

---

# **Einführung in GIS und Kartographie**

Sebastian Jaschke

18. Februar 2005

Vorlesungsmitschriften von Einführung in GIS und Kartographie

Ich übernehme keine Garantie auf Vollständigkeit und oder Richtigkeit!

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>3</b>
1.1	Definitionen . . . . .	3
1.2	Karte als Kommunikationsmedium . . . . .	4
1.3	Funktionen der Karte . . . . .	6
1.4	Forderungen an Karte . . . . .	6
1.5	Bestandteile einer Karte: . . . . .	7
1.5.1	formale Gliederung . . . . .	7
1.5.2	innere Gliederung . . . . .	8
1.6	Maßstab . . . . .	9
1.6.1	Maßstabswahl Karteninhalt . . . . .	10
1.7	Erscheinungsformen von Karten . . . . .	10
1.8	Karteneinteilung . . . . .	11
1.9	Kartenhersteller . . . . .	12
<b>2</b>	<b>Koordinaten, Abbildungen</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>Modellierung</b>	<b>15</b>
3.1	Einleitung - Objekte . . . . .	15
3.2	geometrische Modellierung . . . . .	15
3.3	Thematische Aspekte, Semantik . . . . .	17
3.4	Zeitlicher Bezug . . . . .	19
<b>4</b>	<b>Datenabstraktion und graphische Gestaltung</b>	<b>20</b>
4.1	Datenabstraktion - Generalisierung . . . . .	20
4.2	Graphische Darstellung . . . . .	22

# 1 Einführung

## 1.1 Definitionen

Vermessung → Erfassung raumbezogener Informationen  
Frage der Nutzung , Kommunikation?

### **Karte:**

- Visualisierung räumlicher Daten
- Kommunikation räumlicher Sachverhalte
- Wird von Menschen typischerweise unmittelbar verstanden
- Speichermedium(robust/dauerhaft)
- Grundlage von Messungen, Analysen und Berechnungen

### **Kartographie:**

- Konzeption und Entwurf von Karten
- Produktion von Karten
- Gebrauch von Karten

### **Aufgaben:**

- Thematische Zusammenhänge darstellen
- räumliche Eigenschaften und Zusammenhänge darstellen
  - der gegenwärtigen Realität ! Aktualität!!
  - der Vergangenheit
  - der Zukunft (Planungen, Simulationen, ...)
- Mittel: grafische Gestaltungsmittel, Zeichensystem
- Ziel: Nutzer erkennt und versteht unmittelbar!
  - kann die Karte als Ersatz für Realität nehmen

### **Karte:**

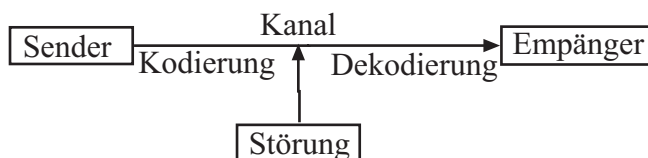
- ist symbolisches Abbild der Realität
- stellt ausgewählte Objekte/Zusammenhänge dar!
- ist Ergebnis kreativer Anstrengungen eines Kartenautors ≡ Subjektiv!

## 1.2 Karte als Kommunikationsmedium

**Informationsübertragung:** Wer sagt was zu wem mit welcher Wirkung?

- wer: Sender
- sagt: Kommunikationsmittel (Sprache, Bilder, Zeichen)
- was: Information, Inhalt
- zu wem: Empfänger
- Wirkung: Zweck der Information

