

## Abschlussveranstaltung: Vertiefende Behandlung ausgewählter Themen

**Thomas Brinkhoff**

FH Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven  
Institut für Angewandte Photogrammetrie  
und Geoinformatik (IAPG)



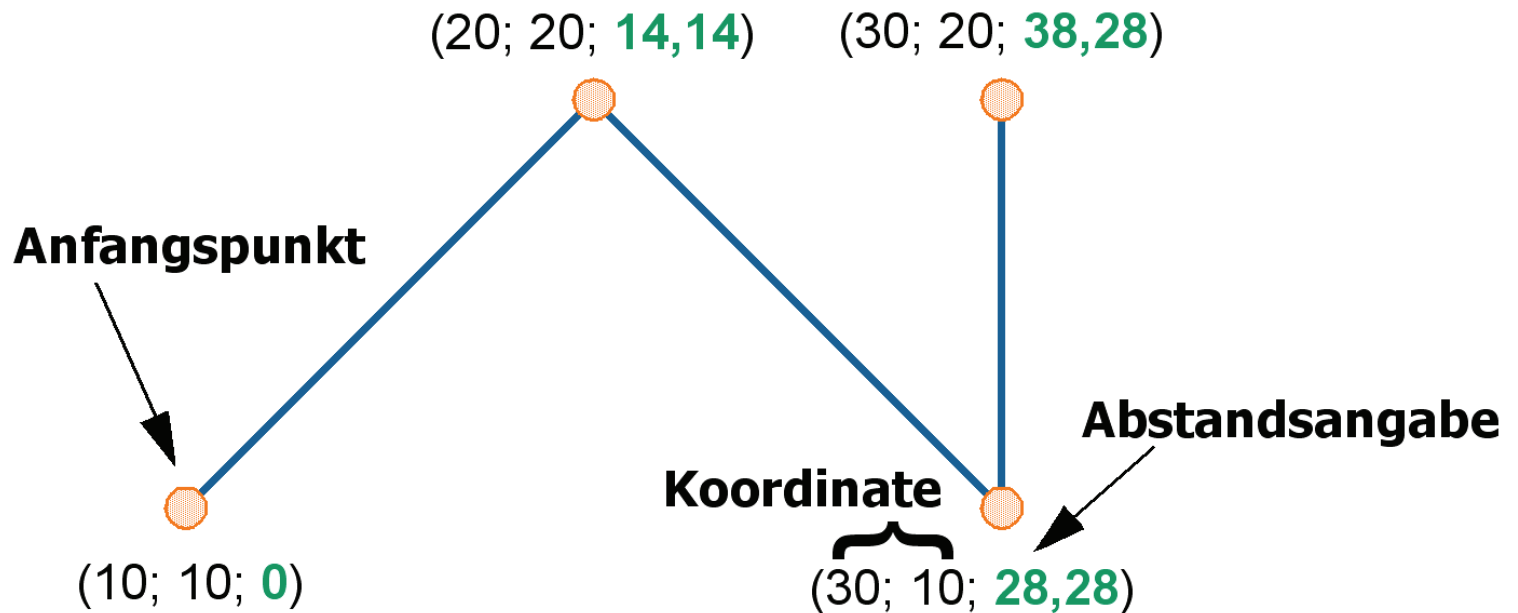
## Übersicht

- Datenimport
- Räumliche Netzwerkdatenbanken (Topologie)
- Fragestunde / Diverses
  - zum [Modul Objektrelationale Datenbanken](#)
  - zum [Modul Geodatenbanken](#)
- Aktuelle Entwicklungen



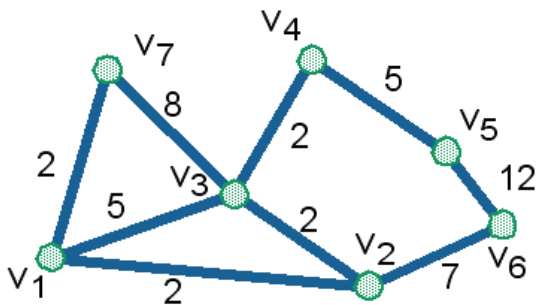
## Lineare Bezugssysteme

- Identifizierung von Punkten auf einer Linie durch **Abstandsangaben** zu einem ausgezeichneten Anfangspunkt
- Anwendung **Netzwerke**: Straßennetze, Ver- und Entsorgungsnetze

