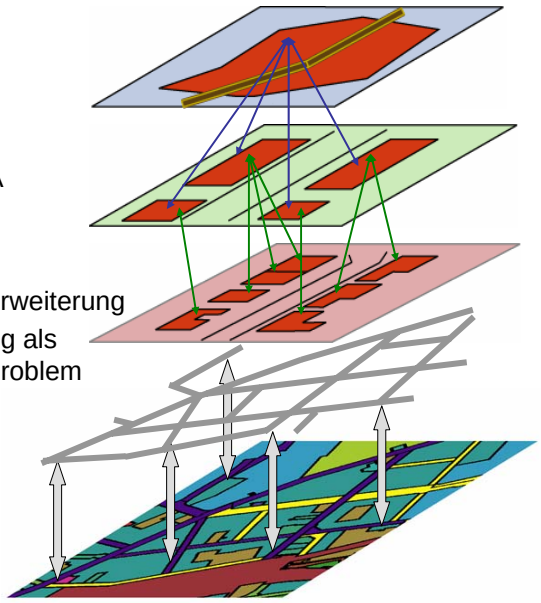
MRDB
zur Verwaltung topographischer Daten

Karl-Heinrich Anders
Institut für Kartographie and Geoinformatik
Leibniz Universität Hannover

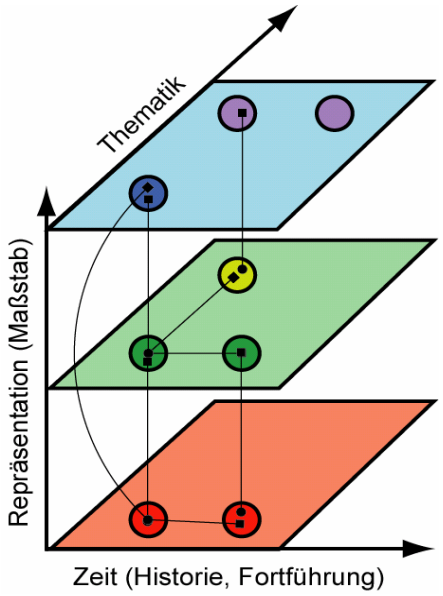
Übersicht

- Definition
- Projekte
  - Projekt WIPKA
- Aktuelle Themen
  - WFS-MRDB-Erweiterung
  - Generalisierung als Optimierungsproblem
- MRDB-Konzepte in kommerziellen Systeme



Definition

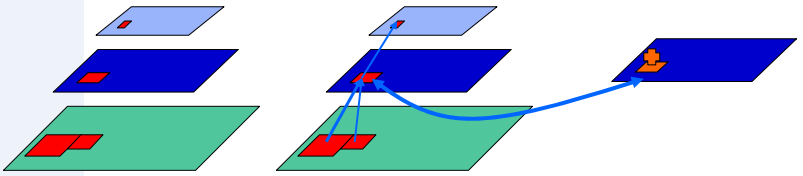
Modell einer allgemeinen MRDB



Eingeschränktes Modell einer MRDB

- Multiple Resolution Data Base (multi scale DB)
  - Zusammenführen von Datenbeständen unterschiedlicher Maßstabsebenen
- Multiple Representation Data Base
  - Zusammenführen von Datenbeständen unterschiedlichen Typs bzw. unterschiedlicher Anwendungen
- Korrespondierende Objekte sind direkt miteinander verbunden

