

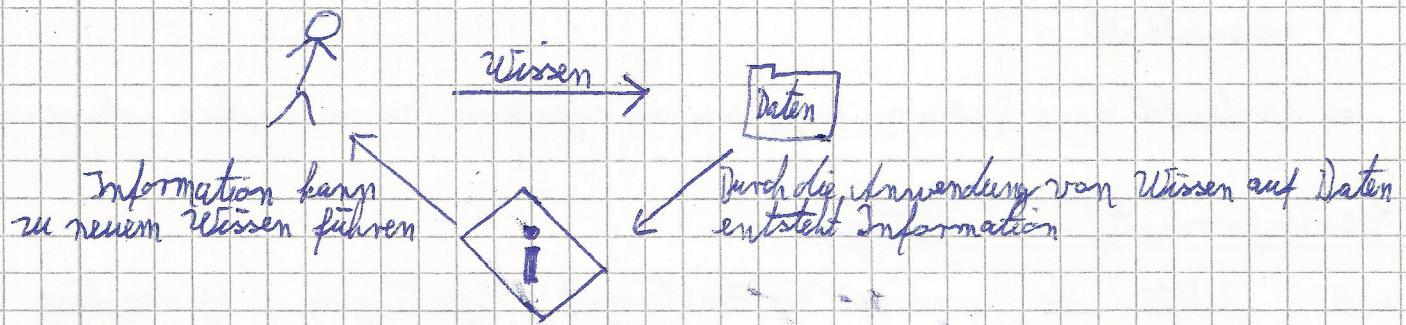
Einführung GIS / Zusammenfassung

7

Aufgaben der Geovisualisierung

- Exploration (Erfassung von räumlichen Strukturen und Prozessen)
- räumliche Analyse (Überprüfung von Daten, Generierung neuer räumlicher Daten)
- Synthese (Integration verschiedener Datenbestände und Datenarten)
- Präsentation (Kommunikation der erreichten Ergebnisse)

Geovisualisierung = Visualisierung, Bildverarbeitung, Statistik, Karto- und Geographie



3 Ebenen der Information

- 1) Syntaxe : Codierungsebene
- 2) Semantik : Bedeutungsebene
- 3) Pragmatik / Kommunikation : Informationsverteilung

Informationsystem → Verarbeitung von Daten

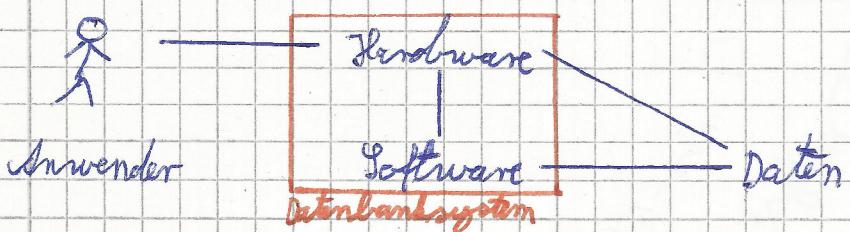
beruht auf Datenbanksystem • effiziente Speicherung / Verwaltung

• bedarfsgerechte Darstellung

Datenbankmanagementsystem (DBMS) = Software

Datenbank (DB) = Speicherart der Daten

Zählen eines G/S (Geoinformationssystems)



② Geographie

beschäftigt sich mit der 3D Struktur und Entwicklung der Landschaftshülle der Erde

→ 3D Bezugssystem: Erdoberfläche, -atmosphäre und -kruste

Der Raumbezug ist für ein GIS evident

→ Bei Unternehmen / Verwaltungen ca 60-80 % der Aktivitäten

Was ist ein GIS?

⇒ Computersystem, das hilft, räumliche Fragen zu beantworten

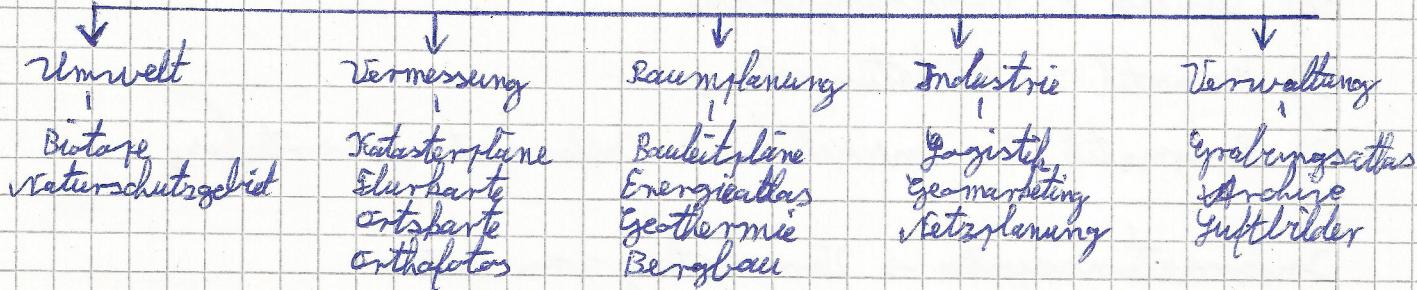
⇒ Informationssystem, das räumliche Informationen speichert und abrufbar bereithält