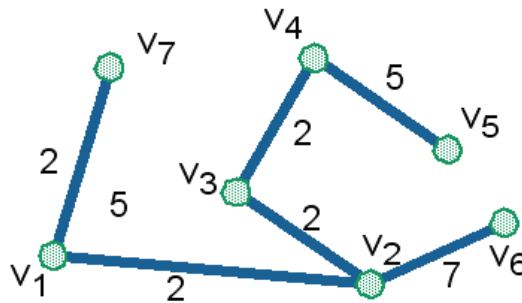


## Analyseoperationen

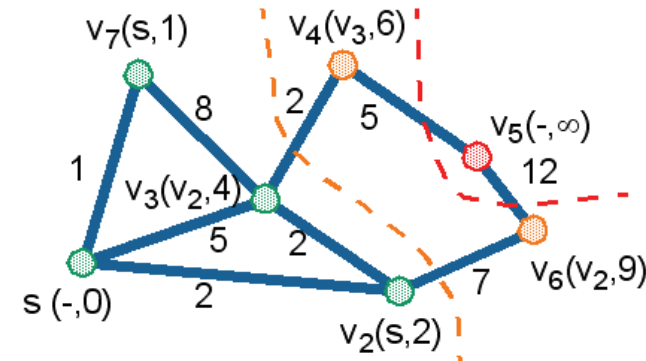
- Erreichbarkeit von Knoten / größte zusammenhängende Teilgraphen / Netzwerkverfolgung mit Obergrenze
- **kürzester Weg**
- **minimaler Spannbaum**
- Problem des Handlungsreisenden / Königsberger Brückenproblem



Graph



minimaler Spannbaum

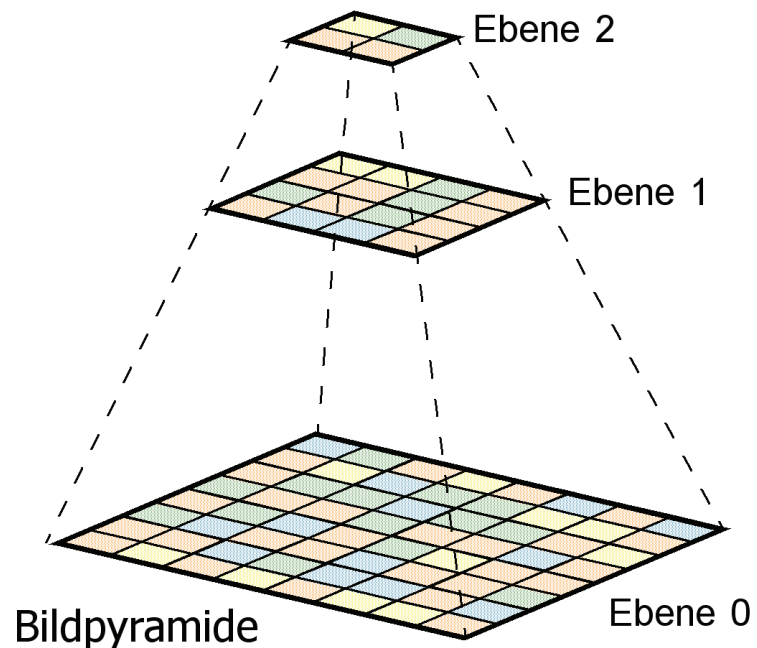
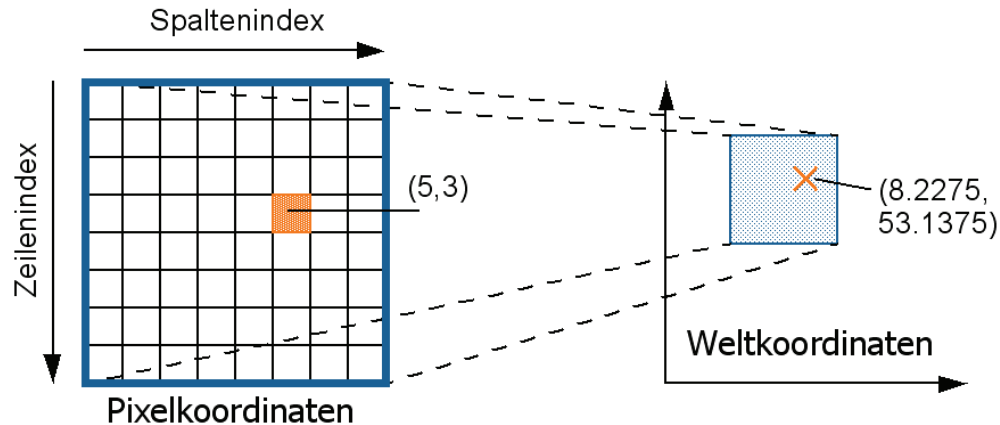