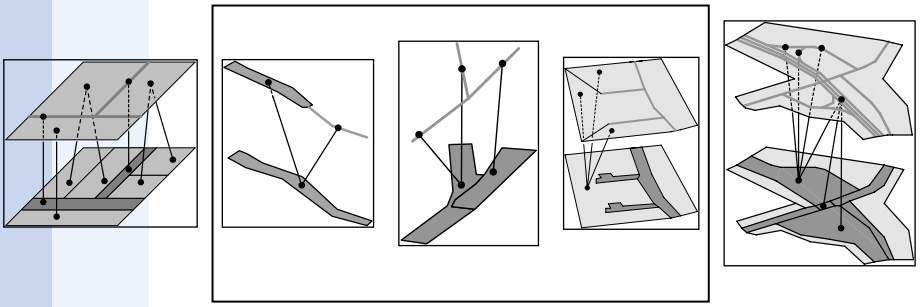
z.B. Visualisierung



Typische MRDB Links

- Beziehungen zwischen Objekten in einer multiskaligen Datenbank

N:1 1:N N:M



Infos: Jan Haunert,
ikg, Leibniz Universität Hannover

Vorteile einer MRDB

- Konsistente Datenhaltung
- Echtzeitdarstellung für mobile kleine Displays (flexibles Ein/Auszoomen)
- Detaillierte Betrachtung bestimmter Objekte über verschiedene Level: “information drilling”/Lupe
  - Fokussierung auf ein Objekt in hohem Detaillierungsgrad
  - generalisierte Darstellung der Umgebung
- Generierung von optimalen Auflösungen (Zwischen-repräsentationen) längs der Links
- Automation der Fortführung durch Propagierung von Änderungen in alle Maßstäbe
- Multiskalige Datenanalyse
  - Generierung/Beschaffung/Nutzung von Information aus anderen Datenebenen

Multiskalige Datenanalyse

- Anfrage auf ATKIS Datenbestand bzgl. Objekten in ALK:
  - In ATKIS: Wie viele Gebäude befinden sich in der Nähe der Straße XY?
  - Link zw. Straßen in ATKIS und ALK; Operation in ALK

Projekte

- Projekt WIPKA

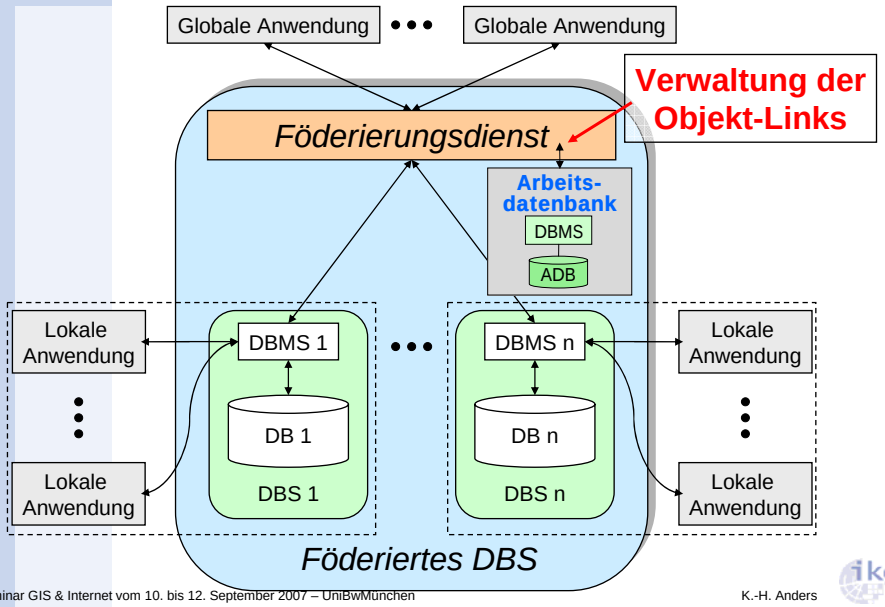
Projekte mit Bezug zum Thema MRDB

- EU-Projekt MurMur
  - Modellierung und Implementierung einer MRDB
  - Prototyp zur Nutzung
    - bei der Landesvermessung
    - im Risikomanagement
  - Schwerpunkt: Datenbankschema und Datenbankanfrage
- EU-Projekt Gimodig
  - Föderierte Datenhaltung basierend auf Webservices
  - Partielle Mehrfachrepräsentation in Überlappungsgebieten an den Ländergrenzen
  - Schwerpunkt: Datenintegration und Online-Anpassung (Generalisierung)
- MRDB zur Unterstützung der Online-Generalisierung
  - Doktorarbeit, Cecconi, 2003, Universität Zürich
- **Aufbau einer föderierten MRDB (Projekt WIPKA am BKG)**
  - **Konsistente Datenhaltung**
  - **Automatisierte regelbasierte Zuordnung und Fortführung**