⇒ erlaubt neue Daten zu erfassen, zu speichern, zu verändern, darzustellen

Geoinformatik im Alltag

z.B. Wetter.de, online Kartendienste, Geotagging, Geocaching

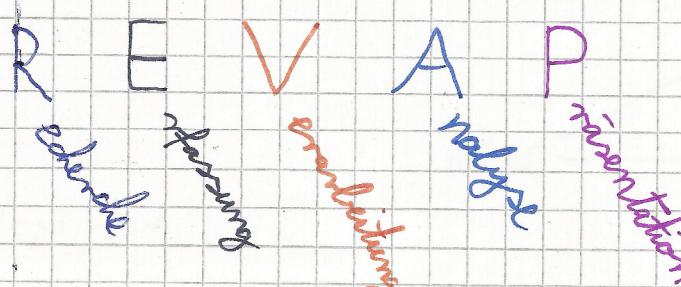
" im Berufsleben



" in der Wissenschaft

Geographie	Naturwissenschaften	Wirtschaft	Informatik
Stadtforschung Raumplanung Architektur	Klimaforschung Eisforschung	Geomarketing Standortanalysen	Navigations Mobile Dienste Virtuelle Welten

Arbeitsablauf einer GIS-Arbeit



R + E messen, photographieren, recherchieren, kartieren

V + A Karte erstellen, Informationen herausarbeiten

P Präsentation

Modelle / Modellbildung im GIS

(Globus)

komplexes System

(Karte)

vereinfachtes System

Modell = vereinfachte Darstellung der Wirklichkeit

Merkmale eines Modells

① Abbild der Realität

② Informationsverlust (erfasst nicht alle Attribute)

③ Pragmatismus (Rücksicht) warum? wozu? für wen?

Ziel



vernachlässigen

Visualisierung

konzentrieren

reduzieren

Dokumentation

abstrahieren

visualisieren

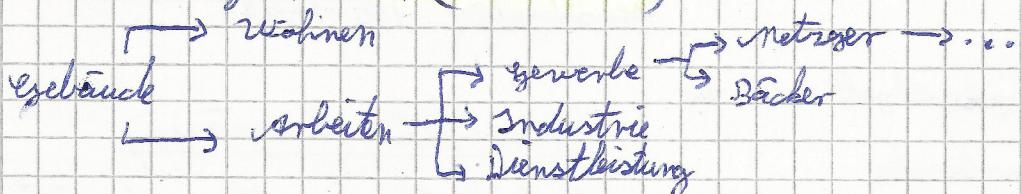
vereinfachen

hervorheben

Spezifizierung

Abstrahieren / Reduzieren durch Sachverhalt, räumliche Ausdehnung, Zeitverzug begrenzt

Modellierungssprache (z.B. UML)



Ausschnitt real Welt | Objektklasse | Anwendungs-schemata | Datenbank

real Welt | | | | Modell

4 Datenbankarchitektur



Lagerprinzip

(Ebenenprinzip)

z.B.

gebäude
straßen
Flächennutzung
Wirklichkeit

Geooljekt

- = eine Einheit, ... welche mittels Geodaten eindeutig beschreibbar, in der Realität identifizierbar und referenzierbar ist
- Abbild einer physisch, geometrisch oder begrifflich begrenzten Einheit der realen Welt

geometrische Eigenschaften

- Lage / Form im Raum
- Vektor- oder Rasterform
- einheitliches Bezugssystem

Topologische Eigenschaften

- Beschreibung der relativen räumlichen Beziehungen (v.a. der Geometrie abstrahiert)
- Nachbarschaftsbeziehungen
- Aussagen zur relativen Lage (Geometrien berühren, überschneiden)

Thematische Eigenschaften

- beschreibende Merkmale, Sachdaten, Attribute

→ Zeitraum für die thematischen Eigenschaften gelten

- Beispiel Baum
- Elter
- Art
- Eigentum

→ verändert sich thematische Eigenschaft \Rightarrow dynamische Abbildungen möglich 150 19108

