

# 1. EINFÜHRUNG

- 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**

# 1.1 Kartographie

## Definition

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)

# 1.1 Rechnereinsatz

## Vorteile

- ❑ 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

# 1.1 Informationssysteme

## Definition

- ❑ 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

# 1.1 Geo-Informationssysteme (GIS)

## Definition

- 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)

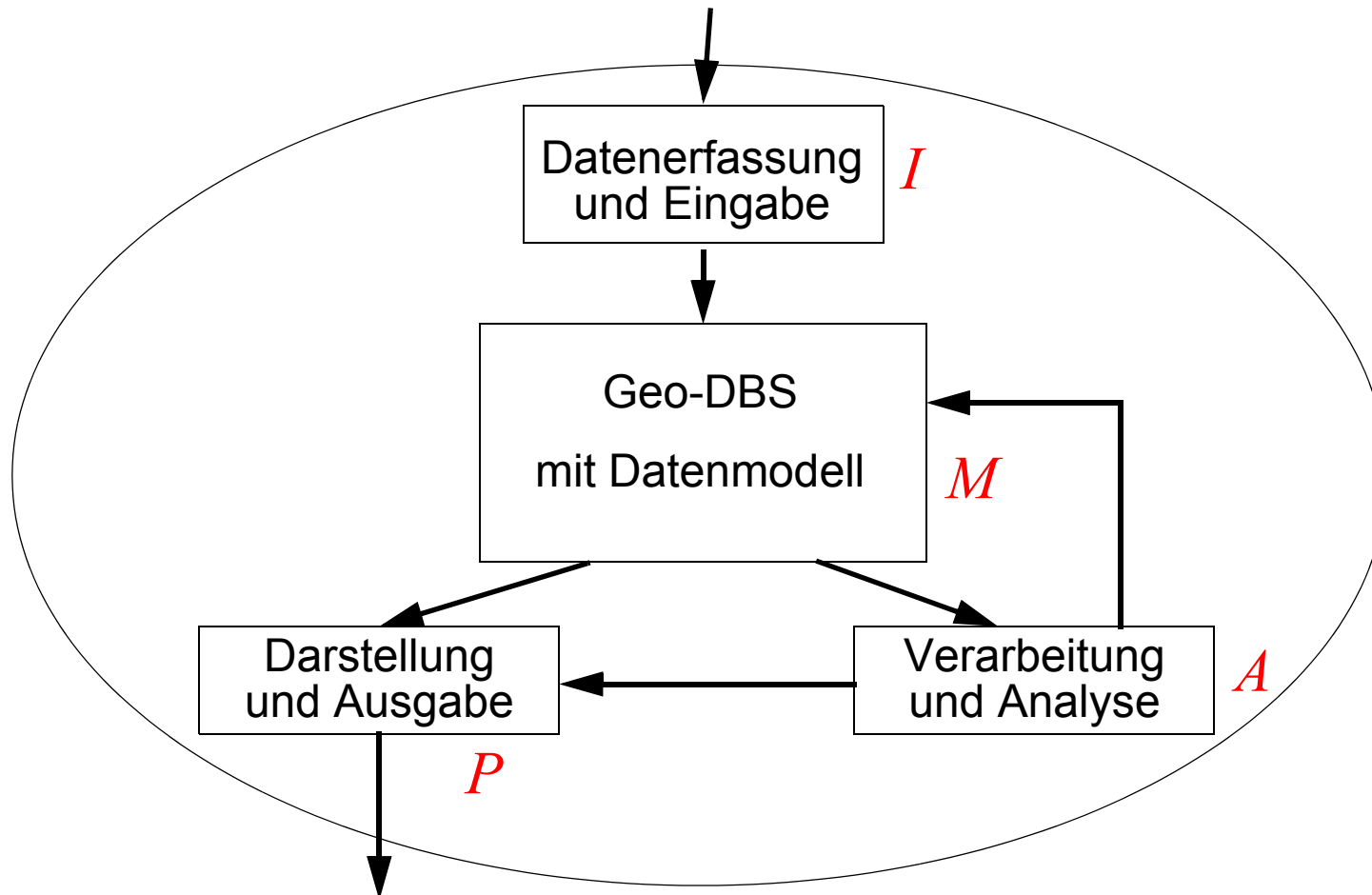
## Abgrenzung zur Computerkartographie

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

# 1.1 Anwendungen

- ❑ 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)
- ❑ ...