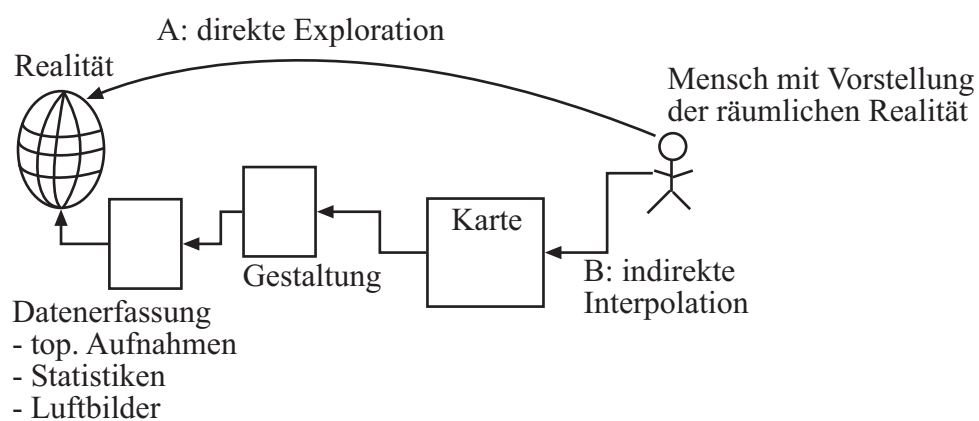
**Kommunikationsprozess**



Information wird in kodierter Form mittels Zeichen übertragen Zeichen:

- Laute
- Schriftzeichen, optische Zeichen
- Berührung
- Geruch

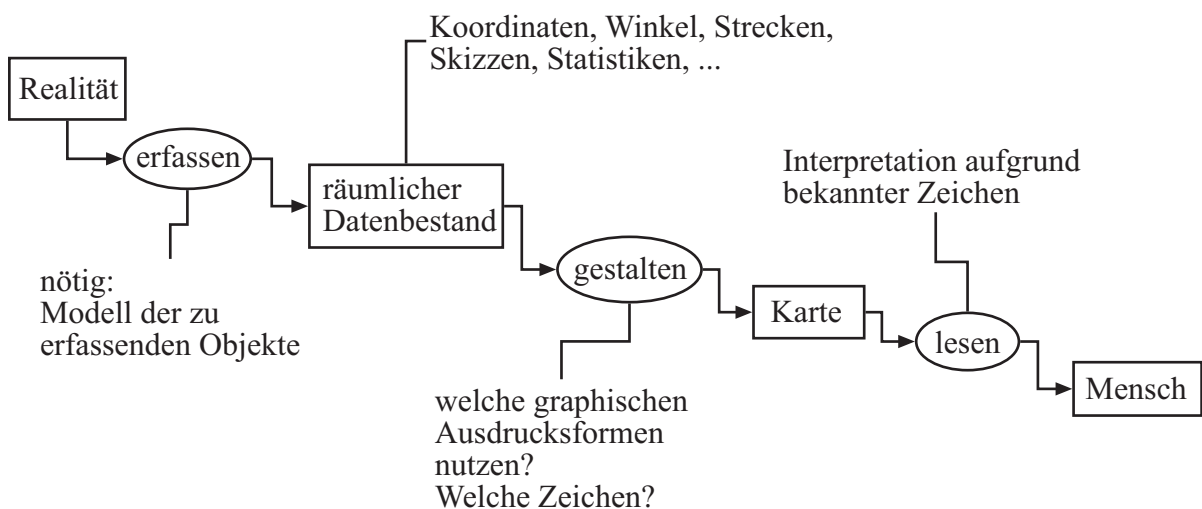
**Zeichentheorie: Semiotik Kommunikation räumlicher Gegebenheiten**



**Warum B?**

- Zugänglichkeit:
  - „weit weg“ → Mond, New York
  - „zu klein“ → Blutgefäße
  - „Verboten“ → Höhlen
  - Unzugänglich → Meeresboden
- Kosten / Aufwand / Zeit → große Gebiete erfassen
- Informationen, die visuell nicht unmittelbar wahrgenommen werden können; die erst durch Berechnungen ermittelt werden
- Informationen bezogen auf verschiedene Zeitpunkte (nicht nur aktueller Zustand!)
- nur teil der Realität ist (für Aufgabe) relevant
  - Reduktion der Informationen

### Ablauf der kartographischen Kommunikation



### 1.3 Funktionen der Karte

- Visualisierungsmedium Darstellen der räumlichen Realität
- Basis für Analyseaufgaben
  - Orientierung,
  - Navigation,
  - Planung,
  - Kataster,
  - Umweltschutz,
  - ...
- Speichermedium räumliche Information dauerhaft verfügbar halten
- Karte ist Speichermedium, Analysetool, Visualisierungskomponente in einem!