→ Ändert sich geometrische Lage des Geooljekts im Zeitverlauf, so spricht man von bewegten Geooljekten 150 19141

Objektidentifikator

→ weist realem Objekt, Objekt im GIS zu

→ Information verbinden

Metadaten

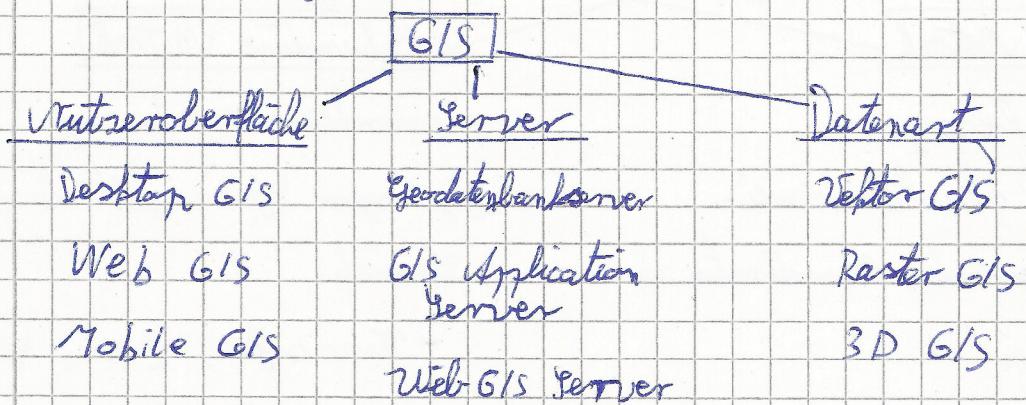
Ausblick über Hintergründe / Verwendbarkeit der Objektinformationen

graphische Ausprägung

Ausblick über Darstellung des Objektes in einer Karte

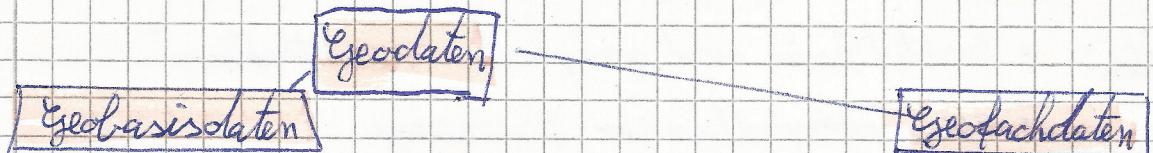
→ Farbe, Füllung, Symbolik, Linienart, Font, graue Werte, ...

Klassifizierung von GIS



Geodaten

- Daten über Gegenstände, Geländeformen und Infrastrukturen an der Erdoberfläche mit Raumbezug.
- ① Naturbeschreibende Geodaten
→ topographische, hydrologische, geologische, atmosphärische Daten
- ② Artefaktbeschreibende Daten (geo)
→ demographische, raumplanerische, wirtschaftsgeographische, verkehrsgeographische, soziale Daten



Geobasisdaten
Interessensneutrale Beschreibung
der Landschaft (Topographie)
und Eigenschaften der Erdoberfläche
Daten der Vermessungsverwaltungen
- Athes, DGM, Orthofotos, ...

Geofachdaten
In Fachdisziplinen erhobene Daten
mit Raumbezug

- Kanalendaten, Leitungsdaten
- Landwirtschaft
- Statistik

Format

- Vektordaten
- Rasterdaten

⑥

Georeferenz (Raumbezug)

Primäre Metrik

- = direkter Raumbezug
- Zuweisung von absoluten zweidimensionalen oder dreidimensionalen Koordinaten zu den Informationen

Sekundäre Metrik

- = indirekter Raumbezug
- geringere Genauigkeit als primäre Metrik
- Beispiel:

- Kennziffern (PLZ, Gemeinde, LKR)
- Namen (Deggendorf, Bayern, Deutschland)
- Adressen (Straße, Haus-Nr., PLZ)
- weitere Raumbezüge (Kilometrierungen, Sternnummern)

Beispiel Kundendaten

Kundendatenbank (Sekundäre Metrik)

Digitaler Straßenatlas

Adresse auf/in

digit. Atlas anzeigen

Addressmatching /

geocoding

Vektordaten

- auf Punkten beruhende Beschreibungen von raumbezogenen Objekten

Eigenschaften:

- Punkte/Grenzen sind graphische Grundstrukturen"
- Fläche ist eingeschlossener Grenzzug