Berechnung kürzester Weg



## Anforderungen

- **Georeferenzierung**
  - Umrechnung Welt- / Pixelkoordinaten
- **Anfrageunterstützung**
  - Zugriff Pixelwerte / Teilbereiche
  - räumliche Indexierung
- geeignete Speicherung
  - **Komprimierung**
  - **Kachelung**
  - **Bildpyramiden**



## Anwendungen

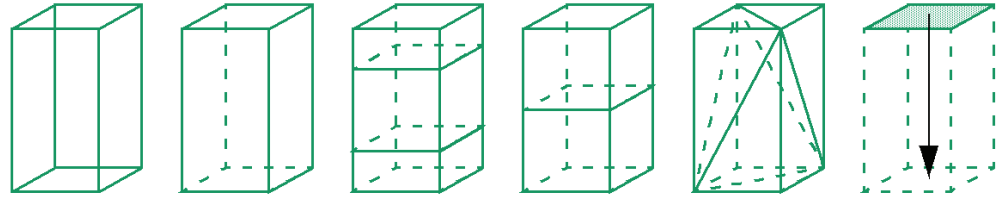
- 3D-Stadtmodelle
- Klimamodelle für Simulationsaufgaben
- Luftfahrtinformationssysteme mit Flugplatz- und Hindernisdaten
- Atmosphärenmodelle für Umweltplanung
- Geologische Anwendungen
- Funknetzplanung
- Augmented Reality