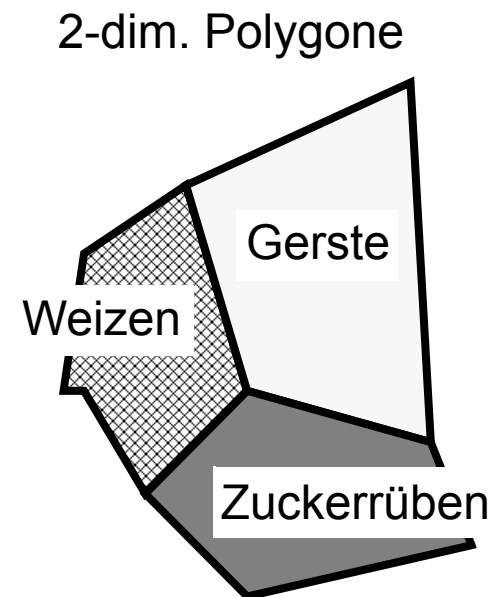
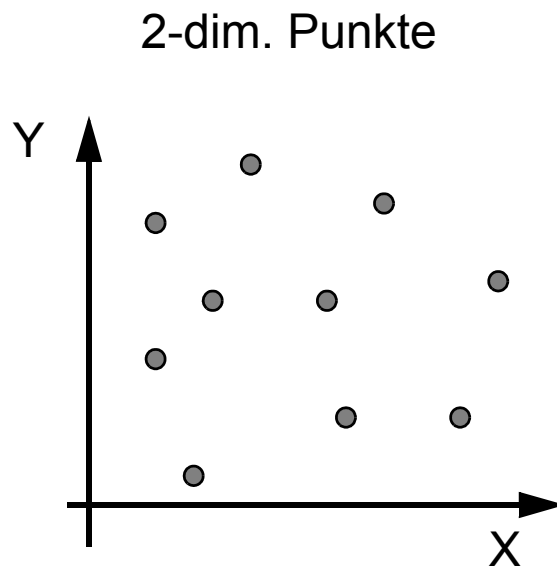
# 1.2 Komponenten eines GIS



# 1.2 Modellierung (I)

## 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.).





# 1.2 Modellierung (II)

## Attributsklassen

### □ *Geometrische Attribute*

- Koordinaten des Punktes  $P_1$
- Umfang eines Polygons  $Pol_1$
- Flächeninhalt des Polygons  $Pol_1$

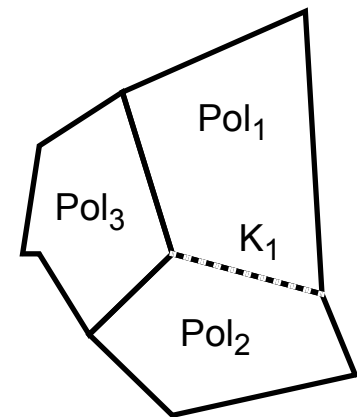
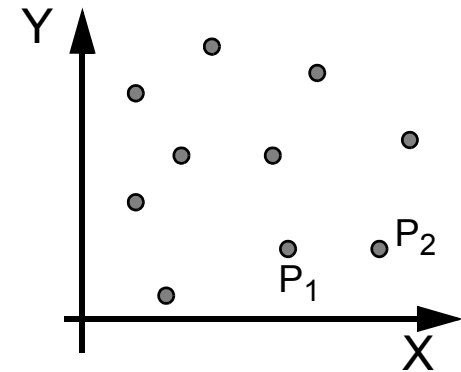
### □ *Topologische Attribute*

(Zusammensetzung eines Objektes: Art, Anzahl und Beziehungen der Beschreibungselemente)

- Polygon  $Pol_1$  ist Nachbar von Polygon  $Pol_2$
- Polygon  $Pol_1$  und  $Pol_2$  haben Kante  $K_1$  gemeinsam

### □ *Thematische Attribute*

- Auf Polygon  $Pol_1$  wird Gerste angebaut
- Am Punkt  $P_2$  befindet sich das Postamt München 81241