- Daten sind nach Objektlinien geordnet
- Objektbezug leicht möglich.
- Logische Datenstrukturierung
- Geringe Datenvolumen / kurze Rechenzeiten

geometrische Formen

Punkt

P_1

Polylinie

P_1

Grenze

P_2

P_1 — P_2

P_3

P_4

P_3

P_4

P_3

P_4

P_3

P_4

P_3

P_4

P_1 — P_2 — P_3 — P_4 — P_1

P_3

P_4

P_3

P_4

P_3

P_4

P_3

P_4

→ Punkt kann alleine bereits ein Geobjekt repräsentieren

→ Punkte bilden Grundlage aller geometr. Figuren

→ In komplexen Musterbildungen: Punkte = Knoten / Linien zwischen Punkten = Kanten

→ Vektor wird als geometr. Einheit gespeichert

Vektordaten - Sachlogik

① Sachdatentabelle für Attributinformationen

② Speicherstruktur für die Geometriedaten

"Tabelle die sämtliche Knoten mit Koordinaten und bei Polylinien und Polygonen die Kanten / Flächen speichert."

Attributtabelle

Objekt ID	Strassenart	Strombreite	...
001	Bundesstraße	8	
002	Autobahn	30	
003	Einestraße	6	

Geometrietabelle

Objekt ID	P ₁	P ₂	...
001	x, y	x, y	
002	x, y	x, y	
003	x, y	x, y	

wichtige Begriffe Attributtabelle

→ Tabelle als Matrix

→ Matrix repräsentiert (Landkreise)
 ↑ Klasse

→ jeder Landkreis als Entität erfasst

→ Entitäten haben Attribute (Landkreisname)

→ Zuordnung (Attribut) wird durch Wert (Value) wiedergegeben

Sachologie - Vektordaten

A	B
---	---

⇒ Grenze A, B als eine Linie speichern



A Brüche (2D Schnittpunkt aber keinen sachlogischen Zusammenhang)

B Kreuzung (gemeinsamer geometrischer Punkt und sachlogisch miteinander verbunden)
(z.B. abbiegen)

8 Raster

Rasterbild besteht aus Matrix gleich großer Pixel (Bildpunkte)

Pixel = Picture Element

Def: Rasterdaten sind auf Pixeln beruhende Flächendarstellungen

Eigenschaften

- Pixel = graphische Grundstruktur • Flächenhafte Betrachtungsweise
- Nachbarschaftsbeziehungen (Topologie) vorhanden
- Ordnung nur nach Position / Nachbarschaft • eingeschränkter Objektbereich
- hohes Datenvolumen / Rechenaufwand

Jedes Pixel hat eine Farbe die mit einer Kennzahl aus dem Farbsystem gespeichert wird

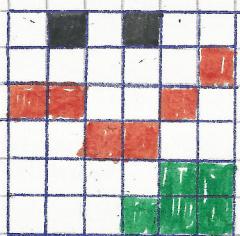
z.B. RGB (Rot, Grün, Blau, jeweils 0 bis 256)

Pixel = Kombination von 3 Farbwert $\rightarrow 3 \times 8$ Bit

Eignung vor allem zur Darstellung kontinuierlicher, flächendeckender Sachverhalte

- ① Wert einer Zelle repräsentiert gesamte Zelle (am meisten vorhandene Ausprägung)
- ② Zelleneinteilung (Abstand in x - y - Richtung) über gesamte Datei gleich
- ③ Zellengröße über gesamte Datei gleich

Darstellung geometr. Daten



Bspkt

Linie

Fläche

Probleme

- Genauigkeit durch Auflösung bestimmt
- keine exakte Erfassung von geometr. Objekten
- Nur ein Wert pro Zelle möglich

Anstelle einer Farbkodierung kann man auch Höheninformationen speichern

z.B. durch Graustufen (je dunkler, desto höher / tiefer)

Geländemodell als ASCII-Datei speicherbar

→ Bezugspunkt (linke obere Ecke eines Pixels)

→ neben Höheninformationen sind Informationen zu Größe / Lage der Pixel nötig

Integration von Grid-Rasterdaten, Bildrasterdaten (TIFF, JPG),
lagerichtig in GIS möglich

(9)

Georeferenzierung

→ ASCII-Datei mit Zusatzinformationen

- ① Zuordnung der x,y-Koordinaten zu jeder Zelle → großer Speicherbedarf
- ② Eckkoordinate definieren, speichern (meist link oben), Größe der Zelle festlegen → großer Rechenaufwand (*meistens verwendet*)