### 1.4 Forderungen an Karte

richtig, vollständig, zweckentsprechend, klar und verständlich, lesbar, schön

- Schönheit → Harmonie, geschmackvolle Auswahl von Farbe und Schrift
- Lesbarkeit:
  - nicht überladen
  - Größe der Kartenelemente
  - Minimalabstände
  - Kontrast
  - graphische Gestaltung
- Klarheit: Wahl der Zeichen
- Vollständigkeit
  - entsprechend dem vorgegebenen Modell, dem, was der Kartengestalter in der Karte erwartet
  - Flächendeckend, Homogen
- Richtigkeit
  - geometrische Richtigkeit
    - \* Qualität der Datengrundlagen

- \* Qualität (Genauigkeit) der Kartierung
- thematische Richtigkeit
  - \* zutreffende graphische Wiedergabe
  - \* muss genau genug erfasst sein
- Aktualität

## 1.5 Bestandteile einer Karte:

### 1.5.1 formale Gliederung

- Kartenfeld
  - Fläche, in der Karteninhalt dargestellt ist
  - Rahmenkarten (üblich)
    - \* rechteckig, quadratisch bzw. trapezförmig
    - \* begrenzt durch Gitternetzlinien
  - Inselkarten
    - \* Ausschnitt eines topographischen, thematischen Bereichs
- Kartenrahmen
- Kartenrand



### 1.5.2 innere Gliederung

- Karteninhalt
  - Grundriss, Höhendarstellungen, Schrift, thematische Angaben
- Kartennetz
  - Linien des Koordinatensystems
  - eindeutige räumliche Beziehung
- Kartenrand
  - Legende, Zeichenerklärung
  - Maßstab
  - Kartenrahmen: Koordinatenwerte





## 1.6 Maßstab

- lineares Verkürzungsverhältnis gegenüber der Natur
- Maßstab =  $M = \frac{s'}{s}$  d.h. Verhältnis von Strecke in einer Karte ( $s'$ ) zur Strecke in der Natur ( $s$ )
- typisch: Maßstabszahl, Maßstabsfaktor  $m$ , mit
  - $M = 1 : m$
- großer Maßstab:  $m$  ist klein ( $M$  ist groß): 1:2000
- kleiner Maßstab:  $m$  ist groß ( $M$  ist klein): 1:1.000.000
- Strecken:  $s = m \cdot s'$
- Umrechnung:  $s = 20m$ 
  - Deutsche Grundkarte 1:5.000 (DGK 5):  $s' = \frac{20m}{5000} = 4mm$
  - TK 25 (1:25.000):  $s' = \frac{20m}{25.000} = 0,8mm$
  - Kartiergenauigkeit: 0,2mm entspricht:
    - \* DGK5: 1m; TK25: 5m
- Maßstab gibt nicht nur geometrische Relationen vor, sondern bestimmt auch Karteninhalt
  - z.B. in topographischer Karte 1:50.000 sind keine Einzelgebäude dargestellt
- Maßstab hängt ab vom Zweck der Karte
  - $m < 10.000 \rightarrow$  großmaßstäbige Karte
  - $10.000 < m < 300.000 \rightarrow$  mittelmaßstäbige Karte
  - $m > 300.000 \rightarrow$  kleinmaßstäbige Karte
- Maßstab hängt ab vom Kartennetzentwurf
  - $m! =$  konstant;
  - längentreue Abbildung der gekrümmten Erdoberfläche ist nicht möglich

