



LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITY
MUNICH



DEPARTMENT
INSTITUTE FOR
INFORMATICS



DATABASE
SYSTEMS
GROUP

Kapitel 1: Einführung

Skript zur Vorlesung
Geo-Informationssysteme

Wintersemester 2013/14

Ludwig-Maximilians-Universität München

(c) Peer Kröger 2011, basierend auf dem Skript von Christian Böhm aus dem SoSe 2009



1. Was ist ein Geo-Informationssystem?
2. Was sind die Komponenten eines Geo-Informationssystems?
3. Anwendung 1: Verkehrs- und Standortplanung
4. Anwendung 2: Klimatologische Analysen

Definition (Kartographie)

Wissenschaft, Technik und Kunst von der Herstellung von Karten und kartenverwandten Darstellungen, ausgehend von unmittelbaren Beobachtungen und/oder der Auswertung von Quellen, mit den Arbeitsgängen des Kartenentwerfens, der Kartengestaltung, der Erstellung des Kartenoriginals und der Vervielfältigung (Internationale Kartographische Vereinigung 1973)

Entwicklung

- Ursprünge im Altertum; älteste bekannte Aufzeichnung auf einer Tontafel um 3600 v.Chr. in Mesopotamien
- Antikes Griechenland: Entwicklung der wissenschaftlichen Kartographie
- Römisches Reich: Anwendung für Militär, Verwaltung und Handel
- 15./16. Jahrhundert: Im Zeitalter der Entdeckungen entstehen Erd- und Seekarten und Globen (insbes. Italien, Spanien, Portugal); Entwicklung von Druckverfahren
- 20./21. Jahrhundert:
 - Luft- und Satellitenaufnahmen
 - Rechnereinsatz (Computerkartographie, Geo-Informationssysteme)

Vorteile des Rechnereinsatzes in der Kartographie

- Karten können schneller, billiger, ohne Spezialisten produziert werden
- Karten können nach den Benutzerwünschen produziert werden
- Es kann mit verschiedenen Darstellungsformen experimentiert werden
- Karten können einfach aktualisiert werden
- Karten können genauer, vielseitiger analysiert werden
- Raumbezogene Daten können beliebig miteinander in Beziehung gesetzt werden

Rahmenbedingungen

- Neue Anforderungen (Umweltschutz, zunehmende Vernetzung, komplexe Fragestellungen, ...)
 - Höhere Leistungsfähigkeit von Rechnern (Prozessoren, Monitore, Drucker)
- ⇒ Entwicklung von Geo-Informationssystemen

Definition (Informationssystem)

- Bestehen die von Elementen eines Systems durchgeführten Tätigkeiten in der Aufnahme, Verarbeitung und Weitergabe von Informationen, so nennen wir dieses System ein *Informationssystem*. (Lockemann/Mayr)
- *Rechnergestützte Informationssysteme* sind Software-Systeme zur Unterstützung von Informationssystemen beliebiger technischer und organisatorischer Einrichtungen. (Lockemann/Mayr modifiziert)
- Klassische Vertreter: Betriebs-, Bank-, Bibliotheks-, Flug-Informationssysteme

Vierkomponentenmodell (IMAP)

- Erfassung (*Input*)
- Verwaltung (Datenmodellierung und -speicherung) (*Management*)
- Verarbeitung / Analyse (*Analysis*)
- Darstellung (*Presentation*)

Säulenmodell

- Hardware, Software, Daten, Anwender

Definition (Geo-Informationssystem, GIS)

- Rechnergestütztes Informationssystem zur Erfassung, Speicherung, Verarbeitung und Darstellung von Daten, die einen Teil der Erdoberfläche und die darauf befindlichen technischen und administrativen Einrichtungen beschreiben.