Worldfile

Wiedergabe der Zelle in x-

y-Richtung

1 > 0.084667

x-Skala

Drehung der Pixel

2 > 0.0000

Rotation x-Achse

zum Koordinatensystem

3 > 0.0000

Rotation y-Achse

4 > -0.054667

y-Skala

x-y-Koordinate der
linken oberen Bildcke

5 > 4537673.75233

x-Koordinate

6 > 5304652.56767

y-Koordinate

Vektor und Raster im Vergleich

Darstellung	Raster	Vektor
	kontinuierliche Oberflächen	discrete Objekt
Zugriff auf Objekt	nein	ja
Speicherplatz für Daten mit		
- geringer räumlicher Inhomogenität	hoch	gering
- hohe räumliche Inhomogenität	gering	hoch
Maßstabskürzung (Generalisierung)	hoch	gering
Lagegenauigkeit (Position)	unge nau	exakt
Analysefähigkeit von wirtschafts- bezüglichen zu anderen Objekten	gering	hoch
Fähigkeit zur Oberflächenanalyse	hoch	gering

10 Skalenniveaus

Maßskalen sind für die Messung von Variablen von Bedeutung.

- Nichtmetrische Skalen: Nominal- und Ordinalskala
- Metrische Skalen: Intervall- und Ratio-Skala
↑ Informationsgehalt



Nominaldaten

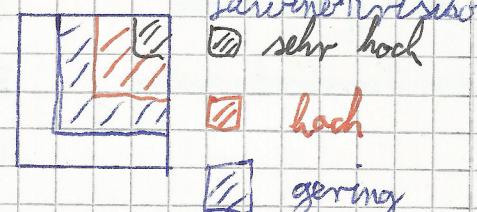
Beziehungen der Variablen ausgedrückt durch:

- Worte
- Buchstaben
- Zahlen



Ordinaldaten

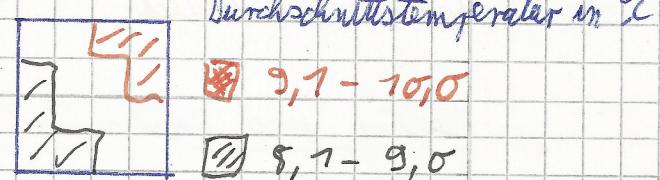
Vergleichbarkeit im Sinne von Einer - Kleiner



Intervalldaten

Besitzen keinen Nullpunkt

Dienen der Identifikation, Ordnung und Bewertung (additiv)



Ratio-skalierte Daten

besitzen einen Nullpunkt

Dienen der Identifikation, Ordnung und Bewertung (additiv und multiplikativ)



Primäre Metrik X Y-Daten

Koordinatenangaben

müssen in Tabellenform gespeichert werden

2D x,y

3D x,y,z

Aufgaben beim Einbinden in GIS-Systeme

- richtiges Koordinatensystem / Koordinatenangabe
- Tabellenform

Problem der räumlichen Referenz

→ räuml. Referenz ist im WGS 84-System (World Geodetic System) und wird mit Grad und Minuten ($50^{\circ}13'$)

→ zum Einfügen in GIS müssen Dezimalzahlen vorhanden sein

Konvertierung GMS (Grad, Minuten, Sekunden) in Dezimalgrad

$$\text{Dezimalgrad} = \text{Grad} + (\text{Minuten} / 60) + (\text{Sekunden} / 3600)$$

sekundäre Metrik: Tabellen Verknüpfungen

Primärschlüssel

ID	Vorname	Nachname	FK
0	A	D	0
1	B	E	1
2	C	F	2

ID	Strasse	Nr.	Ort
0	A-Str.	0	Aach
1	B-Str.	1	Bdorf
2	C-Str.	2	Caffe

Datenmodellierung Relationenschema

Relation = Beschreibung einer Basistabelle

gespeicherte Informationen

- Name der Relation (Tabelle)
- Liste von Attributnamen (Attribut)
- Primärschlüsselfelder
- Domänen (Einschränkungen des Wertebereiches)
- Abhängigkeiten

Relationenalgebra

- Vereinigung (und)
- Differenz (ohne)
- Projektion
- Durchschnitt
- Kartesisches Produkt
- Joins
- Selektionen

Innerer Join

verarbeitet Beziehungen zwischen zwei Relationen mit min. einem gemeinsamen Attribut

Ergebnis ist eine Tabelle mit allen Attributen aus beiden Tabellen

Tabelle 1

Tabelle 2

ID	Name	ID	Tab 1 Name	Tab 2 Strasse
0	Mann	0	Mann	Weg
1	Frau	1	Frau	Weg 2



=>

Tab 1 ID

0

1

Tab 2 Name

Mann

Frau

Weg

Weg 2

72

Outer Join

(Left-Outer-Join)