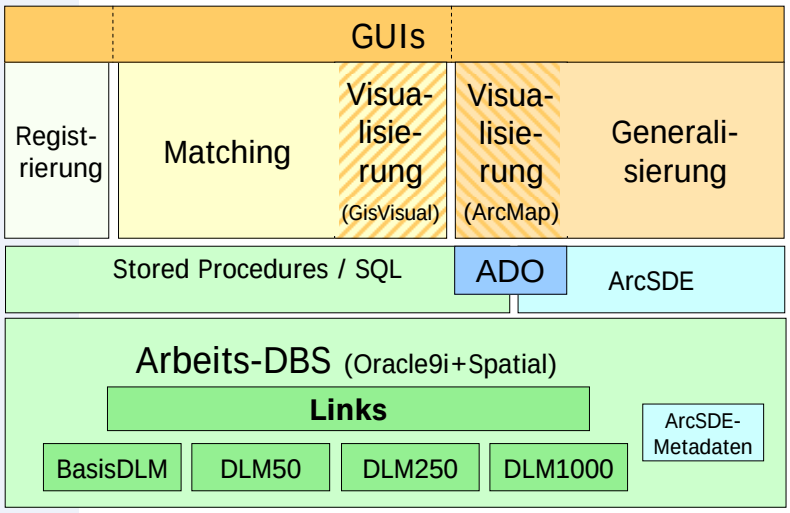
ATKIS MRDB Projekt

- Projekt wird vom Bundesamt für Geodäsie und Kartographie gefördert
- Ziel → Machbarkeitsstudie zur
  - integrierten Datenhaltung von ATKIS
    - BasisDLM, DLM50, DLM250 und DLM1000
  - automatischen Erzeugung von Links zwischen den DLM durch
    - Matching
    - Generalisierung
  - automatischer inkrementeller Fortführung
  - Regelbasierten Steuerung des Systems
  - Homogenisierung der ATKIS Objektartenkataloge
- Projektpartner
  - ikg, Universität Hannover
  - DBS, Universität Hannover

ATKIS MRDB als ein Föderiertes Datenbank System

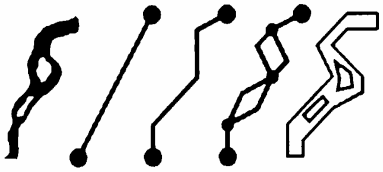


ATKIS MRDB Systemaufbau



ATKIS MRDB Modellgeneralisierungsoperatoren

- Regelbasierte Objektfilter
- Aggregation
- Geometrietypwechsel



Verschiedene Repräsentationen eines Flusses (Bartelme, 2000)

Abhängig von

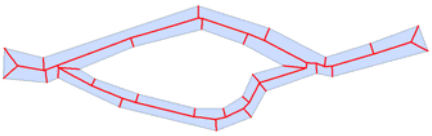
- Geometrie: Breite, Maßstab
- Semantik: Bedeutung innerhalb der dargestellten Thematik (wirtschaftlich genutzt?, schiffbar?, wichtiger Teil eines Ganzen?)

Operator: Polygonskelett als universeller Operator

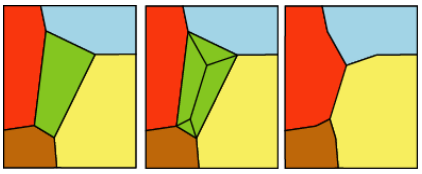
Anwendungen:

1. Geometrietypwechsel

   F→L→P

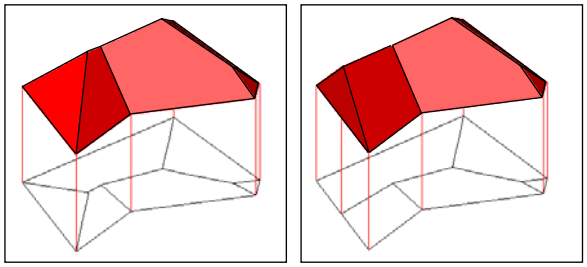


2. Eliminierung von flächenhaften Objekten

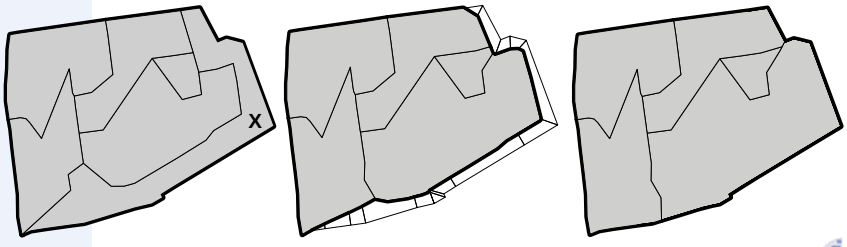


3. Topologisch korrekte Integration neuer Objekte

Straight Line Skeleton (Eppstein et al., 1999)