Abgrenzung zu klassischen Informationssystemen

- Verwaltung von Daten mit einem räumlichen Bezug (Erdoberfläche)

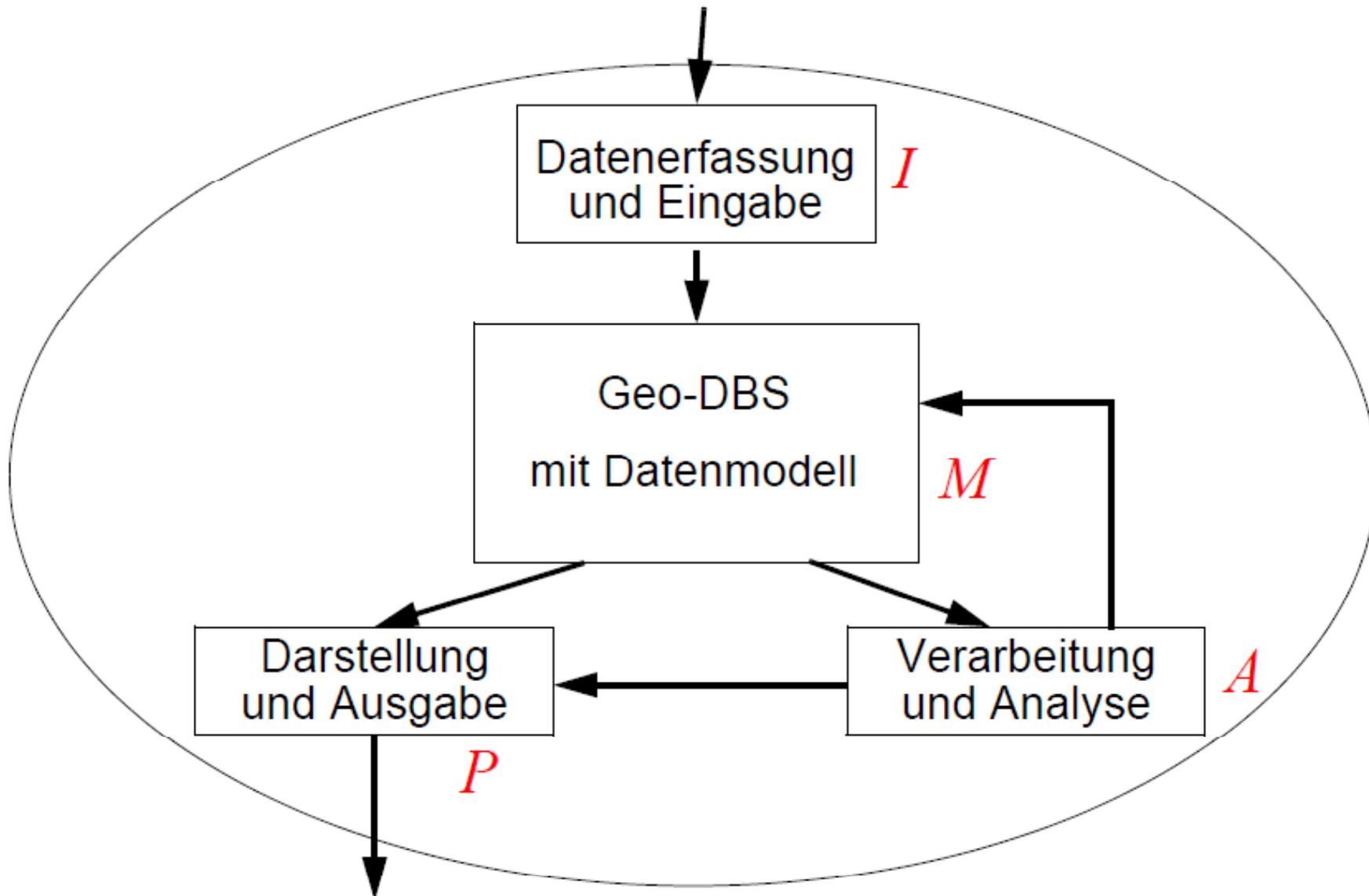
Abgrenzung zur Computerkartographie

- Nicht nur Darstellung von vorhandenen Daten (Karten), sondern auch Ableitung neuer Daten und neuen Wissens durch (komplexe) Verarbeitungs- / Analyse-Operationen