# 1.2 Modellierung (III)

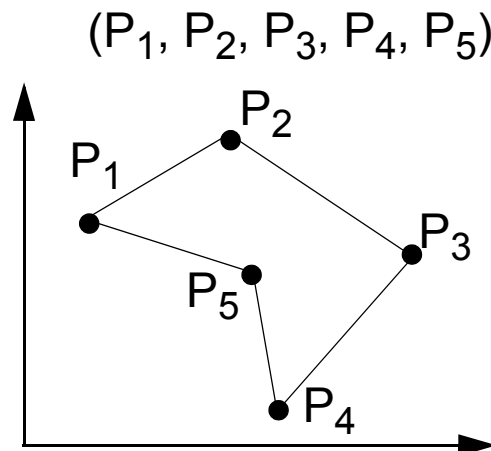
## Vektormodell

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

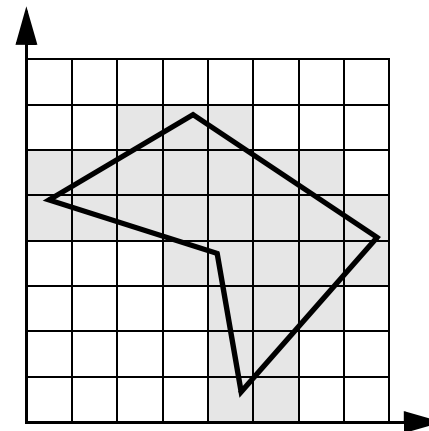
## Rastermodell

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

### Vektormodell:



### Rastermodell:



# 1.2 Datenbanksysteme (DBS)

## 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 (ungeordnete) 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

# 1.2 Datenerfassung

## 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, ...)
- Überführung in das zugrundeliegende Datenmodell (*Transformation*)

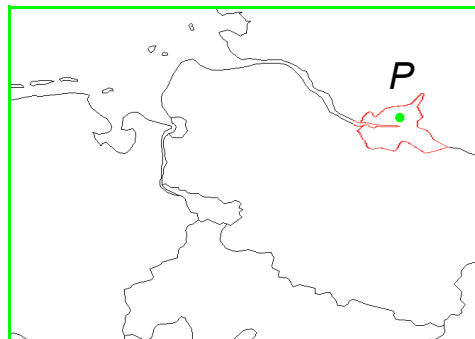
*Anmerkung:* Die Datenerfassung verursacht meist den Großteil aller Kosten eines GIS

# 1.2 Verarbeitung und Analyse (I)

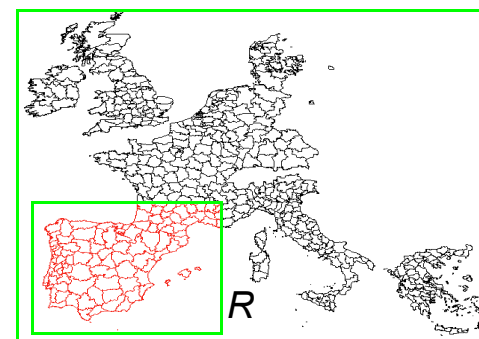
## Anfragen

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

*Punkt-Anfrage*



*Fenster-Anfrage*



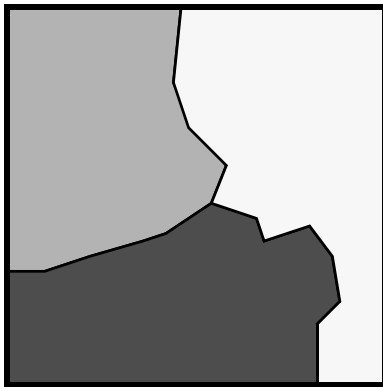
- Thematisch-geometrische Anfragen  
 (“Suche alle Krankenhäuser in einem Umkreis von 50 km”)
- ⇒ Unterstützung durch DBS (“Wiedergewinnung von Datenmengen”)
- ⇒ Unterstützung geometrischer Grundoperationen  
 (Punkt-in-Polygon-Test, Rechteck-Polygon-Schnitt-Test, ...)