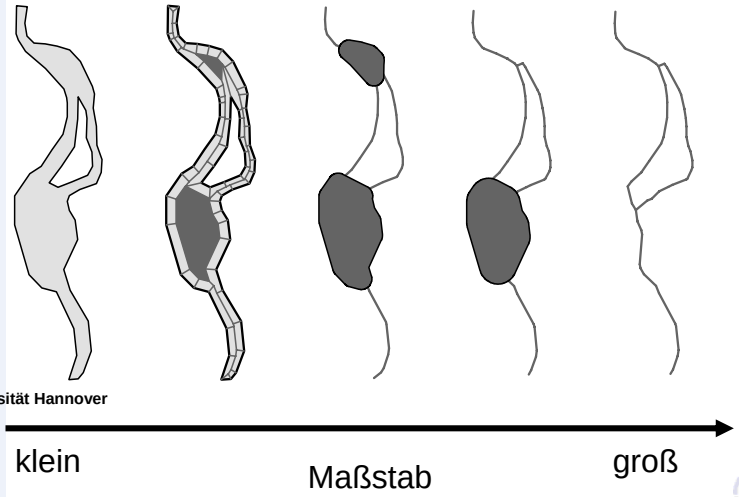


Infos: Jan Haunert,
ikg, Leibniz Universität Hannover



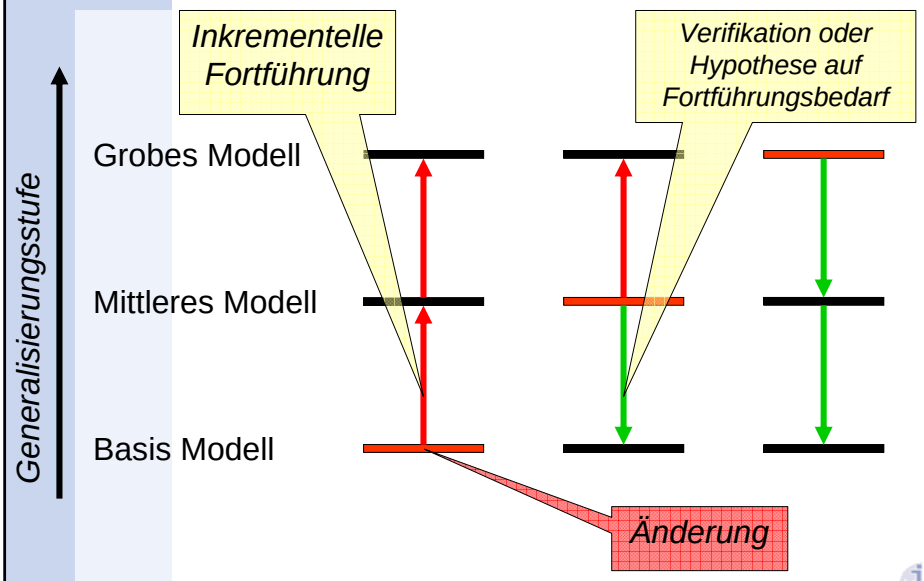
Kontinuierlicher Geometrietypwechsel

- Beispiel: Gewässer



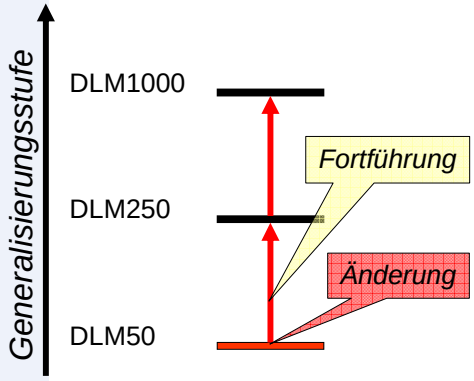
Infos: Jan Haunert, ikg, Leibniz Universität Hannover

Fortführungssituationen in einer MRDB



Inkrementelle Fortführung: Bottom-Up

Problem:
Ist die Übertragung von Änderungen aus kleinen Maßstäben in größere Maßstäbe möglich?