Anwendungen von GIS

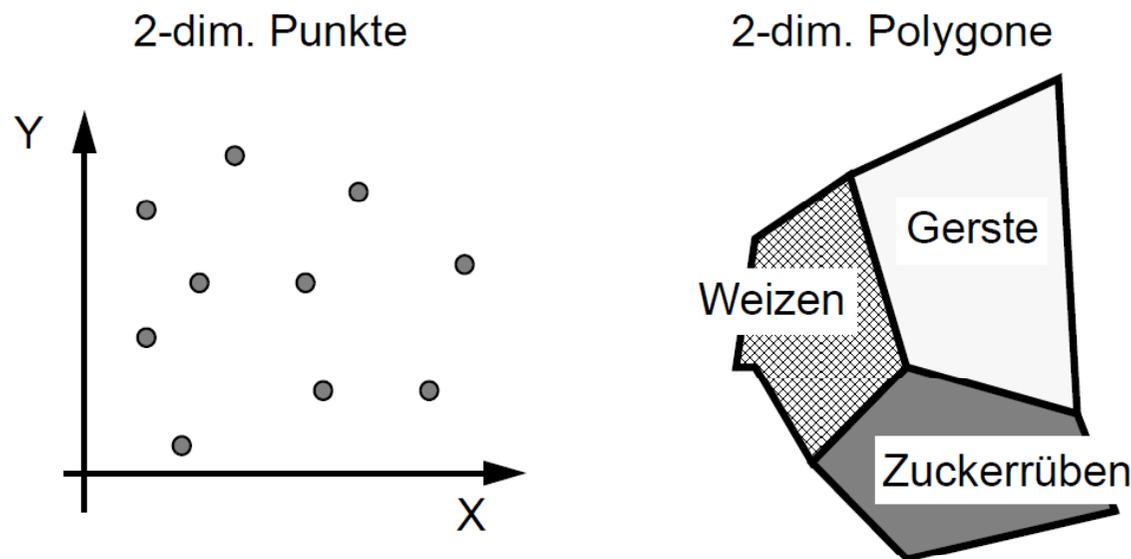
- Vermessungswesen (amtliche topographische Karten)
- Katasterwesen (automatisierte Grundbücher)
- Amtliche Statistik
- Raumplanung
- Netzplanung (Netzinformationssysteme)
- Verkehr (Verkehrsleit- und -navigationssysteme)
- Nautik
- Umweltschutz (Umweltinformationssysteme)
- Klimaforschung (Analyse und Simulation)
- Hochwasserprognose
- Geologie (Ausbeutung von Bodenschätzen)
- ...

1.2 Komponenten eines GIS



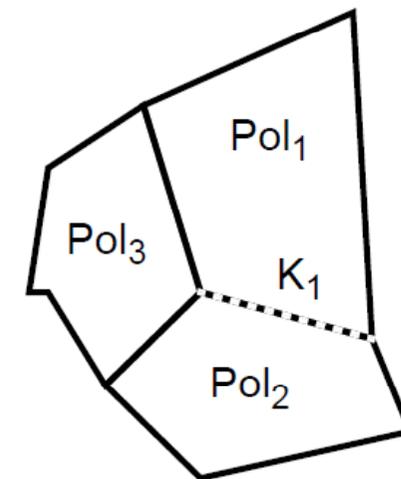
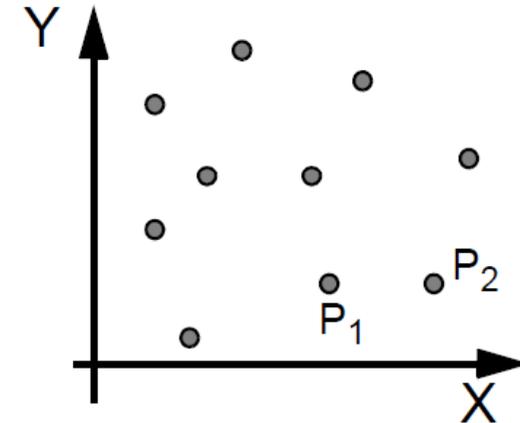
Geo-Objekte

- Geometrische Datenobjekte (*Geo-Objekte*) besitzen einen räumlichen Bezugspunkt in einem Koordinatensystem.
- Geo-Objekte sind mindestens zweidimensional.
- Geo-Objekte haben im allgemeinen weitere räumliche und nicht-räumliche Attribute (Höhenangabe, Namen, etc.).



