

GIS – Geographische Informations-Systeme



- Vortragsreihe "Chaos-Seminar"
- Veranstalter: CCC, Erfa-Kreis Ulm
 - <http://ulm.ccc.de/>
 - mail@ulm.ccc.de
 - Montagstreff: Infos und Anfahrtsskizze auf der Webseite
- Referent: Markus Schaber
 - <http://schabi.de/>
 - markus.schaber@ulm.ccc.de
- Vortrag ist online:
 - <http://ulm.ccc.de/~schabi/gis/>



Überblick

- Einführung - Was ist GIS?
- Räumliche Daten und ihre Darstellung
- Rasterbasierte Daten
- Vektorbasierte Daten
- Koordinatensysteme und Projektionen
- Räumliche Indizierung
- OpenGIS-Konsortium
- Simple Features for SQL
- WKT und WKB
- PostGIS, JUMP, Map24



Was ist GIS?

- Versuch einer Definition:
„GIS ist ein rechnerbasiertes System zur Manipulation, Analyse und Präsentation von Daten mit Ortsangaben
 - Ortsangaben: Meist geographisch
- Geographie – die vier „W“:
 - **W**as ist **W**o?
 - **W**arum ist es dort?
 - **W**ieso interessiert es?
- GIS-Systeme helfen, aus Daten Informationen und letztendlich Wissen zu gewinnen.



Was nicht GIS ist

- GPS-System
- Eine Landkarte
- Ein Programm
- Eine CD mit Shapefiles

- Aber: eine entsprechende Kombination daraus.



Räumliche Daten

- Nach Schätzungen haben 80% aller Daten eine räumliche Komponente¹.
 - Daten aus fast allen Wissenschaften lassen sich räumlich analysieren.

(1): Quelle: <http://www.mapcruzin.com/what-is-gis.htm>



Beispiel Datendarstellung

- Daten oft schwer zu interpretieren:

The screenshot shows a GIS application window titled 'View: Attributes: tqrd6067.wat'. The main window displays a table with 25 features. The columns are labeled 'ID', 'COUNTY', 'SPEC', 'LANDNAME', and 'LANDTYPE'. The data is as follows:

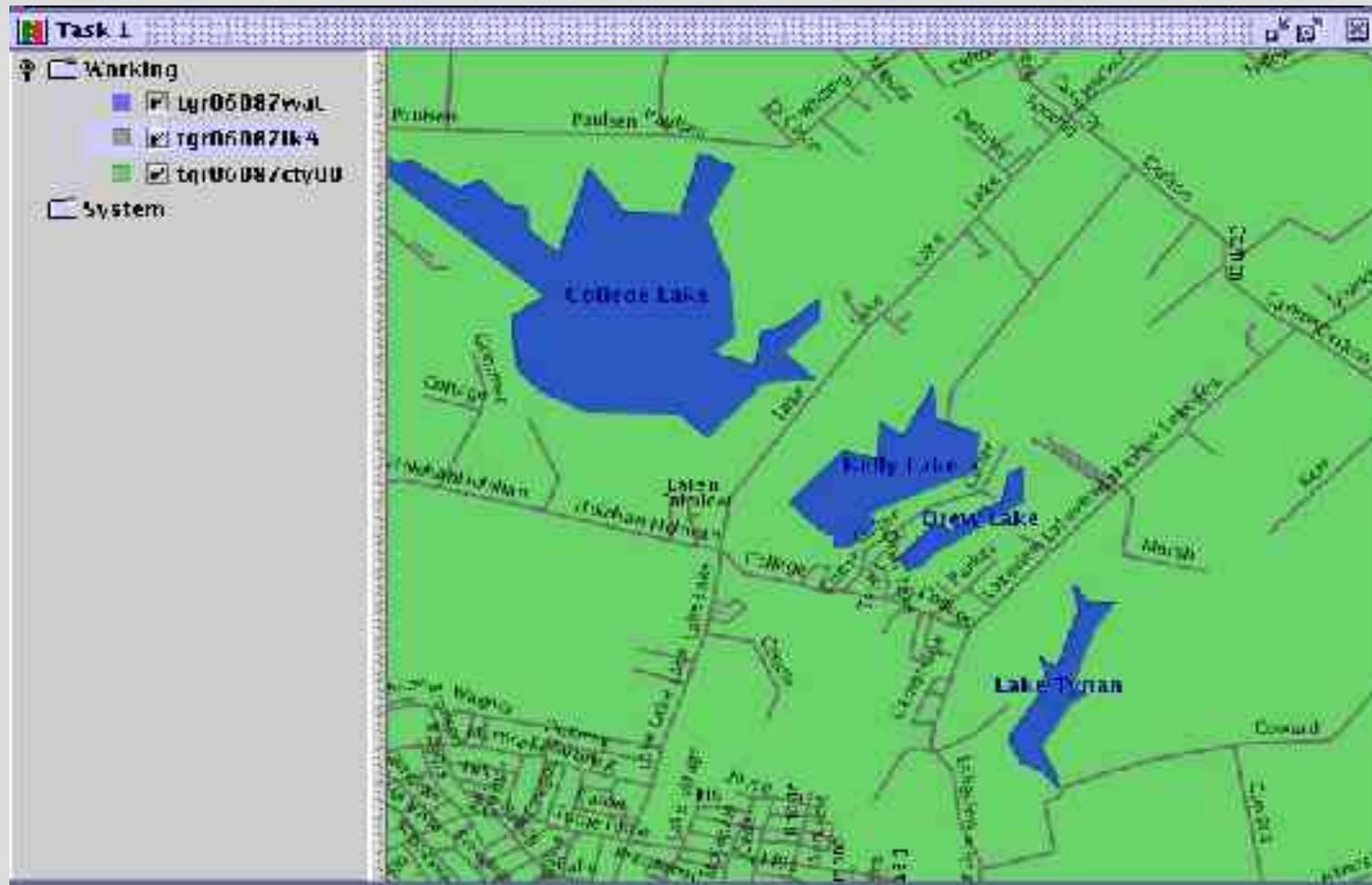
ID	COUNTY	SPEC	LANDNAME	LANDTYPE
16-18	1-06087			0
16-19	2-06087	H11	Lacuna In Lagoon	0
16-20	3-06087	H11	Nan In Lagoon	0
16-21	4-06087	H11		0
16-22	5-06087	H21	Ant Inlet Pond	
16-23	6-06087	H31	College Lake	
16-24	7-06087	H11	Corcoran Lagoon	
16-25	8-06087	H21	Corcoran Lagoon	
16-26	9-06087	H11	Draw Lake	
16-27	10-06087	H21	Bully Lake	
16-28	11-06087	H31	Lake Lyna	
16-29	12-06087	H11	Mulan Lake	
16-30	13-06087	H31	Pine Lake	
16-31	14-06087	H11	Schwarz Lagoon	
16-32	15-06087	H21	Sinon Lake	
16-33	16-06087	H31	Soda Lake	
16-34	17-06087	H21	Wagon Lagoon	
16-35	18-06087	H32	Dry Pond	
16-36	19-06087	H11	Loch Lomond Reservoir	
16-37	20-06087	H11	Mill Creek Estuary	
16-38	21-06087	H11	Rose Reservoir	
16-39	22-06087	H11	Simpson Reservoir	
16-40	23-06087	H30	Nearby Lagoon	
16-41	24-06087	H11	Washell Estuary	
16-42	25-06087	H32	Public Outfall	

An 'Export' dialog box is open in the foreground, showing a list of coordinates from 0:0 to 0:18. The coordinates are in a standard decimal format (e.g., -121.77159000000000 36.94735100000000).