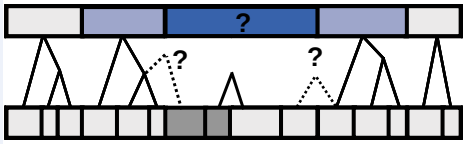
- Ergebnis soll unabhängig von der Reihenfolge der Änderungen sein.
- Fortführungsbereich soll möglichst begrenzt sein.

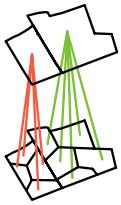
Inkrementelle Fortführung: Bottom-Up

- Ziel:
  - Das gleiche Ergebnis wie der globale Ansatz
  - Es werden nur von der Änderung betroffene Objekte verwendet
- Problem:
  - Eine kleine Änderung kann einen globalen Einfluss haben
- Ansatz:
  - Definition einer Einflussregion, die bei Bedarf Schritt für Schritt erweitert wird

Inkrementelle Fortführung: Bottom-Up-Algorithmus

- Definition
  - Kern: Objekte verlinkt mit dem zu ersetzenden Objekt
  - Rand: Nachbarobjekte zum Kern





- Algorithmus
  - Starte Aggregation von Objekten in der Kern- und Randregion
  - Wenn eine Aggregation beide Regionen verbindet
    - Stoppe Aggregation in dieser Stufe
    - Finde Nachbarn der betroffenen Objekte in der Randregion
    - Führe Aggregation dieser Objekte bis zur aktuelle Stufe durch
    - Erweitere den Kern- und Randbereich
  - Setze Aggregation fort

Infos: Jan Haunert,
ikg, Leibniz Universität Hannover

Inkrementelle Fortführung: Bottom-Up

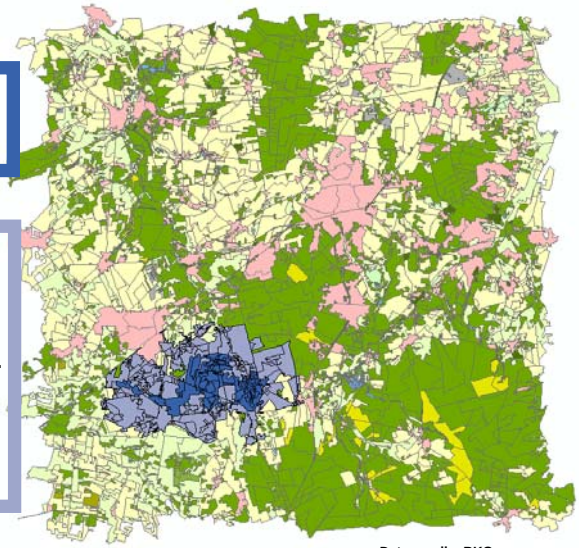
Zieldatensatz**:**

3 Objekte geändert.

Quelldatensatz:

Nur **348** Objekte von **5461** wurden analysiert.

Nachbarschaftsgraph wurde nur für diese Objekte gebildet.