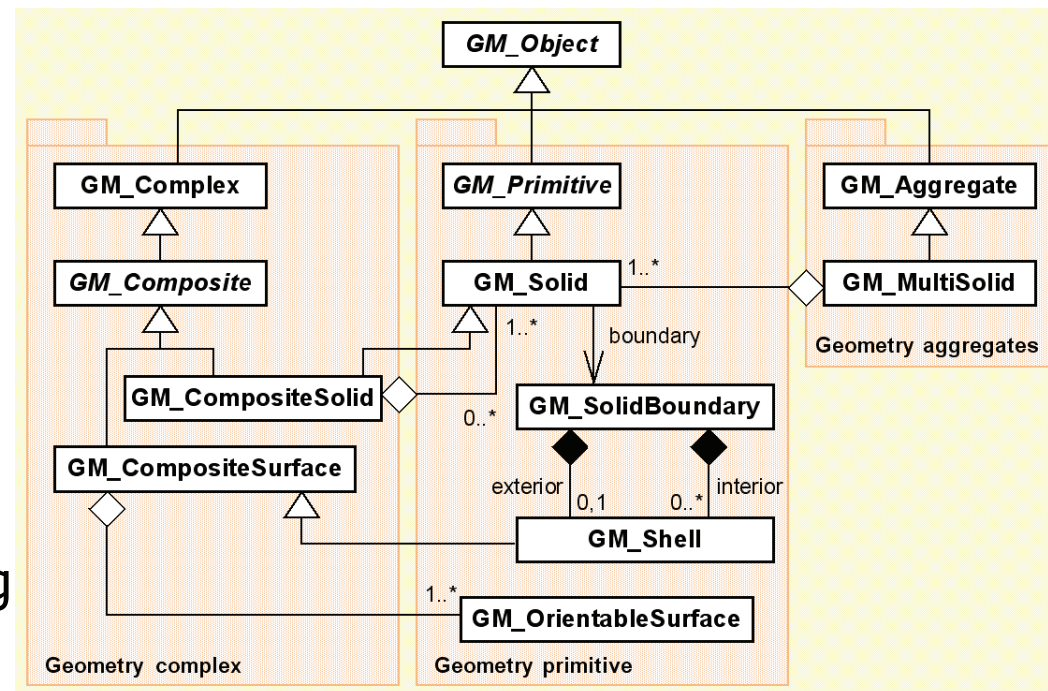
Bild: <http://www.cybercity.tv/>

## Anforderungen

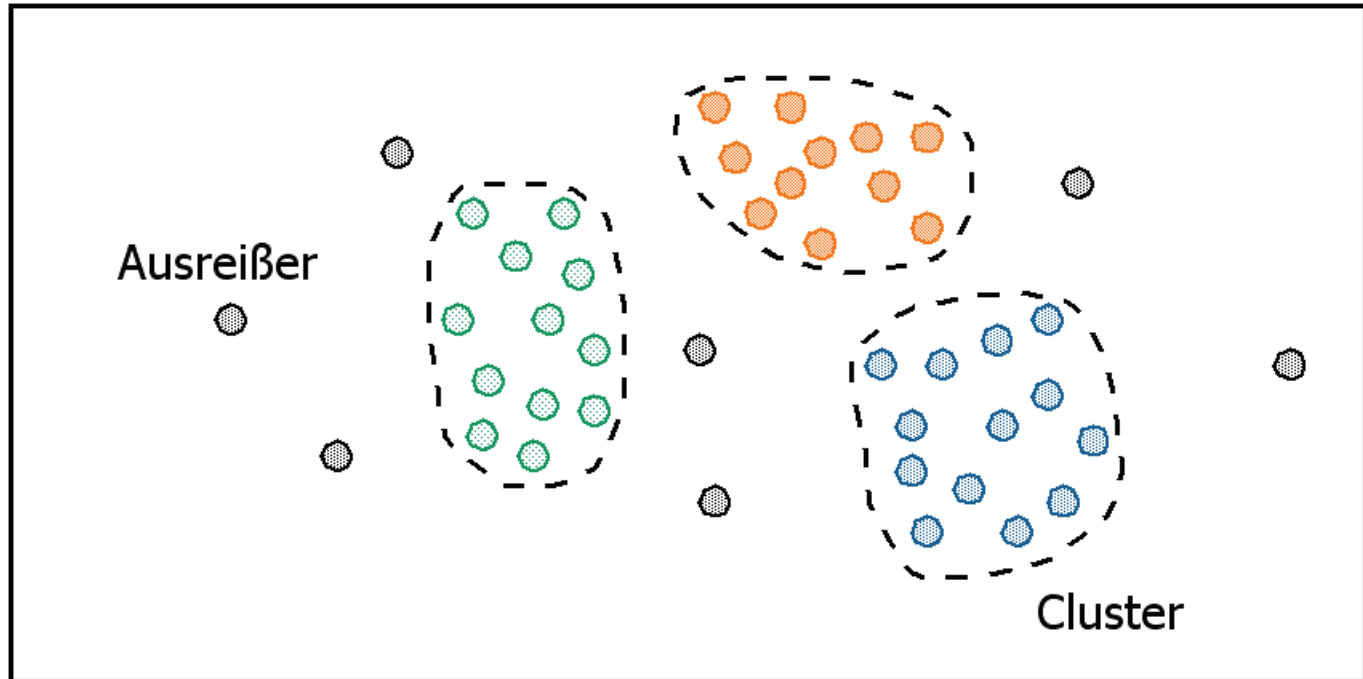
- 3D-Datenbankmodell
  - ISO 19107:2003 „Geographic Information – Spatial Schema“ (OGC Feature Geometry Model)



- 3D-Anfragebearbeitung
  - Basisanfragen
  - Indexierung
  - geometrische Algorithmen