Visualisierung hilft:

- Ein Bild sagt mehr, als tausend Worte:





Rasterbasierte Daten

- Beispiele:
 - Satellitenphotos
 - Luftaufnahmen
 - Scans von Karten und Grundbuchauszügen
- Einfache Struktur und Operationen
- komplizierte Interpretation
- Formate z. B.
 - GeoTiff, Arc/Info ASCII Grid, Erdas Imagine...



Vektorbasierte Daten

- Aufgeteilt in Ebenen / Features
- Jedes Feature enthält Datensätze
 - ID
 - geometrische Form
 - Attribute
- Beispiele
 - NavTeq CDs
 - Digitale Baupläne aus CAD-System
 - Gemalte Pfeile der Wetterkarte
 - Aufgezeichnete GPS-Koordinaten
- Formate z. B.
 - ESRI ShapeFile, ArcView MapInfo, Geography Markup Language (GML)...



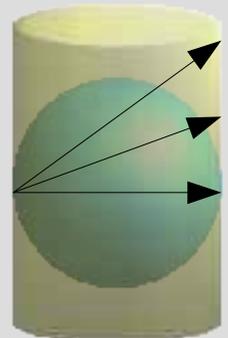
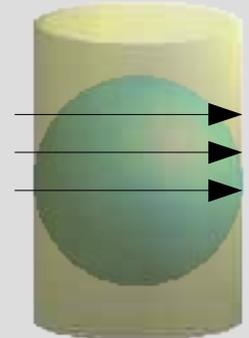
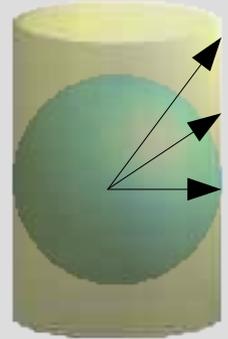
Koordinatensysteme

- Unterschiede z. B.:
 - Referenzellipsoid
 - Karthesische und polare Koordinaten
 - Projektionen in die Ebene
 - Einheiten
 - Nullpunkt
- Beispiele:
 - WGS84 (z. B. GPS)
 - Gauss-Krüger
 - Soldner Berlin
- EPSG-Datenbank hat über 3000 Einträge



Zylinder-Projektion

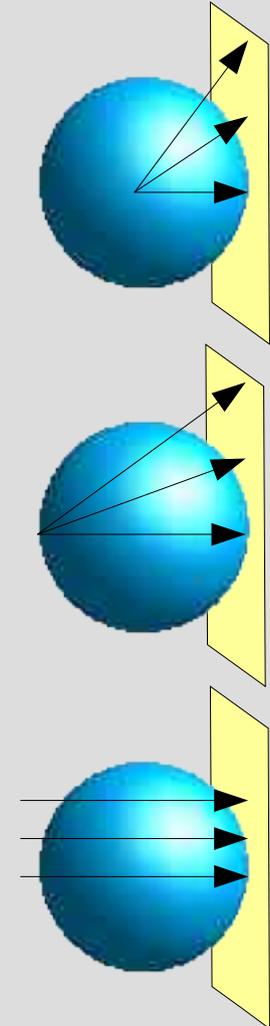
- Mercator: Zylinder Senkrecht, liegt am Äquator an
- UTM, Gauss-Krüger: Zylinder Waagerecht, liegt je nach Zone anders an.
- Winkeltreu
- stereographisch: Strahlen gehen von gegenüberliegender Seite aus, Winkel und Flächen relativ treu
- orthographisch: Strahlen gehen parallel, annähernd Flächentreu





Azimutale Projektionen

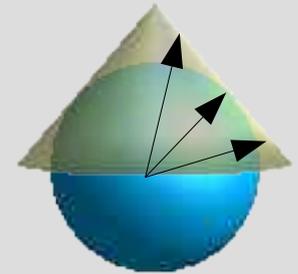
- Gnomonische Projektion: Strahlen vom Erd-Mittelpunkt aus
- Stereographische: wieder gegenüberliegend
- Orthographisch: parallele Strahlen
- Winkel vom Mittelpunkt aus gemessen sind korrekt, bei weiterer Enternung grössere Verzerrung der Flächen