Tab 1

ID	Name	ort
0	Homer	O
1	Marge	O
2	Daisy	Nall

Tab 2

ID	Strasse	Nr	Ort
0	Street	14	Kuff
1	Weg	5	Ost
2	Eichweg	7	stadt

ID	Tab 1 Name	Tab 1 Ort	Tab 2 Str.	Nr
0	Homer	O	Street	14
1	Marge	O	Street	14
2	Daisy	Null	Null	Null

=>

Qualität von Geodaten

Metainformationen: Informationen über Informationen

mögl. Fehlerursachen

- unterschiedl. Alter der Daten
- versch. Dichte der Gelätsdeckung
- Maßstab / Generalisierung
- EDV- technische Raffinerie der Daten
- Verfügbarkeit, Kosten, Urheberrechte

Qualität für Geodaten

- Lage- und Positionsgenauigkeit
- Inhaltsgenauigkeit (Attribut)
- Messfehler, Interpretationsfehler
- fehlerhafte Verarbeitung (Rechenschärfe des PC)
- fehlerhafte Annahmen (Berechnungen)

Kartographische Darstellung

eine gute Kartographie

- vermittelt Informationen in optimaler Weise
- beschränkt sich auf das Wesentliche
- beachtet Minimalkräfte
- verwendet Symbolik, die spontan richtige Assoziationen hervorruft
- ist in der Aussage eindeutig
- ist gut lesbar
- ist ästhetisch

Primärmodell | Sekundärmodell | Tertiärmodell

Expedient

Peripherient

Information

Infoquelle —> Koodierung → Karte → Dekodierung —>

Raumfassung/-abbildung

Geographische Informationssysteme

→ Raumbezug ist Voraussetzung

↳ Informationen → direkt (primäre Metrik)

indirekt (sekundäre Metrik) auf der Erdoberfläche verknüpft

↳ Rekursensysteme nötig

zur Abbildung

Gestalt der Erde

für mathematische Beschreibung zu komplexe

Annäherung über geometrisch einfachere Grundform = Berugsfläche

Erde hat Kartoffelform wegen der Schwereunterschiede \Rightarrow Geoid

Eigenschaften:

(physikalisch Berugsfläche)

1. Näherung: Kugel mit $r = 6371 \text{ km}$

2. Näherung: Rotationsellipsoid mit 27,4 km längeren Polarradius als Äquatorradius

3. Näherung: vertikale Abweichung vom Rotationsellipsoid max. 105 m
(Indischer Ozean)

Koordinatensysteme (georeference System)

Kartesisches

→ Achsen im rechten Winkel

→ Koordinatenangabe: Abstand

auf Achse zum Nullpunkt

Polares

→ Koordinatenangabe: Winkel zur Achse

→ Abstand zum Nullpunkt

1. geodätische Grundaufgabe: Polarkoordinaten in rechtwinklige

2. geodätische Grundaufgabe: Rechtwinklige Koordinaten in polare

Datum „spezifiziert die Beziehung zwischen einem Koordinatensystem und einem Objekt.“

- legt Berugsfläche, Ursprung, Maßstab und Orientierung der Achsen fest

14

- geodätisches Datum: für 2D/3D Koordinatensysteme zur Einabfassung
- lokales Datum: für lokale Vermessung (Grenzstein)
- Bilddatum: internes Koord. Sys für Rasterdaten

Koordinatensystem beschreibt mathematische Eigenschaften

Koordinatenreferenzsystem "physischen Teil des Raumvertrags"

- 3D auf Besselkugeloid und ~~WGS84~~ WGS84 bezogen
- 2D auf " und projizierte 2D Koordinaten
- 2D+3D nach Lage/ Höhe
- 1D Angabe eines vertikalen Koordinatenreferenzsystems

EPSG = European Petroleum Survey Group

OGP = International Association of Oil & Gas Producers

EPSG Geodetic Parameter Dataset (Sammlung v. Parametern, Richtlinien, ...)