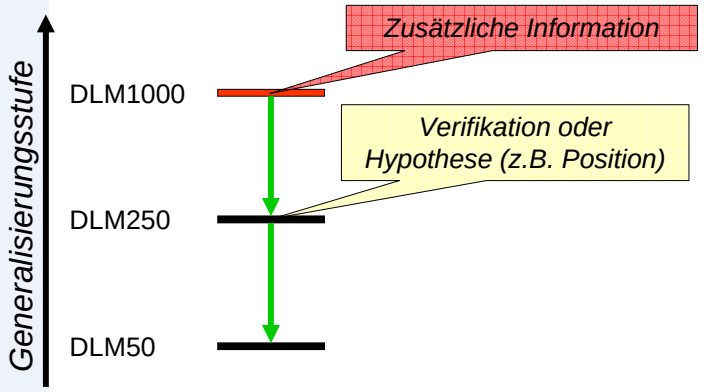


Datenquelle: BKG

Infos: Jan Haunert,
ikg, Leibniz Universität Hannover

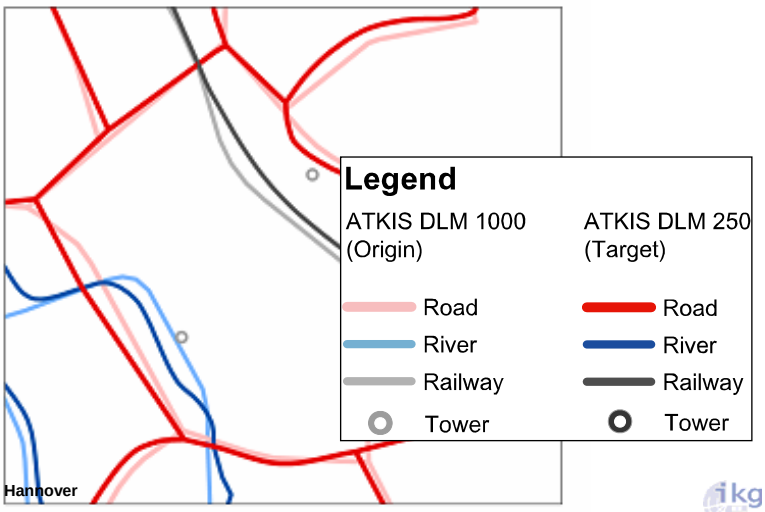
Inkrementelle Fortführung: Top-Down

Problem:
Ist das Einfügen von Daten aus kleinen Maßstäben in größere Maßstäbe möglich?



Inkrementelle Fortführung: Top-Down

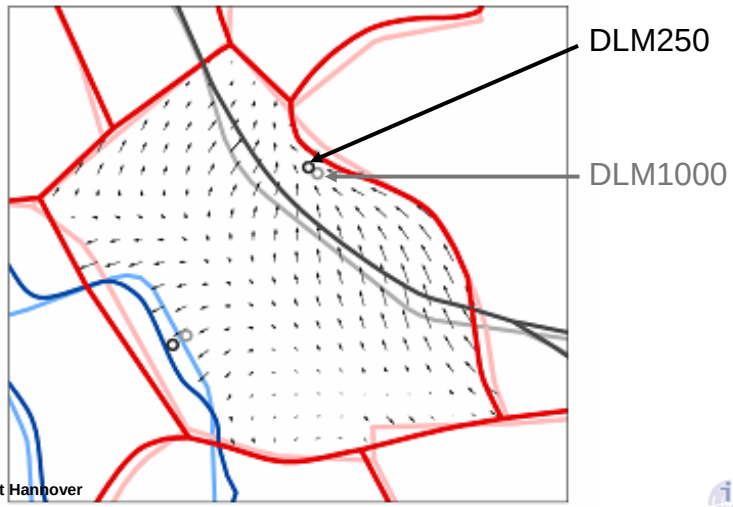
Beispiel Objektart Turm aus dem DLM1000



Infos: Jan Haunert,
ikg, Leibniz Universität Hannover

Inkrementelle Fortführung: Top-Down

Bestimmung der Position durch Rubber Sheeting



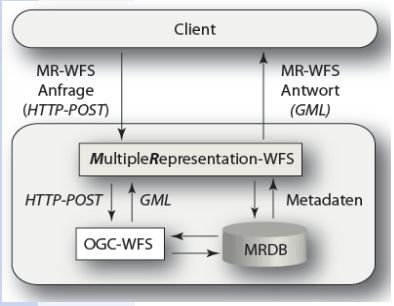
Infos: Jan Haunert,
ikg, Leibniz Universität Hannover

Aktuelle Forschungsthemen

- MRDB-Erweiterung des WFS
- Generalisierung als Optimierungsproblem

Erweiterung des OGC-WFS um multirepräsentative Komponenten

Funktionalitäten des MR-WFS

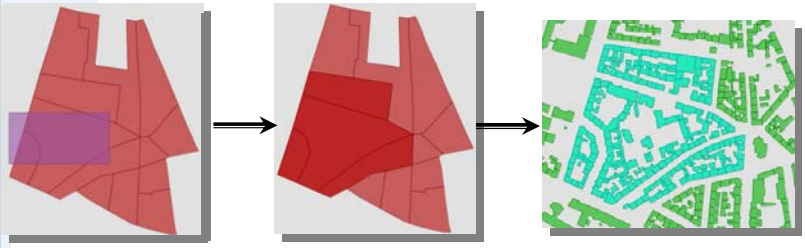


- Zugriff auf die Funktionalitäten des OGC-WFS
- Zusätzlich Zugriff auf Metadaten der MRDB
- Neue (erweiterte) Funktionalitäten
  - GetCapabilities
  - GetAlternativeFeature
  - Erweiterte Filterfunktionalitäten