Kegel-Projektionen

- Varianten:
 - Lambert (Winkeltreu)
 - Albers (Flächentreu)
 - Bonne (Abweitungs-treu, Abweitung ist die Entfernung auf dem Breitenkreis)





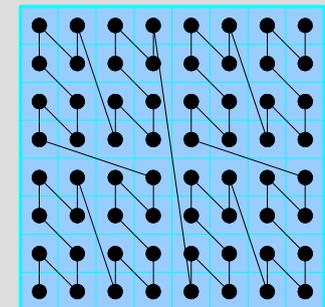
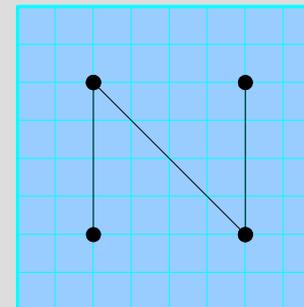
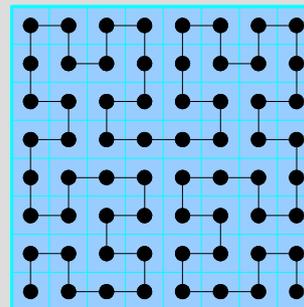
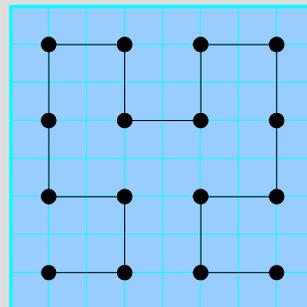
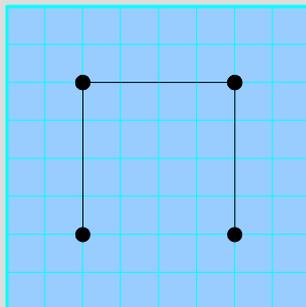
Räumliche Indizierung

- Aufgabe: Räumliche Suche in mehrdimensionalem Raum
 - Bekannte Index-Strukturen:
 - Hash
 - Sortierte, Verkettete Liste
 - Sortiertes Array
 - Bäume
 - ISAM
 - etc. (siehe Datenbank-Vortrag oder PI-Vorlesung)
 - Problem: Sind nur eindimensional
 - Lösung: Abbildung mittels raumfüllender Kurven
- Erlauben effiziente Bereichssuche



Raumfüllende Kurven

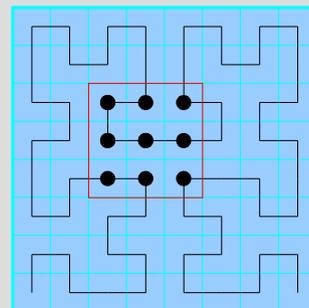
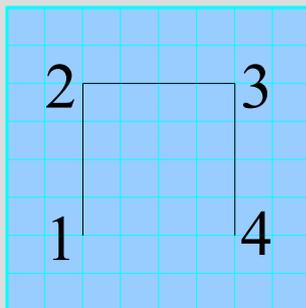
- Eigentlich iterative Folge von Kurven:
 - Beginn mit Startfigur
 - Iteration: Ersetze jedes Teilstück gemäß Regel und Verbinde Teilstücke
- Kurvenfolge ist raumfüllend, wenn für jeden Punkt im abgedeckten Bereich eine Iteration existiert, in der dieser Punkt Teil der Kurve ist.
- Beispiel: Hilbert-Kurven, Z-Kurven





Suche Punkte mittels Kurven

- Verwende Kurve der Iteration I
- Nummeriere Punkte linear durch
- Indexeintrag = Nummer des nächsten Punktes
- Suche: vom Suchrechteck getroffene Intervalle
- Probleme:
 - Anzahl der Intervalle klein halten