Attributsklassen

- *Geometrische Attribute*
 - Koordinaten des Punktes P1
 - Umfang eines Polygons Pol1
 - Flächeninhalt des Polygons Pol1
- *Topologische Attribute*
 - (Zusammensetzung eines Objektes: Art, Anzahl und Beziehungen der Beschreibungselemente)
 - Polygon Pol1 ist Nachbar von Polygon Pol2
 - Polygon Pol1 und Pol2 haben Kante K1 gemeinsam
- *Thematische Attribute*
 - Auf Polygon Pol1 wird Gerste angebaut
 - Am Punkt P2 befindet sich das Postamt München 81241



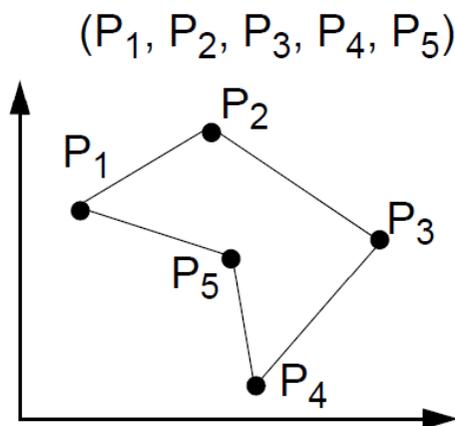
Vektormodell

- Geo-Objekte werden durch ihren Rand beschrieben
- Der Rand wird durch eine Menge von Punkten definiert

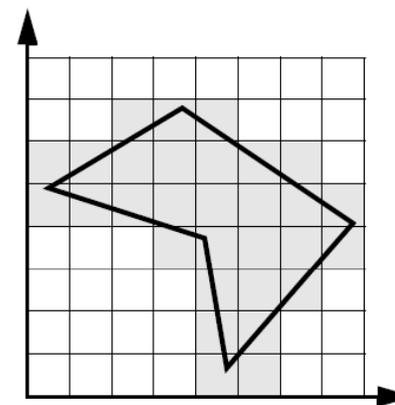
Rastermodell

- Geo-Objekte werden durch ihr Inneres beschrieben
- Das Innere wird als Menge von Pixeln eines Gitters definiert

Vektormodell:



Rastermodell:



Aufgabe

- Beschreibung, dauerhafte Speicherung und Wiedergewinnung von Datenmengen

Bestandteile

- *Datenbank*: Sammlung aller gespeicherten Daten einschließlich ihrer Beschreibung
- *Datenbank-Managementsystem (DBMS)*: Software, die die Datenbank verwaltet, fortschreibt und alle Zugriffe auf die Datenbank regelt

Relationale DBS

- Beschreibung aller Objekte und aller Beziehungen zwischen Objekten durch Tabellen

Polygone:

ID	Name	Einwohner
23	Oberbayern	3.800.000
47	Unterfranken	1.300.000
49	Oberpfalz	1.050.000

Punkte:

ID	x	y
2309
3456
4602

Polygon-Punkt:

Pol	Punkt	Folge
23	2309	1
23	4602	2
23	3456	3

Arten

- Primäre Erfassungsmethoden (Vermessung / Photogrammetrie (Luft- und Satellitenbilder))
- Sekundäre Erfassungsmethoden
 - Manuelle Digitalisierung (Digitalisiertisch)
 - Automatische Digitalisierung (Scanner)
 - Alphanumerische Eingabe
- Tertiäre Erfassungsmethoden (Übernahme/Konvertierung von digitalisierten Daten aus anderen GIS)

Aufgaben

- Entdeckung von Fehlern, von Inkonsistenzen zu bereits vorhandenen Daten
- Dokumentation der Datenqualität (Alter, (Un)Genauigkeit, Klassifikationen, Data-Provenance, ...)
- Überführung in das zugrundeliegende Datenmodell (*Transformation*)

Anmerkung:

Die Datenerfassung verursacht meist den Großteil aller Kosten eines GIS

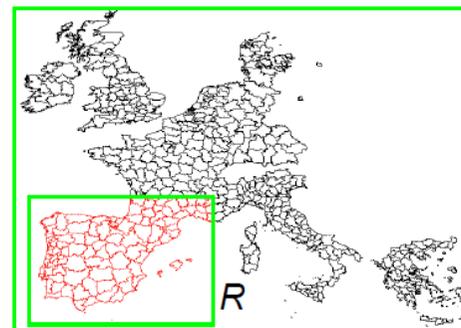
Anfragen

- Thematische Anfragen (“Suche alle Krankenhäuser”)
- Geometrische Anfragen

Punkt-Anfrage



Fenster-Anfrage



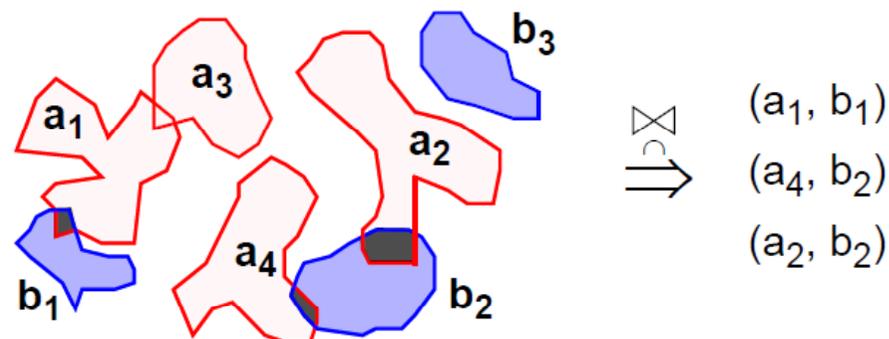
- Thematisch-geometrische Anfragen
 (“Suche alle Krankenhäuser in einem Umkreis von 50 km”)
 ⇒ Unterstützung durch DBS (“Wiedergewinnung von Datenmengen”)
 ⇒ Unterstützung geometrischer Grundoperationen
 (Punkt-in-Polygon-Test, Rechteck-Polygon-Schnitt-Test, ...)

Kombinationen

- *Map Overlay*: Verschneidung von 2 oder mehr Karten (Kombination von Geometrie und Thematik)



- \Rightarrow Unterstützung durch DBS: *Spatial Join*



Verkehrskarte

- Autobahnen, Bundesstrassen und Eisenbahnen (Vektordaten)
- Wald (Rasterdaten)



Karte der Abstandszonen

- Abstände von den Bahnhöfen
- Abstandszonen: 0-2, 2-4, 4-6, 6-8 und >8 km
- Karte enthält Bahnhöfe (Vektordaten) und Abstandszonen (Rasterdaten)



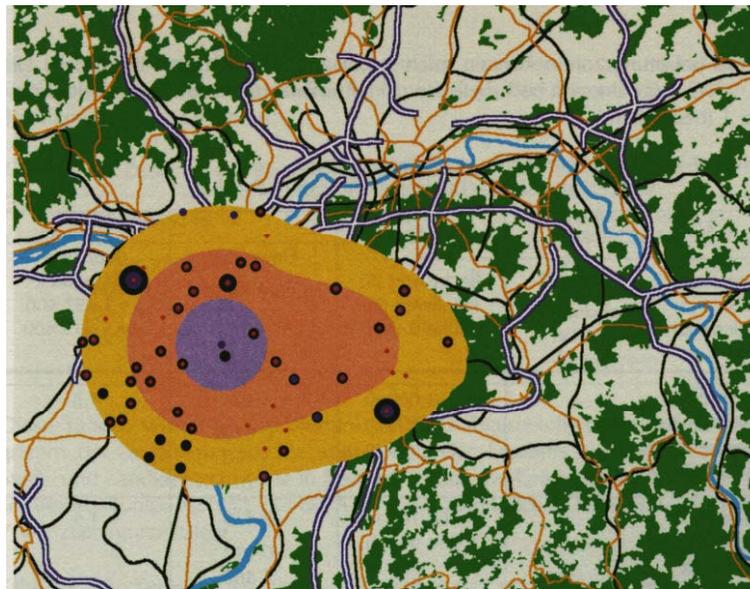
Einwohnerverteilung in den Abstandszonen

- Einbezug der Einwohnerzahl der Gemeinden (nicht-räumliches Attribut)
- Berechnung der Anzahl Einwohner in jeder Abstandszone

Abstandszone	Einwohner	Einwohner (%)
0-2	3.152.773	87,54
2-4	267.243	7,42
4-6	134.534	3,73
6-8	33.198	0,92
>8	13.733	0,39
Summe	3.601.481	100,00