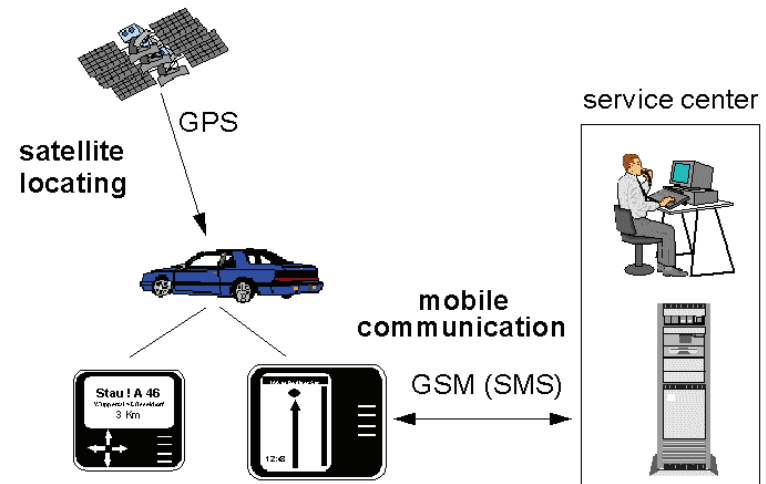
## Bestimmung räumlicher Cluster





## Entwicklung

- Location-Based Services
- Mobile GIS
- neue Anwendungsfelder



## Spatio-Temporal Database Systems (ST-DBS)

- Modellierung, Speicherung & Anfrage von Objekten mit Raum- und Zeitbezug

## „Lösung“: Hinzunehmen einer Dimension

- **aber:**

- Zeit hat andere Eigenschaften als Raum.
- Bewegte Objekte haben andere Anforderungen als statische Objekte.

## Entwurfsgrundlage Geo-DBS

- Objekte besitzen Geometrie (Punkt / Linie / Fläche).
- Datenbank ist dynamisch.
- Räumliche Basisanfragen müssen effizient unterstützt werden.
- Anfragen sind deutlich häufiger als Änderungen.

## Entwurfsgrundlage ST-DBS

- Geoobjekte besitzen zusätzliche Angaben:
  - Valid Time, Transaction Time, Expiration Time
  - Geschwindigkeit, Richtung
- Räumliche, zeitliche und spatio-temporale Basisanfragen müssen effizient unterstützt werden.
- Änderungen können genauso häufig wie Anfragen erfolgen.

## Einfache Basisanfragen

### • Timeslice Query

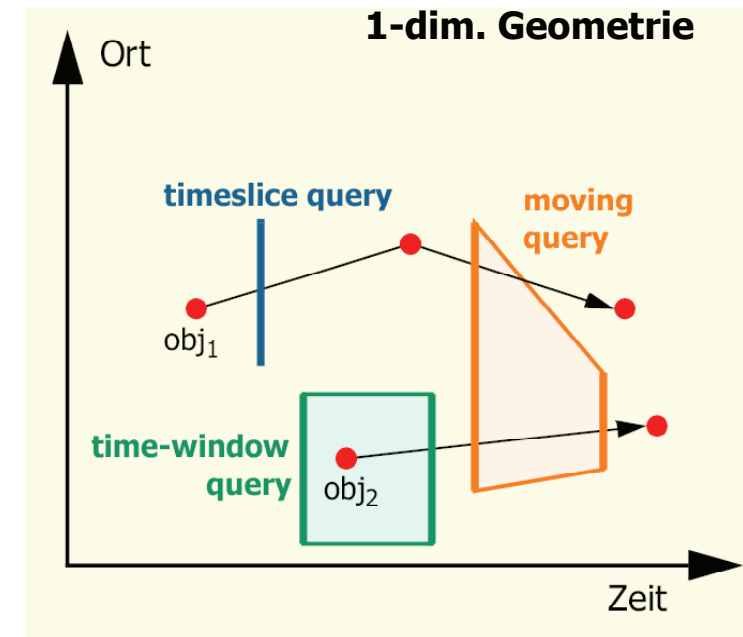
- gegeben:  $g \in \text{Geometry}, t \in \text{Time}$
- gesucht:  $\{ o \in \text{Rel} \mid o.\text{loc}.\text{relate}(g,t) \}$

### • Time-Window Query

- gegeben:  $g \in \text{Geometry}, t_1 \in \text{Time}, t_2 \in \text{Time}, t_1 < t_2$
- gesucht:  $\{ o \in \text{Rel} \mid o.\text{loc}.\text{relate}(g,t_1,t_2) \}$

### • Moving Query

- gegeben:  $g_1 \in \text{Geometry}, g_2 \in \text{Geometry}, t_1 \in \text{Time}, t_2 \in \text{Time}, t_1 < t_2$
- gesucht:  $\{ o \in \text{Rel} \mid o.\text{loc}.\text{relate}(g_1,g_2,t_1,t_2) \}$