Quelle: DFK, Reihe C, Heft Nr. 605
Dissertation Mark Hampe,
ikg, Leibniz Universität Hannover, 2007

Bounding-Box für unterschiedliche Repräsentationen

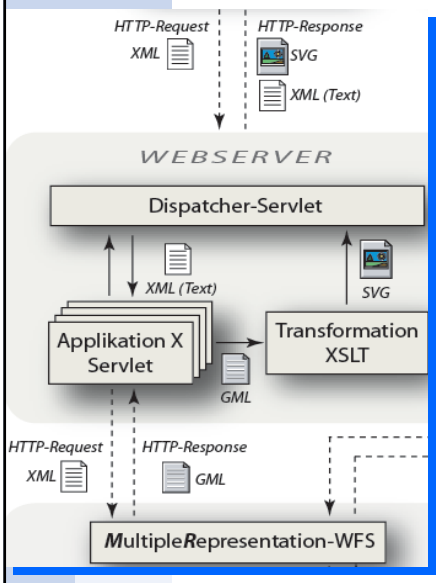
BBox at scale 1:200k –> Requested scale 1:10k



BBox at scale 1:10k –> Requested scale 1:10k

Quelle: DFK, Reihe C, Heft Nr. 605
Dissertation Mark Hampe,
ikg, Leibniz Universität Hannover, 2007

Prototypischer Kartendienst



- Zugriff auf die MRDB über den MR-WFS
- Auskunfts- und Datendienst
- Informationen zu bestimmten Objekten
  - Geometrie
  - Beschreibungen
- Abgestimmt auf mobile Clients
  - Visualisierung für kleine Displays
  - Thin Client (Rechenleistung beim Server)

Quelle: DFK, Reihe C, Heft Nr. 605
Dissertation Mark Hampe,
ikg, Leibniz Universität Hannover, 2007

Funktionen des Kartendiensten

- Liefert grundsätzlich
  - Karten in Form eines SVG-Bildes
  - Attributinformationen in Form von XML-Dateien
- GetMetaData
  - verfügbare Ebenen
  - Maßstabsgrenzen
- GetMap
  - Parameter: ‚Scale‘, ‚Layers‘, ‚BBox‘, ‚Feature‘, ‚linkedWith‘
- MultiscaleMap
- InformationDrilling

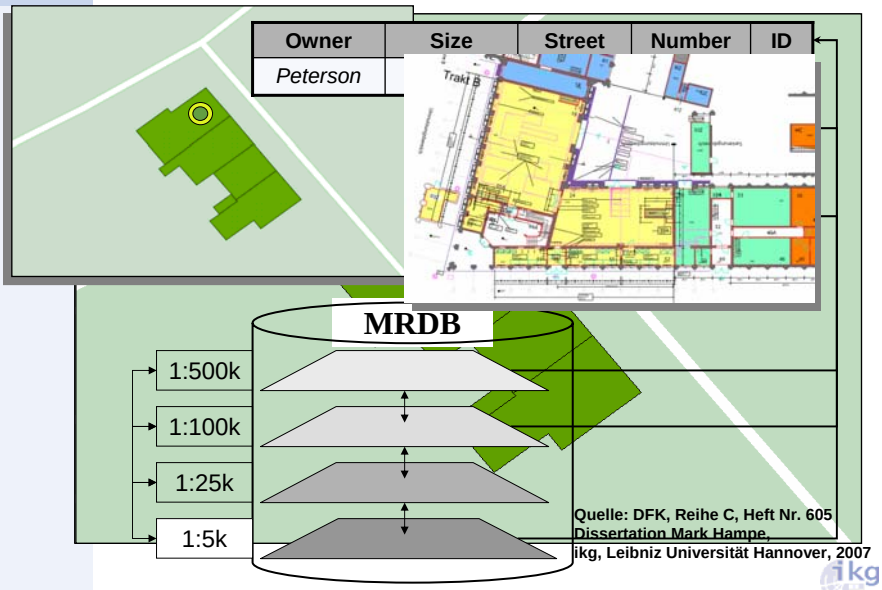
Quelle: DFK, Reihe C, Heft Nr. 605
Dissertation Mark Hampe,
ikg, Leibniz Universität Hannover, 2007

Multiskalige Karte

- Kombination unterschiedlicher Repräsentationen in einer Karte
- Kombinierte Abfragen an den MR-WFS
- ...