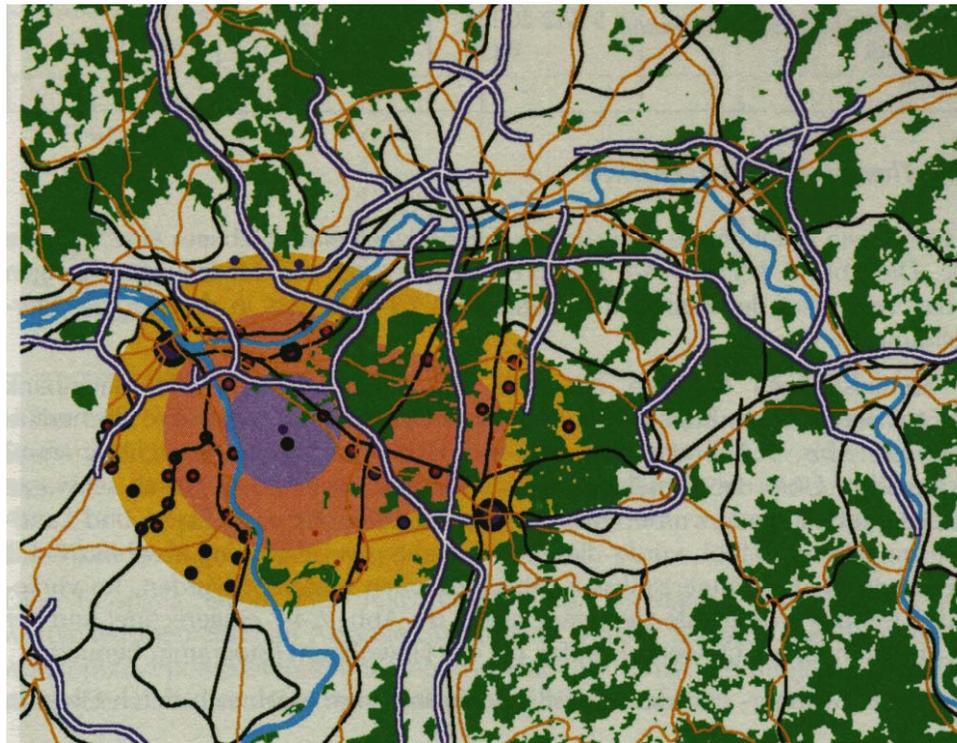
Belastungszonen um einen geplanten Standort

- manuelle Definition der Belastungszonen am Bildschirm
- oder automatische Bestimmung der Belastungszonen, z.B. mit Hilfe eines Modells der vorherrschenden Windrichtung und –geschwindigkeit
- Darstellung der betroffenen Gemeinden mit Autobahnanschlüssen und Bahnhöfen