## Indexierung der

- Vergangenheit
- Gegenwart
- **Gegenwart und Zukunft**

## Bewegte Punktobjekte

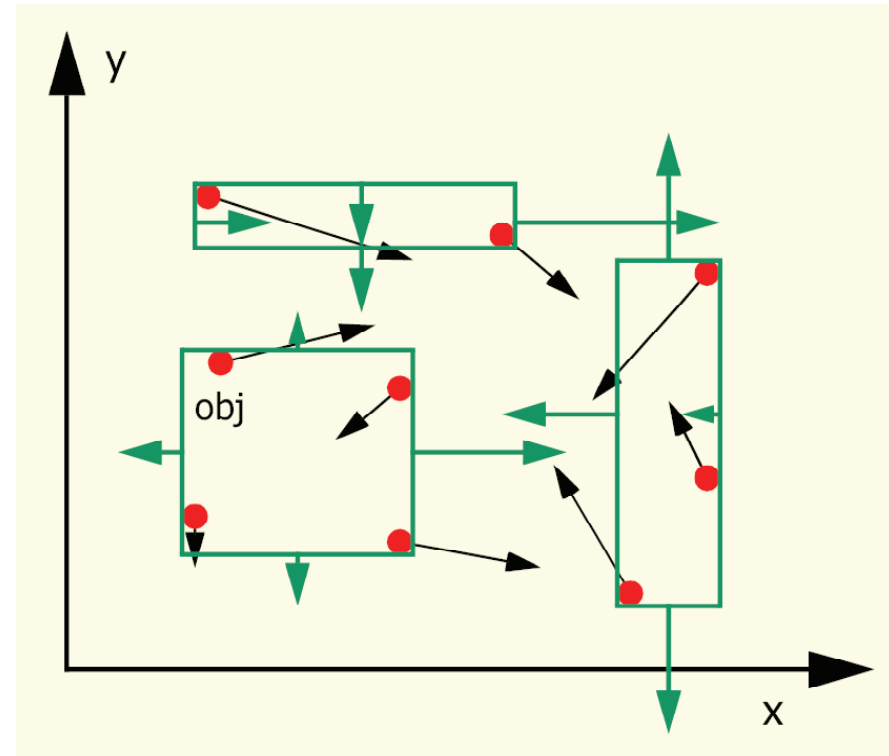
- haben eine **Position** zum einem Zeitpunkt  $t$ :  $loc = (x_t, y_t)$
- haben eine **Geschwindigkeitsvektor**  $(v_x, v_y)$
- **Update-Operationen** ändern diese Angaben.

## Minimal umgebende Rechtecke

- normieren Zeitpunkte
- bilden Extrema über Koordinaten und Geschwindigkeitsvektoren