### 1.6.1 Maßstabswahl Karteninhalt

- kleiner Maßstab
  - große geschlossene Flächen
  - linienhaft reduzierte Objekte
  - einfache, einheitliche Struktur
- mittlerer Maßstab
  - kleinflächige Aufgliederung,
  - dichteres Liniengewebe, einfacher Linienverlauf
  - größere Liniendichte
- großer Maßstab
  - kleinflächige Aufgliederung
  - komplizierte Grenzverläufe
  - dichtes Liniengewebe
  - große Dichte und komplizierte Struktur

### 1.7 Erscheinungsformen von Karten

- Atlas:
  - systematische Sammlung von Karten ausgewählter Maßstäbe für
    - \* bestimmtes Gebiet (Welt-, Nationalatlas)
    - \* bestimmte Thematik (Klimaatlas, Bodenkundlicher Atlas)
    - \* bestimmte topographische Erscheinungen (topogr. Atlas, Luftbildatlas)
- Wandkarten:
  - Schulkarten; großes Format, grobe graphische Gestaltung
- Plan:
  - Darstellung einer Planung
- Kartogramm
  - Objekte werden anhand einer Thematik flächenmäßig verzerrt dargestellt
- mental map (z.B. The New Yorker)

- Luftbildkarten
  - auf vorgegebenen Maßstab entzerrte Luftbilder mit kartographischen Ergänzungen
- taktile Karte
  - für Blinde
- digitale Karten
  - DKM aus DLM abgeleitetes kartographisches Modell

### **Kartenverwandte Darstellungen**

- ebene Darstellungen (2D)
  - Luft- und Satellitenbilder
  - Vogelperspektiven
  - Panoramen
  - Blockbilder
  - Profile
- räumliche Darstellungen (3D)
  - Reliefmodelle
  - Globen
  - 3D-Visualisierungen

## **1.8 Karteneinteilung**

- Karteninhalt
  - topographisch: Ortschaften, Verkehrsnetze, Gewässer, Bewuchs, Geländeform
  - thematisch: Thema wird schwerpunktmäßig vorgestellt (z.B. Klima, Bodenschätze, ...)
- Entstehungsart
  - Grundkarten: graphische Wiedergabe der durch topographische Aufnahme erhaltenen Originaldaten
  - Folgekarten: durch Generalisierung aus Grundkarten abgeleitet

## 1.9 Kartenhersteller

- Amtlicher Hersteller
  - Landesvermessungsämter
    - \* DGK5, TK25 100
    - \* ATKIS Basis DLM
  - Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), Frankfurt
    - \* Maßstäbe: 1:200.000 ... 1:1Mio
  - Vermessungsämter
    - \* Kataster, Flurkarten
    - \* ALK Automatisierte Liegenschaftskarte
- Private Hersteller Verlage, Institute, Firmen:
  - Westermann, Mairs Geogr. Verlag
  - Kompass: Wanderkarten
  - Falk, Städteverlag: Stadtpläne
  - TeleInfo: Digitale Daten Internet, CD

## GIS und Kartographie

- Übergang zur elektronischen Datenverarbeitung bietet
  - Flexibilität
  - Wiederverwendung der Daten
  - keine Beschränkungen auf Blattränder bzw. Kartengröße
  - Kombination verschiedener Datenquellen
  - verschiedene Versionen, Simulationen berechnen
  - Analysen: operateursgestützt, semi-automatisch, automatisch
- Kartographie: Geo-Daten graphisch, visuell transportieren
- GIS: Geo-Daten (applikationsneutral) in Informationssystem speichern und bedarfsgerecht visualisieren

## Definitionen Geo-Informationssysteme

- ein Geo-Informationssystem dient der Erfassung, Speicherung, Analyse und Darstellung aller Daten, die einen Teil der Erdoberfläche und die darauf befindlichen technischen und administrativen Einrichtungen, sowie geowissenschaftliche, ökonomische und ökologische Gegebenheiten beschreiben (N. Bartelme, 1995)