↳ kann in GIS verwendet werden

Kartennetzentwürfe

Anforderungen:
• Längentreue
• Flächenstreue
• Winkelstreue
nur Globus erfüllt alle Anforderungen

Kartographische Überblicken

Kriterien:
① Art der Projektionsfläche
② Lage des Projektionszentrums
③ Lage der "

① Arten von Projektionsflächen

Zylinderprojektion

(Kugel in Zylinder)

Kegelprojektion

(Kugel in Kegel)
Parabolisch

Azimutalprojektion

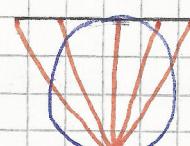


② Lage des Projektionszentrums

• Eckenrische
(Erde mittelpunkt)



• Stereographische
(Gegenpol)

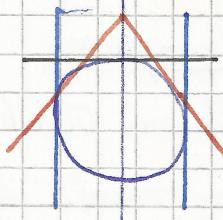


• Orthographische
(unendlich)

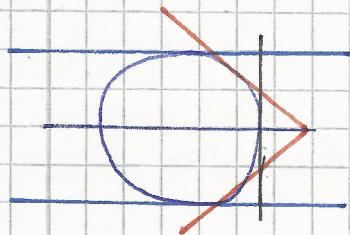


③ Lage der Projektionsflächen

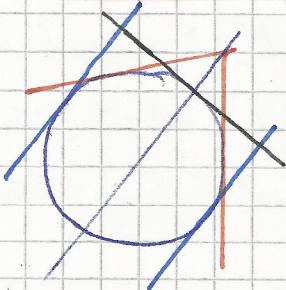
normale Lage (zulässig, eodachig)



transversale Lage (äquatorständig)



schrägische Lage (schieß)



Räumliche Analyse

Analys

Synthese

Prognose

Simulation

qualitative räuml. Analyse

Art und Beschaffenheit des Problems untersuchen

quantitative räuml. Analyse

Menge / Größe untersuchen

Attributbezogene
Umfrage

Topologische
Umfrage

Geometrische
Umfrage

Statistische
Umfrage

Umfragen funktionieren nur, wenn Raumbezug vorhanden ist

SQL

(Structured Query
Language)

Abbildung aus Geometrie \rightarrow 2D

\hookrightarrow Knoten, Maschen \rightarrow 3D

Punkt (x, y)

Blylieine (Basis,
 $x_1, y_1 / x_{n+1}, y_n$)

Polygon (Fläche, Umfang,
 x, y Schwerpunkt)

Stufen Interpolation (Thissen-Polygone)

\rightarrow nächster Nachbar

Vorteile

- ansetzbar lösbar
- vereinfachen
- Vektordarstellung
- Stochastisch (Extrapolation)

Nachteile

- unrealistische Form
- Wertübergänge unrealistisch

16 Räumliche Aggregation

Erfande:

- = Vereinigung kleinerer Objekte
- = Verringerung der räuml. Auflösung
- Problem: Modifiable Area Unit Problem (MAUP)
 - Skaleffekt (z.B. zunehmende Abgr. abnehmende Varianz)
 - Zoneneffekt (subjektive Wahl der Zuordnung von Objekten/Zonen)
 - Ecological Fallacy: Schlüsse auf Ebene von Individuen basierend auf flächigen Analysen

Desktop GIS

Aufbau eines GIS

Arbeits-/Kartendarfläche

- 2D
- 3D
- virtueller Globus

Organisation / Datenmanagement

- Datenverwaltung
- Geodatenbank

Ver.- und Bearbeitung / Analyse

- Geoprozesse
- Geo-Analyse
- Scherwertung

Graphische Eigenschaften

Graphische Variable

Größe Form Füllung Tonwert Richtung Farbe

Signatur

Aufgrund ihrer Größe nicht mehr darstellbar aber dennoch wichtig

- ① Bildhafte Signaturen (Selbstverständlichkeit)
- ② Symbol (Linke)
- ③ Geometrische Signaturen
- ④ Buchstaben (P Parkplatz) Unterstrichen (Hauptstadt)

Kaltton

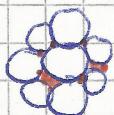
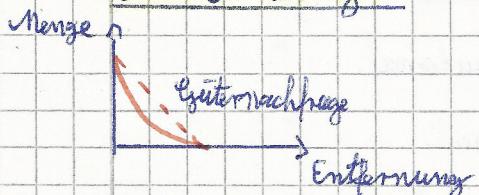
Flächen, die im Gegensatz zu Stufenfarben wechselnde Sonnewerte aufweisen (SW-Graftönd)

Hexagonale Darstellung

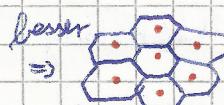
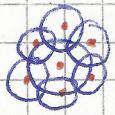
Quadratische Darstellung



Modellbildung



Lücken besser
⇒



Generalisierung = Kontraktion des Karteneinkantes

angewandte Prinzipien:

- aus Einzelfällen das Allgemeine gewinnen
- Vereinfachung komplizierter Linien
- Betonung bestimmter Objekte