## Algorithmen

- i.W. normale  $R^*$ -Baum-Algorithmen
- **Zeithorizont**

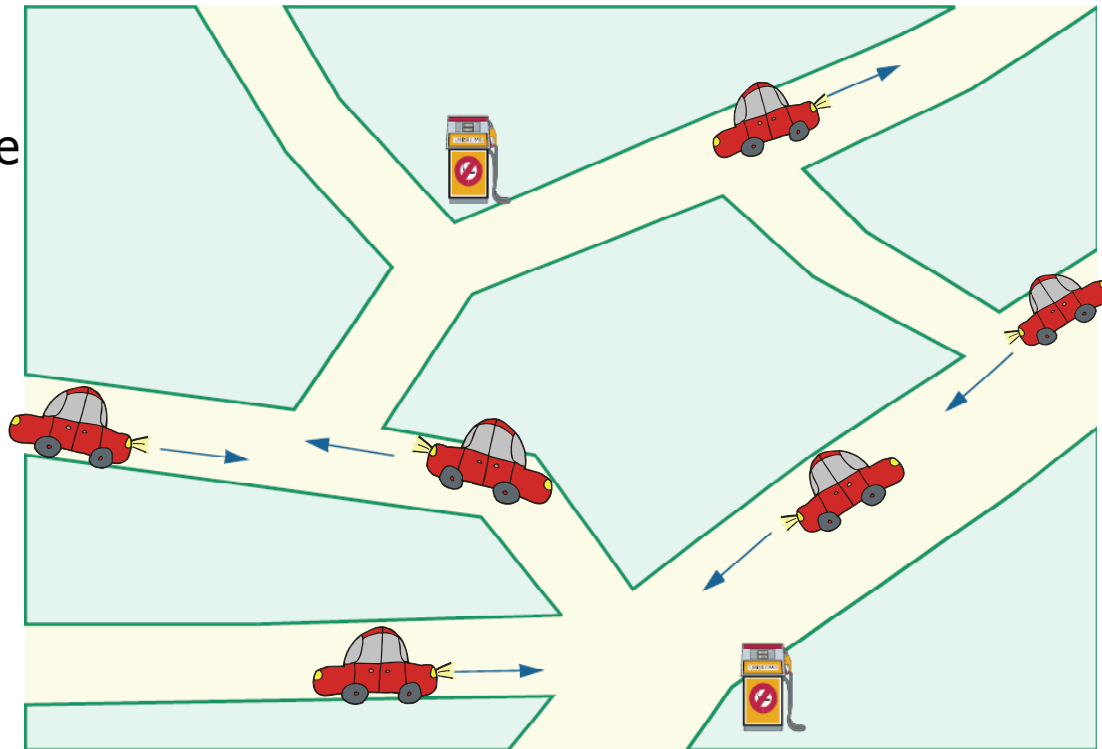


## Spatial-Temporal Join

- gegeben: 2 Relationen  $Rel_1$  und  $Rel_2$
- gesucht:  $\{ (o_1, o_2) \mid o_1 \in Rel_1, o_2 \in Rel_2, o_1.loc.relate(o_2.loc, t_1, t_2), t_1 \in Time, t_2 \in Time, currTime() \leq t_1 \leq t_2 \}$

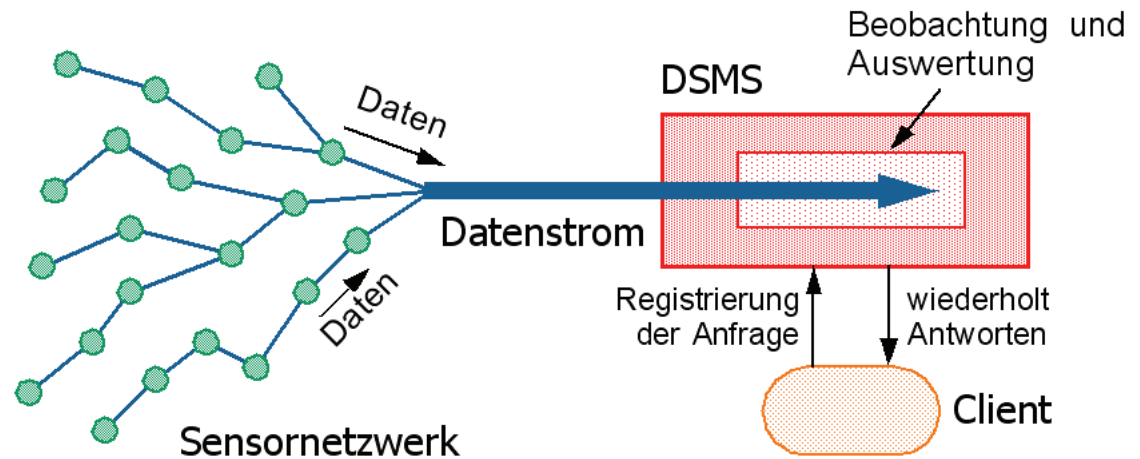
## Beispiele

- Bestimme alle Fahrzeuge, die sich in den nächsten 10 Minuten in der Nähe einer Tankstelle / eines Tanklastzuges befinden.
- Bestimme alle Paare von Fahrzeugen, die sich in den nächsten 10 Minuten passieren (**Spatio-Temporal Self Join**).