- eine umfassende Sammlung von Werkzeugen für die Erfassung, Speicherung, Bereitstellung im Bedarfsfall, Transformation und Darstellung raumbezogener Daten der realen Welt im Rahmen spezieller Anwendungen (P. Burrough, 1986)
- ein System zur Unterstützung der Entscheidungsfindung, das raumbezogene Daten in einer Problemlösungskomponente integriert (D.J. Cowen, 1988)

### Geo-Informationssysteme (GIS)

- Geo-Informationssysteme sind computergestützte Systeme zur
  - **E** Erfassung und Fortführung
  - **V** Speicherung und Abfrage (Verwaltung)
  - **A** Analyse und Simulation
  - **P** sowie Ausgabe und Präsentation raumbezogener Daten (Bill und Fritsch, 1991)
- d.h. GIS erfüllen im Wesentlichen die Funktionen von Karten
- **ABER:** Trennung von Visualisierung und Speicherung räumlicher Daten
- damit:
  - flexible Präsentationen (nicht alle Information, die vorhanden ist, darstellen; beliebig ein- bzw. ausblenden)
  - flexible Analyse

## 2 Koordinaten, Abbildungen

siehe Folien

[http://www.ikg.uni-hannover.de/lehre/katalog/Einf\\_Karto/einfuehrung\\_v.html](http://www.ikg.uni-hannover.de/lehre/katalog/Einf_Karto/einfuehrung_v.html)

## 3 Modellierung

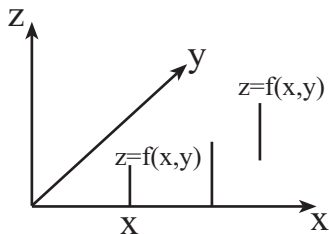
### 3.1 Einleitung - Objekte

siehe Folien

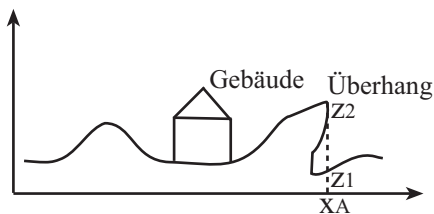
[http://www.ikg.uni-hannover.de/lehre/katalog/Einf\\_Karto/einfuehrung\\_v.html](http://www.ikg.uni-hannover.de/lehre/katalog/Einf_Karto/einfuehrung_v.html)

### 3.2 geometrische Modellierung

- Unterscheidung nach der Dimension der räumlichen Phänomene
  - 0-dimensional → Punkt
  - 1-dimensional → Linie
  - 2-dimensional → Fläche
  - 3-dimensional → Volumen
- 2,5-D-Darstellung → Oberflächen



- Geländeoberflächen
- Höhe  $z$  ist Funktion von  $x$  und  $y$ :  $z = f(x,y)$

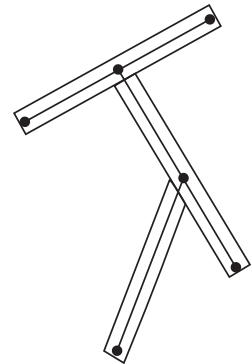
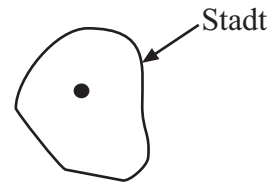


Kann nicht als 2,5-D-Oberfläche modelliert werden, da kein eindeutiger  $z$ -Wert zu gegebenem Wert  $x_A$  existiert

- Künstliche Objekte in Landschaft (Gebäude, Brücken) → nicht als 2,5-D-Objekte modellierbar