# 1.2 Verarbeitung und Analyse (II)

## Kombinationen

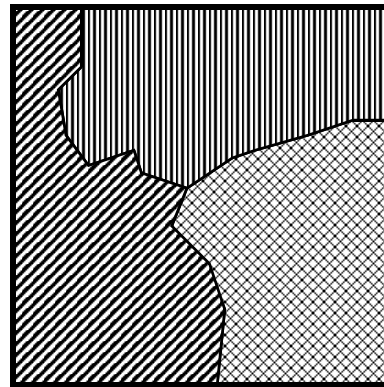
- *Map Overlay*: Verschneidung von 2 oder mehr Karten (Kombination von Geometrie und Thematik)

Bodenbelastung



+

Krankheitszahlen

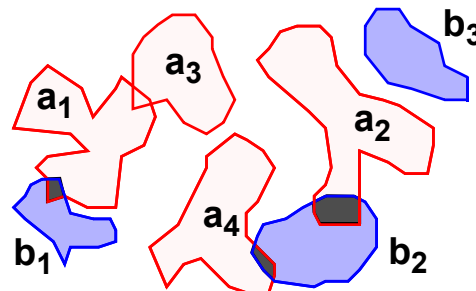


=

Kombination



⇒ Unterstützung durch DBS: *Spatial Join*



$\Sigma_c \updownarrow$

(a<sub>1</sub>, b<sub>1</sub>)

(a<sub>4</sub>, b<sub>2</sub>)

(a<sub>2</sub>, b<sub>2</sub>)

# 1.3 Anwendung 1: Verkehrsplanung

## Verkehrskarte

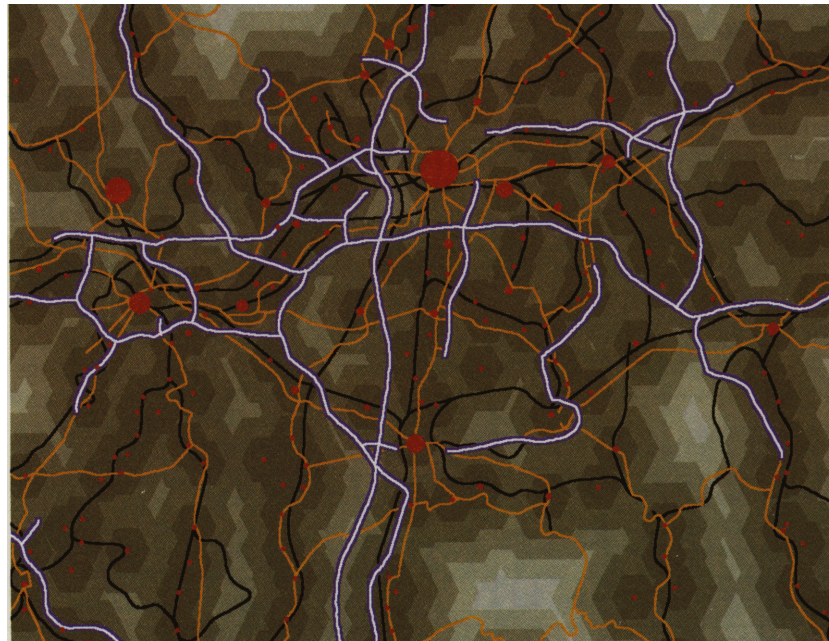
- Autobahnen, Bundesstrassen und Eisenbahnen (Vektordaten)
- Wald (Rasterdaten)