## Sensornetze

- **Sensoren**: erfassen automatisiert Messwerte, haben räuml. Lage
- **Sensorknoten**: Integration von Sensoren, Prozessoren und autarken Energiequellen
- **Sensornetzwerk**: drahtlos kommunizierende Sensorknoten

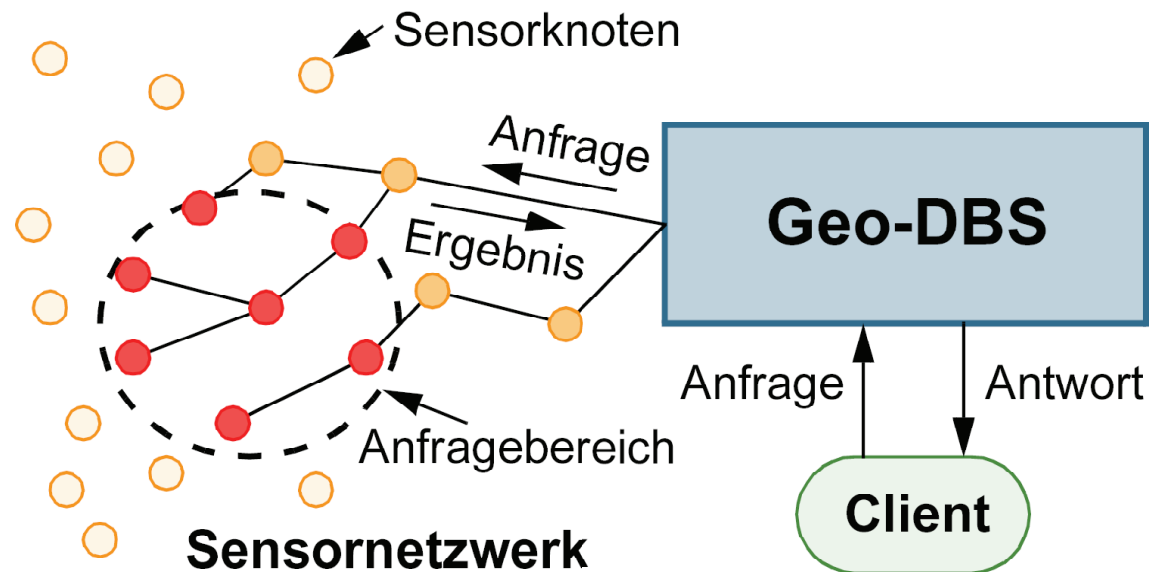


## Datenströme

- **Datenstrom**: Zusammenführung der Sensordaten ab einem Zielknoten, nur kurzzeitig persistent
- **Datenstrommanagementsystem (DSMS)**: Programm, das die Anfragebearbeitung auf Datenströmen unterstützen.

## Sensornetze als Geo-DBS

- Sensorknoten mit einfacher DBS-Funktionalität
- Client kann DBMS eine Anfrage an das Sensornetzwerk stellen
- Im Fall räumlicher Anfragen ist das Sensornetzwerk dann Teil eines Geodatenbanksystems



## Fazit

- Geodaten treten oft / (fast) immer auf (80%-Regel) (nicht nur im traditionellen GIS-Umfeld).
- Datenbanksysteme sind sehr nützliche Werkzeuge zur Verwaltung / Anfrage von Geodaten.
- Moderne Geodatenbanksysteme erfüllen viele der gängigen Anforderungen.

## Ausblick

- 3D-Geodatenbanken
- Spatio-temporale Datenbanken
- hochgradig verteilte Geodatenbanken

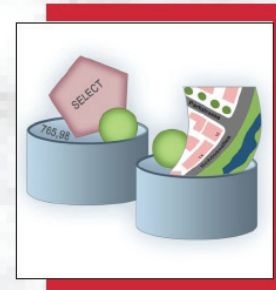


Thomas Brinkhoff

## Geodatenbanksysteme in Theorie und Praxis

Einführung in objektrelationale  
Geodatenbanken unter besonderer  
Berücksichtigung von Oracle Spatial

Erschienen: Sept. 2005  
466 Seiten, 58,00 €  
ISBN: 3-87907-433-X  
<http://www.geodbs.de>



Wichmann

<http://www.geodbs.de>



## Prof. Dr. Thomas Brinkhoff

FH Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven,  
Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik (IAPG)

Ofener Str. 16/19  
D-26121 Oldenburg

Telefon: (0441) 7708 - 3320

Fax: (0441) 7708 - 3336

E-Mail: [Thomas.Brinkhoff@fh-oldenburg.de](mailto:Thomas.Brinkhoff@fh-oldenburg.de)

Web: <http://www.fh-oow.de/institute/iapg/personen/brinkhoff/>