## Geometrische Grundprimitive

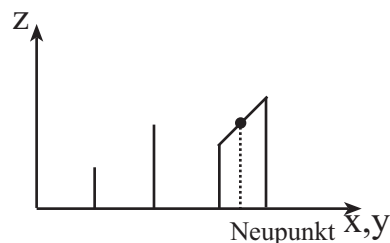
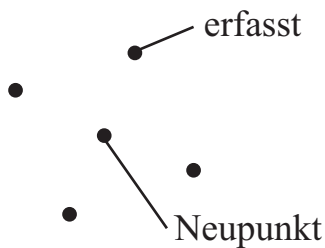
- Punkt (2D, 3D- Koordinate)
  - Bohrloch
  - höherdimensionierte Objekte als Punktapproximation
- Linie (2D, 3D)
  - Liste von Punkten, mathematische Funktionen
  - linienhafte Objekte bzw. abstrahierte flächenhafte Objekte (z.B. Straße (flächenhaft) → Straße(linienhaft))



- Flächen (2D/3D)
  - geschlossenen Linien

## Erfassung

- bei diskreten Objekten Randpunkte
- bei kontinuierlichen Phänomenen
  - Stichprobenartige Erfassung
    - \* zufällige Auswahl
    - \* systematische Auswahl, z.B. regelmäßiges Raster (1 Punkt alle 10m)
    - \* angepasst an das Phänomen (z.B. exponierte Punkte)
  - Interpolation!



- Verschiedene Methoden z.B. lineare Interpolation
  - \* grafische Auswertung



### 3.3 Thematische Aspekte, Semantik

- Eigenschaften der Objekte, Merkmale, Attribute z.B. Hörsaal:
  - n Plätze
  - Klimaanlage
  - Schwamm
  - Beamer, Overheadprojektor
- Erfassen der Merkmale
  - vor-Ort-Erfassung → Attribut - Wert → Zuweisung
  - berechnen (z.B. Größe)

Merkmale die Qualität beschreiben (Was) Merkmale die Quantität beschreiben (Wieviel)

- beschreiben durch Skalen

#### Skalen

→ in vier Stufen einteilen  
quantitativ:

- Ratio- / Verhältnisskala
- Intervallskala

qualitativ:

- Ordinal- / Rangskala
- Nominalskala

Nominal: unterschiedliche Kategorien, Klassen Ordinal: Reihung möglich Intervall:  
Ratio:

- jede Stufe umfasst auch die nächst darunterliegende. Ratio ist auch immer durch alle 3 anderen Skalen beschreibbar
- Abbildungen:
  - innerhalb einer Stufe verlustfrei möglich z.B. Celsius → Fahrenheit
  - auf niedrigere Stufe → mit Informationsverlust
  - auf höhere Stufe → nur mit zusätzlichen Annahmen möglich

## Attribute

- Skalenniveau bestimmt, welche Operationen/Analysen mit diesem möglich sind!
- Festlegung des Attributtypes ist wichtig für Prüfung des Eingabedatums;  
weiter Wichtig: Wertebereich  
z.B. Körpergröße → Werte zwischen 0.25 ... 2,60m  
Flächeninhalt → Ratio-Wert  $> 0$
- Ableitung weiter Größen/Attribute
  - Temp → Nominalwert (warm/kalt)
  - Neue Werte, z.B. Minimum/Maximum
  - Kombination verschiedener Attribute z.B.:
    - \* Gebäude (Wohnhaus, Shuppen, Fabrikgebäude, ...)
    - \* Flächengröße  
→ Kombination: große Wohnhäuser
- Skalenniveau → kartographische Gestaltung