# 1.3 Verkehrsplanung

## 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)





# 1.3 Verkehrsplanung

## Einwohnerverteilung in den Abstandszonen

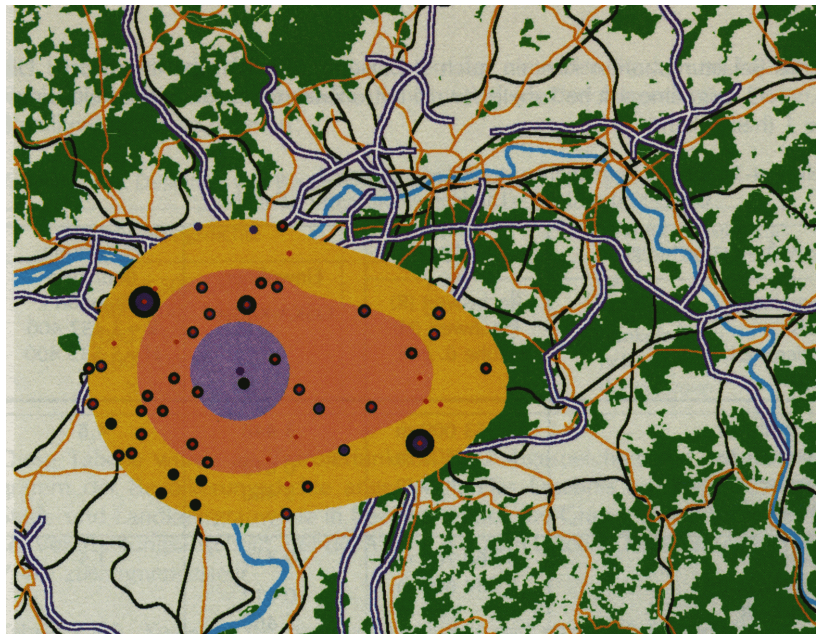
- Einbezug der Einwohnerzahl der Gemeinden (nicht-räumliches Attribut)
- Berechnung der Anzahl Einwohner in jeder Abstandszone

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

# 1.3 Standortplanung

## Belastungszonen um einen geplanten Standort

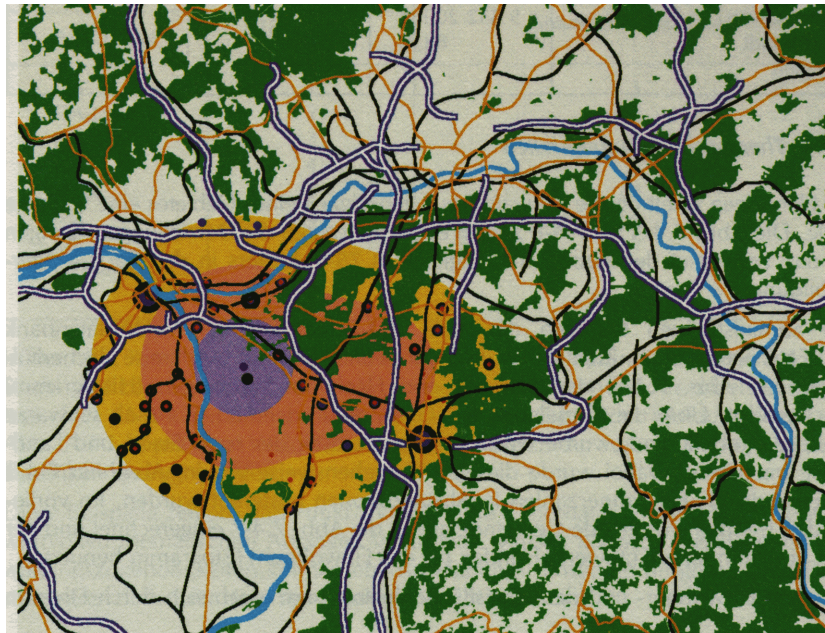
- ❑ manuelle Definition der Belastungszonen am Bildschirm
- ❑ oder automatische Bestimmung der Belastungszonen, z.B. mit Hilfe eines Modells der vorherrschenden Windrichtung und -geschwindigkeit
- ❑ Darstellung der betroffenen Gemeinden mit Autobahnanschlüssen und Bahnhöfen



# 1.3 Standortplanung

## Waldgebiete in den Belastungszonen

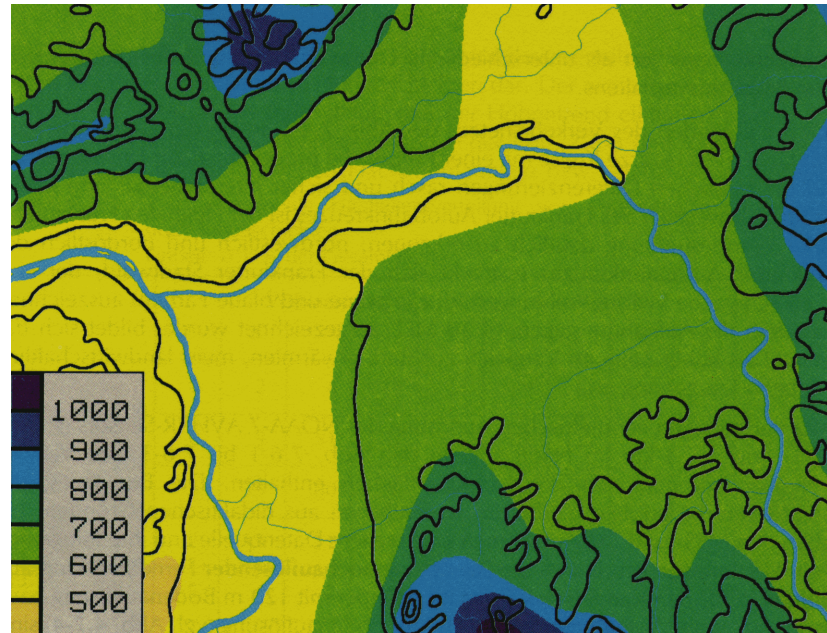
- Karte der Belastungszonen
- Überlagerung mit Karte der Waldgebiete