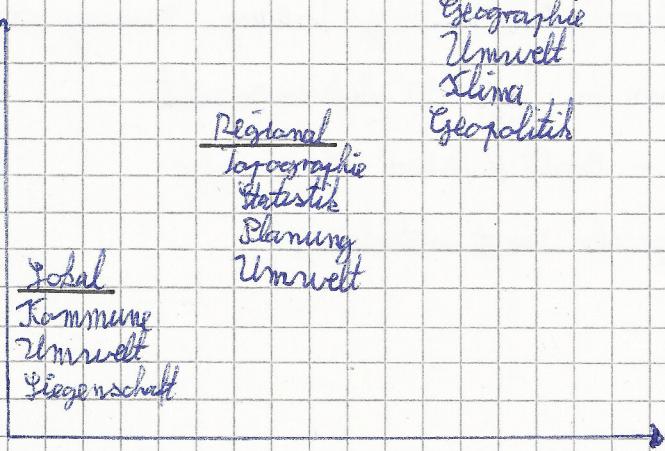
Karten mit kleinen Maßstäben sind nicht verkleinerte Karten größerer Kartemaßstäbe.

Erfassung von Geodaten

vorhandene Daten vs. eigene Daten generieren

Ansprüche an Geodaten

- | | |
|-------------------------------------------|---------------------|
| • Genauigkeit | • Aktualität |
| • Exaktheit / Sachgerechtigkeit der Daten | • Fehlereinfachheit |
| • Vollständigkeit | • Verfügbarkeit |



Originäre unmittelbare Erfassung

Erfassung am Objekt

Topographisch/geographisch

- Vermessung
- Photogrammetrie
- Fernerkundung

Sekundäre & mittelbare Erfassung

Erfassung ausgehend von Daten

Genauigkeit meist schlechter als bei Erfassung

18

Thomatische Datenerhebung

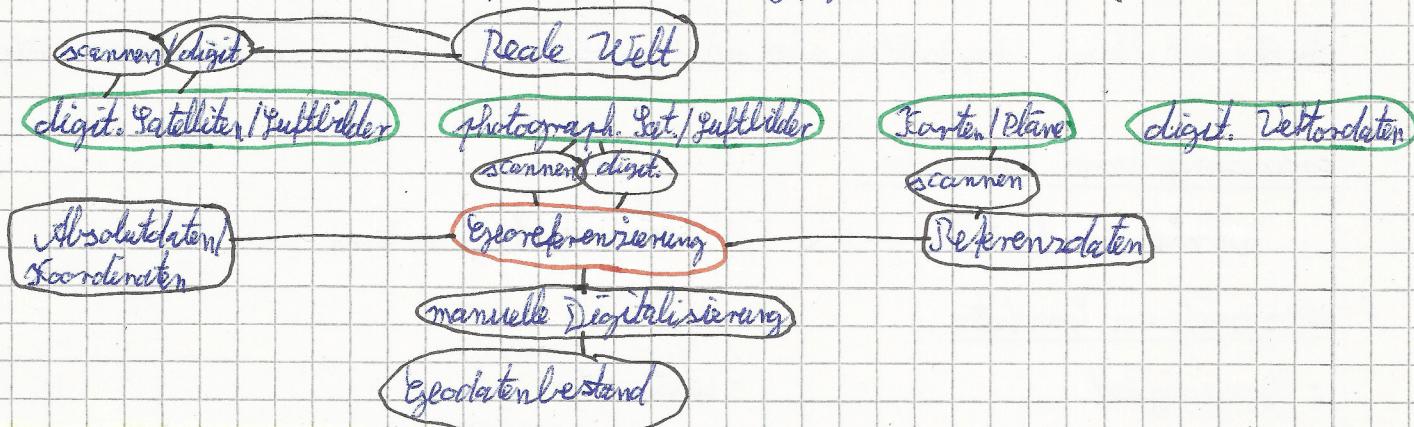
- Felderhebung (Befragung)
- Messungen
- Interviews

- manuelles Digitalisieren
- halbautomat.
- automat.
- Geocodieren
- Georeferenzieren
- Konvertierung

Georeferenzieren

- Überführung eines Bilddatensatzes in ein räuml. Bezugssystem

Rasterdaten werden Rauminformationen hinzugefügt



Transformationsmethode

Affine Transformation
 (Polynomiel 1. Ordnung)
 nur Translation (Verschiebung)
 Rotation, Skalierung gestattet
 min. 3 Referenzpunkte

Polynomiale Transformation (2. 3. Ordnung)
 unterschiedliche Dehnung, Drehung, Streckung, Stauchung
 min. 6 bzw. 10 Referenzpunkte
 mehr Punkte → höhere Genauigkeit
 Lage der Punkte entscheidend