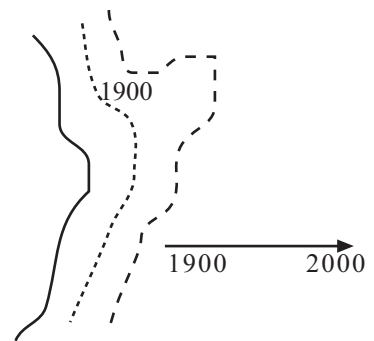
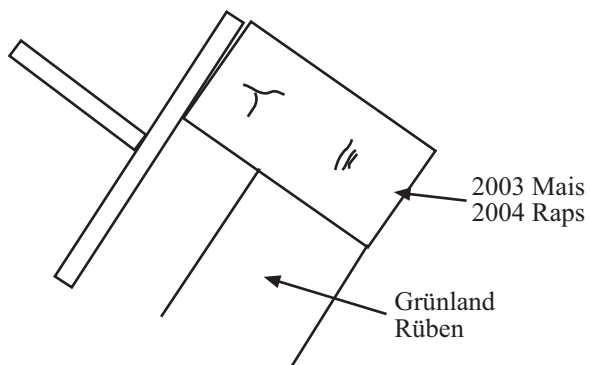
Objektmodellierung: → Geometrie → Thematik → Zeit

### 3.4 Zeitlicher Bezug

- typische in Kartographie:
  - statische/beharrend: Momentaufnahme;  
Annahme über (gewisse) zeitliche Gültigkeit
  - dynamisch/sich ändernd  
Objekt ändert sich bzgl. Geometrie bzw. inhaltlich

Beispiele:

- Ortswechsel: Völkerwanderung; Vogelflug; Kriegszüge
- Küstenlinie verändert sich
- Abriss von Gebäuden
- Ausdehnung von Siedlungen; Schrumpfen von Städten
- Änderung von Nutzung: z.B. Landnutzung, Fruchtfolge



## 4 Datenabstraktion und graphische Gestaltung

### 4.1 Datenabstraktion - Generalisierung

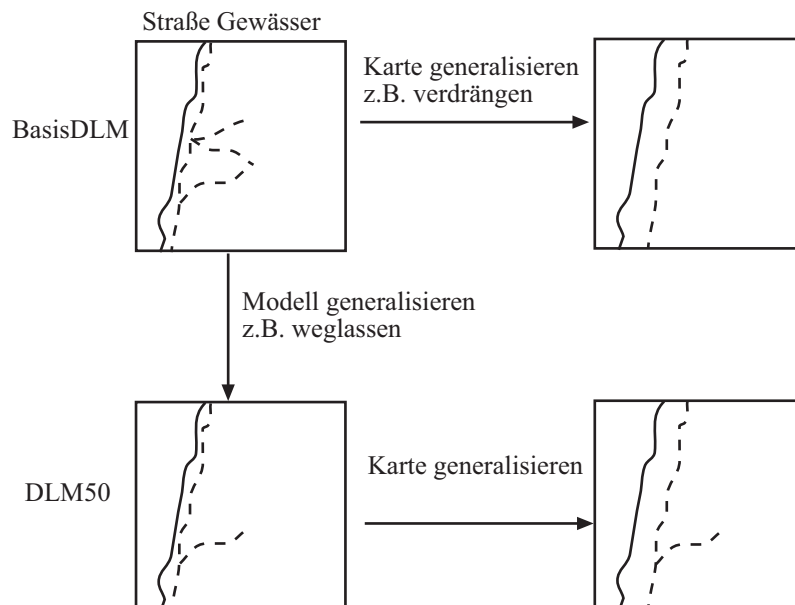
- Erfassungsgeneralisierung
  - Abbildung der Realität in ein vereinfachtes Modell;  
Vereinfachung wird bestimmt durch den Zweck / die Aufgabe
  - Modell enthält wesentliche Charakteristiken der zu erfassenden Objekte
  - Modell bestimmt, welche Objekte betrachtet werden
  - Vergleiche: ATKIS - Objektartenkatalog
  - Welt wird durch Modellbrille betrachtet und erfasst
- Kartographische Generalisierung
  - Visualisierung bei beschränktem Platz (keine überladene Karte)
  - Beschränkungen bzgl. Minimalgrößen und Minimalabständen  
→ Lesbarkeit
  - bestimmte Informationen erst sichtbar machen → betonen

Ziel: schnelle, effiziente Kommunikation, einfache Beantwortung von Fragen

- Modellgeneralisierung  
= Erfassungsgeneralisierung aus existierendem Modell für ein neues Modell

