

Grundlagen: Geographische Informationssysteme

Sozialökologisches Waldmanagement

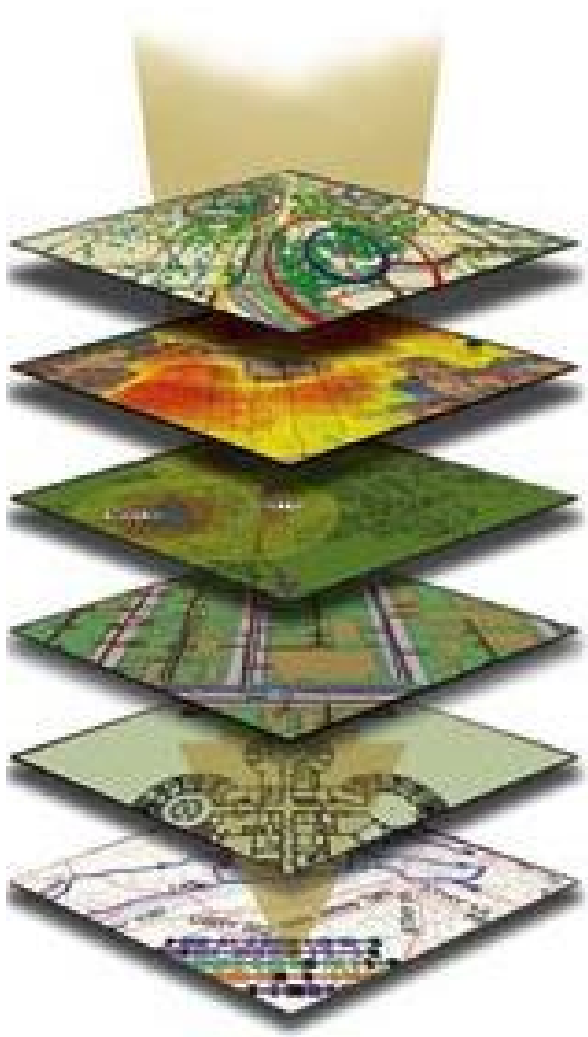
Modul: Informationstechnologie im Wald I

Dr. Torsten Welle



Naturwald
Akademie

Einführung in Geographische Informationssysteme (GIS)



- **Was ist ein GIS?**
- **Typische GIS Funktionen**
- **Geodaten**
- **Topologie**

Was ist ein GIS?

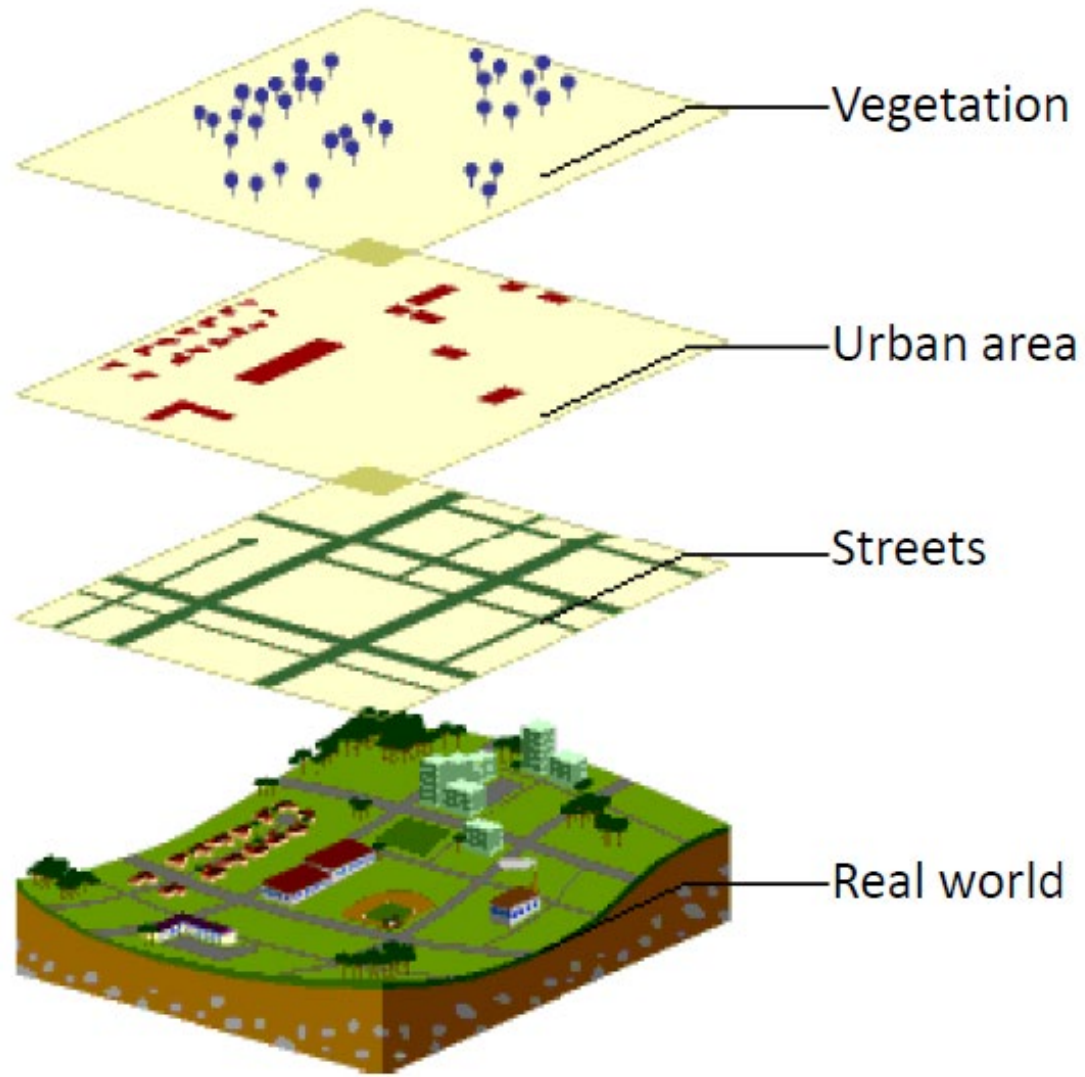
- GIS ist eine Software, die **räumliche Informationen (Wo?)** mit **inhaltlichen Informationen (Was?)** verknüpft.
- Besteht aus: **Hardware, Software (ArcGIS, QGIS), Daten, Anwendungen**
- GIS ermöglicht: **Erfassung, Bearbeitung, Analyse und Darstellung** von Geodaten