Quelle: DFK, Reihe C, Heft Nr. 605
Dissertation Mark Hampe,
ikg, Leibniz Universität Hannover, 2007

Information Drilling

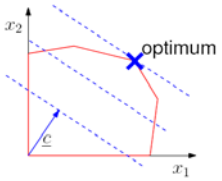


Quelle: DFK, Reihe C, Heft Nr. 605
Dissertation Mark Hampe,
ikg, Leibniz Universität Hannover, 2007

Generalisierung als Mixed-Integer-Programmierung

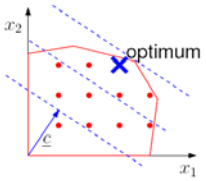
- Promotionsthema von Jan Haunert am ikg
  - Abbildung des Problems der Flächengeneralisierung auf ein MIP-Problem

Linear Program (LP)
maximise $\underline{c}^T \cdot \underline{x}$
subject to
$\underline{A} \cdot \underline{x} \leq \underline{b}$
$\underline{x} \in \mathbb{R}^n$



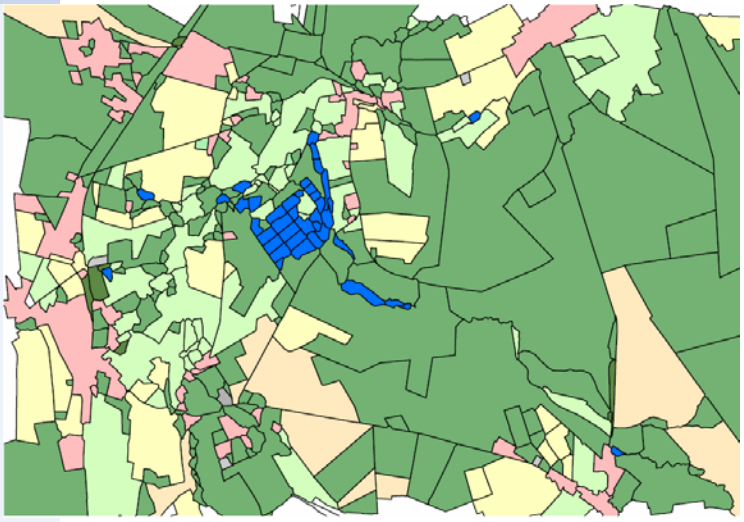
- can be solved efficiently, e.g., by Karmarkar's interior point method.
- in practice often solved by simplex algorithm.

Integer Program (IP)
maximise $\underline{c}^T \cdot \underline{x}$
subject to
$\underline{A} \cdot \underline{x} \leq \underline{b}$
$\underline{x} \in \mathbb{Z}^n$



- generally np-hard
- can be solved by branch-and-cut, e.g., implemented in CPLEX

Vorverarbeitung: Morphologischer Operator



Infos: Jan Haunert,
ikg, Leibniz Universität Hannover

Basierend auf dem Skelettoperator

Flächengeneralisierung als MIP-Problem

Details

ATKIS DLM50
Buchholz in der
Nordheide

after aggregation
scale 1:250.000

after line simplification
scale 1:250.000

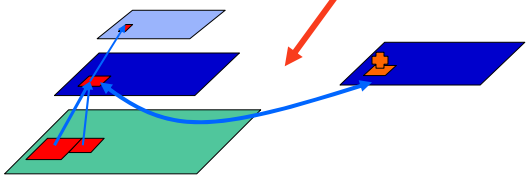
Infos: Jan Haunert,
ikg, Leibniz Universität Hannover

MRDB-Konzepte
in kommerziellen Systemen

MRDB Funktionalität in kommerziellen Systemen

Hersteller	MRDB-Erstellung		Inkrementelle Fortführung	MRDB-Analyse	MRDB-Visualisierung
	Matching*	Generalisierung*	Bottom-Up		
1Spatial	-	+ (Modell-)	-	-	-
CPA	-	+ (Modell-)	+	-	-
AEDSICAD	-	-	(-)	-	+
ESRI	-	-	(-)	-	-

- Keine Garantie auf Vollständigkeit
- * Matching und Generalisierung vollautomatisch



Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

FRAGEN?