OpenGIS-Konsortium

- Ziel: Einheitliche Standards für Datenformate und Schnittstellen
- Spezifikationen kostenlos herunterzuladen
- Illustrier Mitgliederkreis aus Forschung und Industrie



OpenGIS Spezifikation SFS: Simple Features – SQL

- Geometrische Datentypen:
 - Point
 - Linestring
 - Polygon
 - Collections
- Repräsentationen
 - Well Known Text
 - Well Known Binary
- SQL-Umgebung
 - Grundlegende Funktionen
 - Koordinaten-Referenzsystem-Tabelle
 - Hilfstabelle zum Auffinden der Geometrie-Spalten



Well Known Text Format (WKT)

- POINT(9.98938 48.39715)
- LINESTRING(0 0, 23 42, 47 11)
- POLYGON((0 0, 0 10, 10 10, 10 0, 0 0)(1 1, 1 2, 2 2, 2 1, 1 1))
- MULTIPOINT(10 20, 30 40)
- MULTILINESTRING((8 0, 10 10)(1 2, 3 4, 5 6))
- MULTIPOLYGON(((0 0, 0 10, 10 10, 10 0, 0 0)(1 1, 1 2, 2 2, 2 1, 1 1)) ((-5 -5, -6 -6, -6 -5, -5 -5)))
- GEOMETRYCOLLECTION(POINT(10 10), POINT(30 30), LINESTRING(5 5, 6 6, 7 4))



Well Known Binary Format (WKB)

- Big- und Little-Endian-Varianten (XDR / NDR)
- IEEE 754 double precision für Koordinaten
- 32-Bit vorzeichenlose Integer als Zähler
- Beispiel: WKBMultiPoint

```

Point          { double    x;
                double    y;
                }

WKBPoint       { byte      byteOrder;      // XDR==0, NDR==1
                uint32     wkbType;      // 1 für Point
                Point
                point; }

WKBMultiPoint { byte      byteOrder;      // XDR==0, NDR==1
                uint32     wkbType;      // 4 für
MultiPoint
                uint32     num_wkbPoints;
                WKBPoints  point[num_wkbPoints];}

```



PostGIS

- Praktisch vollständige Implementation der SFS
- Nützliche zusätzliche Funktionen und Operatoren
- Erweiterung auf „2½ Dimensionen“
- GPL
- Nutzt GIST-Index für räumliche Indizierung
- Nutzt proj4 und geos
- Noch viel Optimierungspotential
- Alternative Implementierung beta (lwgeom)



PostGIS - Beispiel

```
logigis=# select * from named_places where poi_name LIKE 'ULM';
```

gid	link_id	poi_id	fac_type	poi_name	poi_langcd	poi_nmtype	poi_st_num	st_name	
	st_langcd	poi_st_sd	acc_type	ph_number	chain_id	population	capital	van_city	act_addr
	nv_cd	country	level	geom					
5066538	52438332	50467606	4444	ULM	GER	B		ERWIN-PISCATOR-	
	STRASSE	GER	N			0	0		
	G2	DE	1	SRID=4326;POINT(8.29797 50.5818)					
9858721	53148980	50601480	4444	ULM	GER	B		NEUE STRASSE	
	GER	R				0	118347		
	G6	DE	1	SRID=4326;POINT(9.98938 48.39715)					
9860792	73560836	50601479	4444	ULM	GER	B		OBBERKIRCHER	
	STRASSE	GER	N			0	0		
	G6	DE	1	SRID=4326;POINT(8.05059 48.57991)					

(3 rows)



PostGIS – Beispiel 2

- Ausdehnung der Schweiz

```
logigis=# select extent(geom) from admin_area_bnd where country='CH';
          extent
```

```
-----
BOX3D(5.95587 45.81802 0,10.49203 47.80838 0)
(1 Zeile)
```