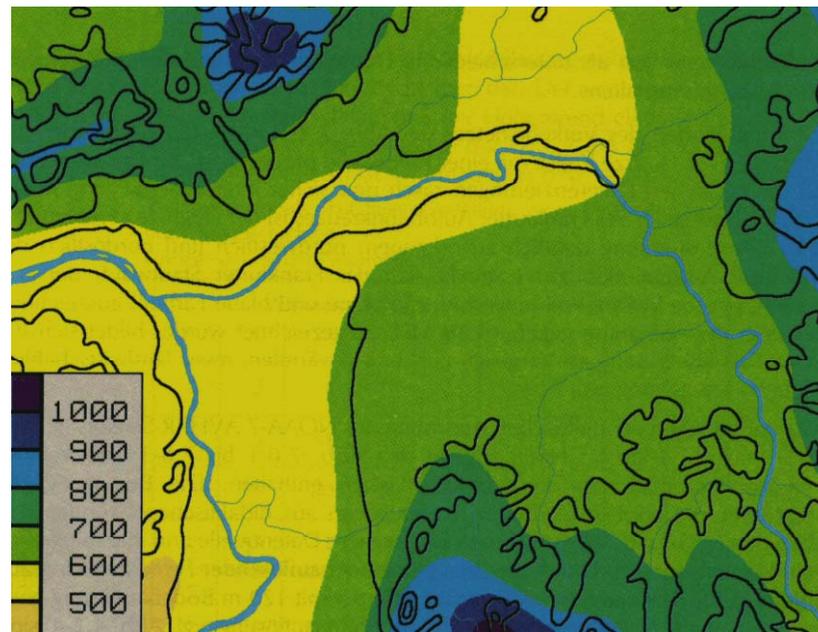
Waldgebiete in den Belastungszonen

- Karte der Belastungszonen
- Überlagerung mit Karte der Waldgebiete



Niederschlagskarte

- jährliche Niederschläge in mm
- mit Einblendung von Flüssen und Höhenlinien



Korrelation von Niederschlag und Höhe

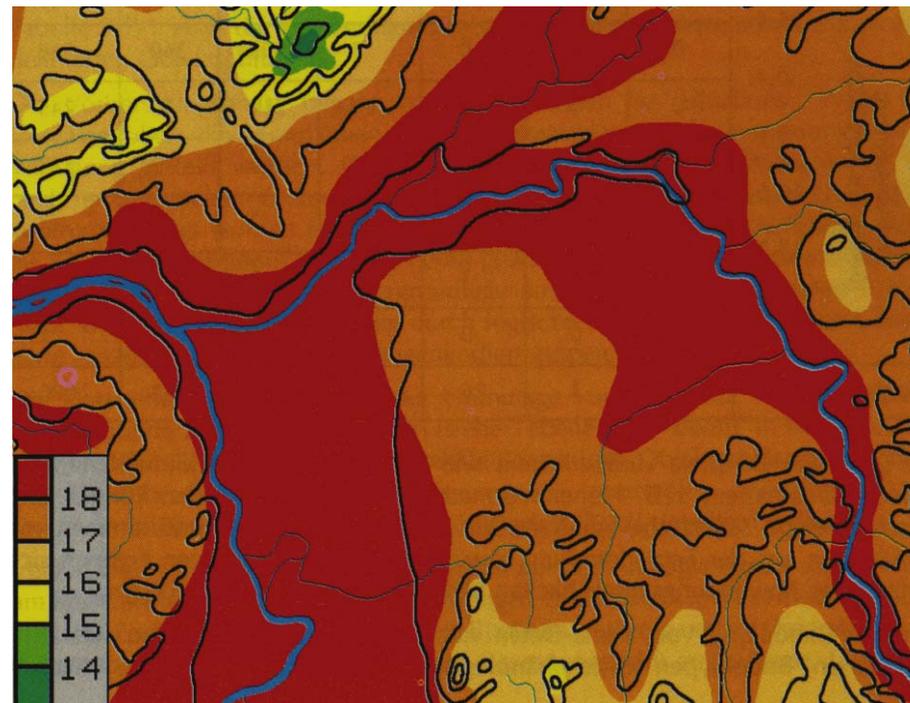
- zweidimensionale Häufigkeitsverteilung (Einheit 0.1% der Gesamtfläche)
- Korrelationskoeffizient 0.63 (Korrelation nicht sehr linear)
- Regressionsgleichung: Niederschlag = 78 + 3.04 Höhe

Höhe (m über NN)	Jährliche Niederschläge (mm)						
	<500	500-600	600-700	700-800	800-900	900-1000	>1000
<100	0	149	25	1	0	0	0
100-200	7	157	314	45	3	0	0
200-400	0	30	74	115	27	5	1
400-500	0	0	3	22	7	2	0
500-700	0	0	0	4	4	3	0
>700	0	0	0	0	0	2	0

- Korrelationskoeffizient 0.63 (Korrelation nicht sehr linear)
- Regressionsgleichung: Niederschlag = 78 + 3.04 Höhe

Karte der Juli-Temperaturen

- mittlere Juli-Temperaturen in °C
- mit Einblendung von Flüssen und Höhenlinien



Korrelation von Juli-Temperatur und Höhe

- zweidimensionale Häufigkeitsverteilung (Einheit 0.1% der Gesamtfläche)

Höhe (m über NN)	Jährliche Niederschläge (mm)						
	<500	500-600	600-700	700-800	800-900	900-1000	>1000
<100	0	149	25	1	0	0	0
100-200	7	157	314	45	3	0	0
200-400	0	30	74	115	27	5	1
400-500	0	0	3	22	7	2	0
500-700	0	0	0	4	4	3	0
>700	0	0	0	0	0	2	0

- Korrelationskoeffizient -0.81 (ziemlich signifikant)
- Regressionsgleichung: $\text{Temperatur} = 18.7 - 0.0063 \text{ Höhe}$