Beispiel:

Ableitung eines Modells für den Maßstab 1:50000 aus existierendem Modell: BasisDLM( 1:25000)



Ziel der Abstraktion /Generalisierung: Reduktion der Informationsmenge

## Abstraktionsprozess

- Auswählen (Weglassen)
- Klassifizieren / Gruppen bilden
- Vereinfachen / zusammenfassen
- Betonen / Hervorheben
- Verdrängen

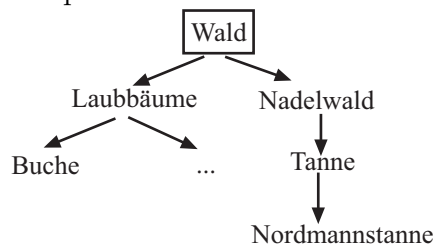
beziehen sich fast alle Erfassungs-, Kartographische-, und Modellgeneralisierung

## 1. Auswählen: wo? wann? was?

- Schränkt die Realität ein bezogen auf Raum, Zeit und Thematik
- Auswahl bzw. Weglassen von Objekten?
  - durch explizite Vorgabe (alle Gebäude größer als  $10^2$ )
  - implizit - durch Eigenschaft des Meßprozesses
    - z.B. LandsatTM - Satellitenbild: Auflösung 30m
    - kleinere Objekte sind nicht sichtbar!

## 2. Klassifikation

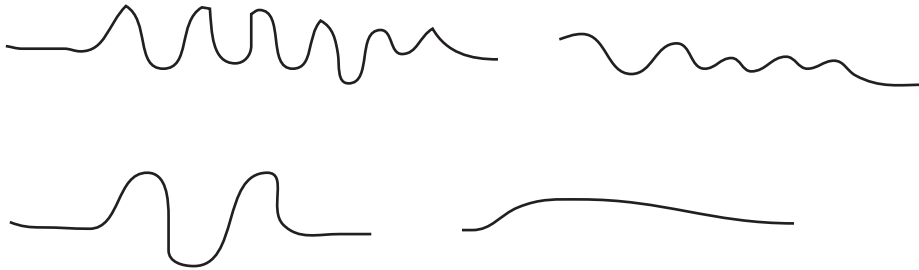
- Kategorien bilden - müssen allgemein bekannt und verständlich sein
- es geht Information verloren
- wie viele / welche Klassen
- Beispiel:



- Klassifikation
  - Klassenintervalle
    - \* hängt von Merkmalen ab
    - \* gleichverteilt - d.h. gleich große Klassenintervalle **Bild1**
    - \* gleiche Anzahl von Objekten in einem Intervall
    - \* Grenzen an natürlichen Bruchpunkten in der Verteilung → lokale Minima

Glättung

- hängt von Art des Objektes ab



Auswahl und Vereinfachung ↔ muss ursprüngliche Art und Verteilung der Objekte berücksichtigen

Geometrietypwechseln, z.B. flächenhafter Stadttyp → Punkt Bild3

## 4.2 Graphische Darstellung

Reichhaltigkeit der Realität durch Symbole/Zeichen darstellen

Geometrische Objektklassen:

Punkt, Linie, Fläche, Oberfläche, Volumen

Objekttyp:

diskret, kontinuierlich

Attribute/Skalen:

Nominal, Ordinal, Intervall, Ratio

---

GIS- bzw. Kartenobjekte:

Punkt, Linie, Fläche, Oberflächen/Höhenlinien, Volumen

graphische Variable (Bertin):

Größe, Form, Farbe (Helligkeit, Farbton, Sättigung), Orientierung/Richtung, Textur/Muster

**Skalen:**

quantitativ → Größe

geordnet → Helligkeit, Größe, Textur/Muster (unterschiedliche Dichte der Muster)

qualitativ(z.B Landnutzungen) → Farbe, Form, Textur/Muster