- Strassen im aktuellen Bildausschnitt holen

```
logigis=# select st_name,geom from streets where geom && 'SRID=4326;BOX3D(5.95587 45.81802 0,10.49203
          47.80838 0)' limit 2;
```

```
  st_name      |          geom
-----+-----
 FÄLMISSTRASSE | SRID=4326;MULTILINESTRING((8.84664 47.37919,8.84675 47.37935,8.84683 47.3795))
                | SRID=4326;MULTILINESTRING((8.84647 47.37942,8.84668 47.37944,8.84683 47.3795))
(2 Zeilen)
```

- Umrechnung in Gauss-Krüger Zone 2

```
logigis=# select st_name,transform(geom,31492) from streets where geom && 'SRID=4326;BOX3D(5.95587
          45.81802 0,10.49203 47.80838 0)' limit 2;
```

(...)

```
FÄLMISSTRASSE | SRID=31492;MULTILINESTRING((2714934.19100048 5252799.17065702,2714941.8451715
          5252817.25925613,2714947.27499599 5252834.15344124))
```



JUMP Project

- Kooperationsprojekt von staatlichen Stellen und Industrie
- Drei Hauptbestandteile:
 - JUMP Unified Mapping Platform (JUMP):
Allgemeine Plattform, Userschnittstelle, API
 - Java Topology Suite (JTS):
OpenGIS-Konforme Klassen, grundlegende Operationen
 - Java Conflation Suite (JCS):
interaktive Überprüfung und Bearbeitung von GIS-Daten



JUMP Demo

- Mal schnell eine Karte zusammenklicken...



Beispiel-Dienst: Map24

- Web-basierter Dienst für Karten und Routenplanung
- Demo...
 - Meyerhofstr nach Wilhelmstr 10



Quellen, weiterführende Literatur und andere Pointer

- Tiger-Projekt (kostenlose Daten USA): <http://www.census.gov/geo/www/tiger/>
- MapCruzin Map Tutorial: <http://www.mapcruzin.com/download/Mapcruzin-GIS-Tutorial.pdf>
- Geography matters (ESRI): <http://www.gis.com/whatisgis/geographymatters.pdf>
- GIS Tutor, Beispieldaten: (mit unzip entpacken) http://www.mapcruzin.com/learn_to_map/subscribers/scruz.exe
- NavTeQ (Kommerzielle Datenquelle): <http://www.navteq.com/>
- What is GIS: <http://www.gis.com/whatisgis/whatisgis.pdf>
- PostGIS: <http://www.postgis.org/>
- ESRI Dokumentationen: <http://www.esri.org/>
- Quantum GIS: <http://qgis.sourceforge.net/>
- Thuban: <http://thuban.intevation.org/>
- JUMP-Project (JUMP-Workbench, JTS): <http://www.jump-project.org/>
- European Petrol Survey Group EPSG: <http://www.epsg.org/>
- Map24: <http://www.map24.de/>
- logi-track: <http://www.logi-track.ch/>
- Kartenprojektionen: <http://www.geo.tu-freiberg.de/~boogaart/GeoinformatikI/vorlesung2.pdf>
- XZ-Kurven: <http://www.dbs.informatik.uni-muenchen.de/Publikationen/Papers/SSD-XZ-Order.final.pdf>
- Kurven Allgemein: <http://www.dcs.bbk.ac.uk/~jkl/BNCOD2000/slides.html> und <http://www.dcs.bbk.ac.uk/TriStarp/pubs/bncod17.pdf>



Ende...

- CCC, Erfa-Kreis Ulm
 - <http://ulm.ccc.de/>
 - mail@ulm.ccc.de
 - Montagstreff: Infos und Anfahrtsskizze auf der Webseite
- Referent: Markus Schaber
 - <http://schabi.de/>
 - markus.schaber@ulm.ccc.de
- Vortrag ist online:
 - <http://ulm.ccc.de/~schabi/gis/>