# 1.4 Anwendung 2: Klimatologische Analysen

## Niederschlagskarte

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



# 1.4 Klimatologische Analysen

## Korrelation von Niederschlag und Höhe

- zweidimensionale Häufigkeitsverteilung (Einheit 0.1% der Gesamtfläche)

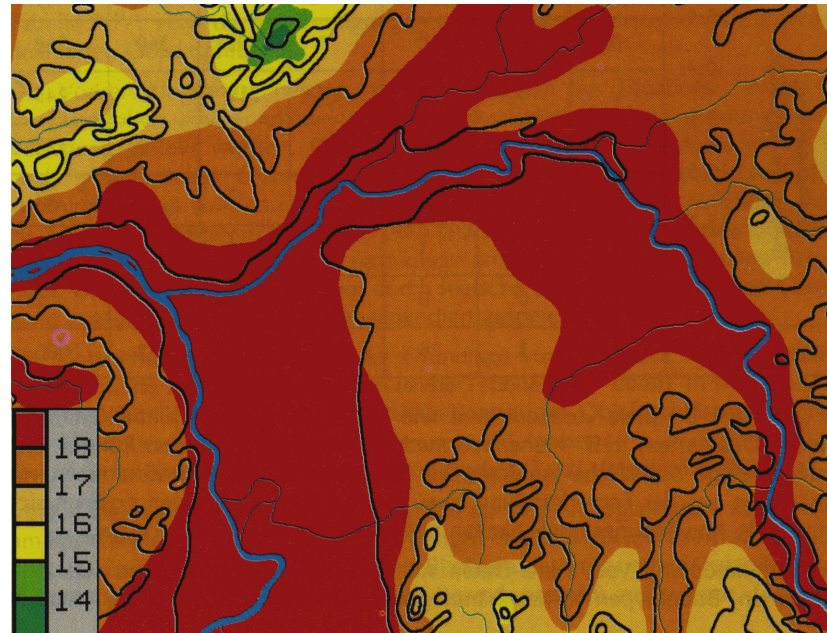
Höhe (m über NN)	Jährliche Niederschläge (mm)						
	<500	500-600	600-700	700-800	800-900	900-1000	>1000
<100	0	149	25	1	0	0	0
100-200	7	157	314	45	3	0	0
200-400	0	30	74	115	27	5	1
400-500	0	0	3	22	7	2	0
500-700	0	0	0	4	4	3	0
>700	0	0	0	0	0	2	0

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

# 1.4 Klimatologische Analysen

## Karte der Juli-Temperaturen

- mittlere Juli-Temperaturen in  $^{\circ}\text{C}$
- mit Einblendung von Flüssen und Höhenlinien



# 1.4 Klimatologische Analysen

## Korrelation von Juli-Temperatur und Höhe

- zweidimensionale Häufigkeitsverteilung (Einheit 0.1% der Gesamtfläche)

Höhe (m über NN)	Mittlere Juli-Temperaturen (°C)					
	<14	14-15	15-16	16-17	17-18	>18
<100	0	0	0	0	4	171
100-200	0	0	0	0	311	215
200-400	0	0	2	90	154	6
400-500	0	0	16	17	1	0
500-700	0	3	8	0	0	0
>700	2	0	0	0	0	0

- Korrelationskoeffizient -0.81 (ziemlich signifikant)
- Regressionsgleichung: Temperatur = 18.7 - 0.0063 Höhe