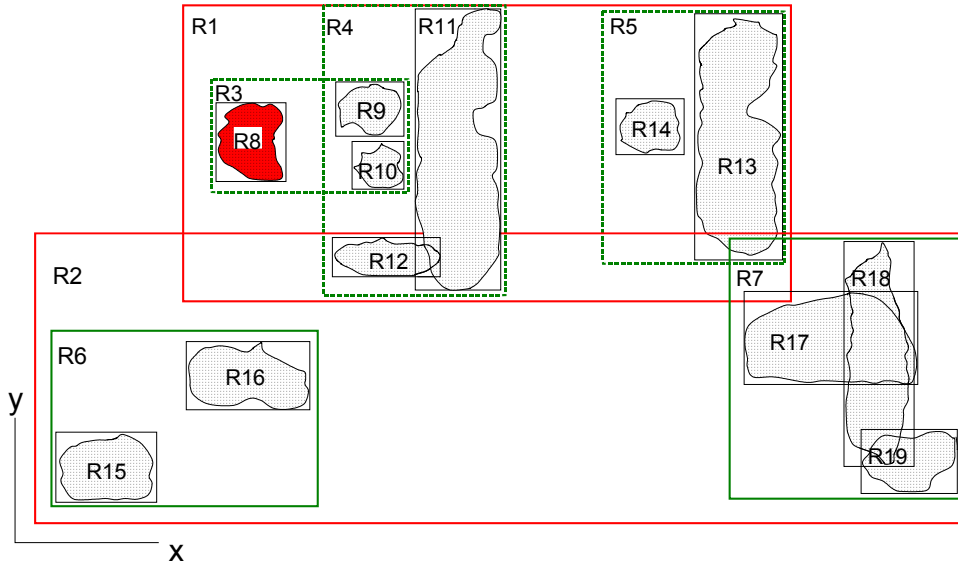
— grid array: $\begin{bmatrix} 2 & 2 & 4 \\ 1 & 3 & 5 \end{bmatrix}$

Speicherdomäne: Bucket-Verteilung

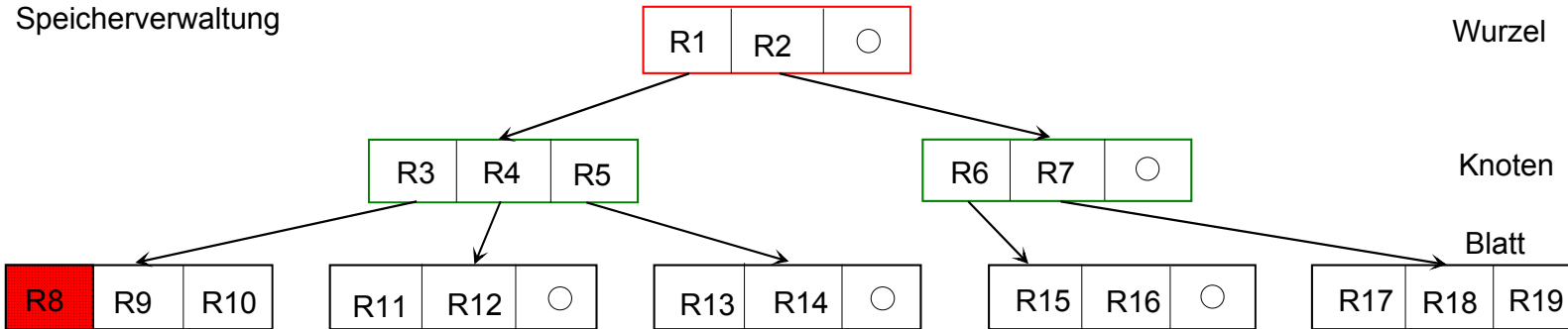


R-Baum

Objektraum



Speicherverwaltung



Verwaltung

Thematische M.

Konzeptionelle M.

Logische M.

DBMS

Wurzel

Knoten

Blatt