Was macht ein GIS?

Funktion	Beispiel
 Daten erfassen	GPS-Daten, Luftbilder, manuelle Kartierung
 Daten analysieren	"Wo liegen Waldgebiete mit hohem Trockenstress?"
 Daten visualisieren	Erstellung von thematischen Karten
 Daten abfragen	"Welche Flächen liegen in 500m Entfernung von einem Fluss?"

- Karten in GIS bestehen aus **mehreren Informationsschichten (Layern)**

Was ist ein GIS?

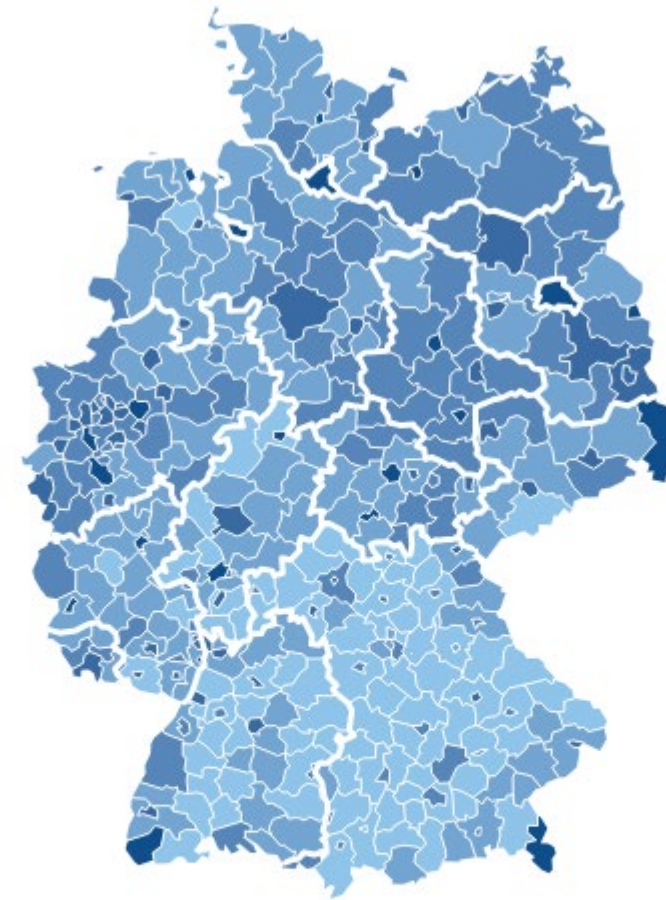


- Jede Informationen hat einen räumlichen Bezug
- GISe berücksichtigen die räumliche Dimension von Daten und bieten mehr Informationen.

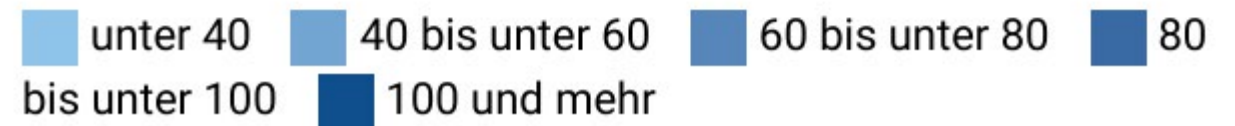
GIS Anwendungen

Nahezu alle Fragen der Wissenschaft haben einen räumlichen Aspekt:
sehr vielfältig:

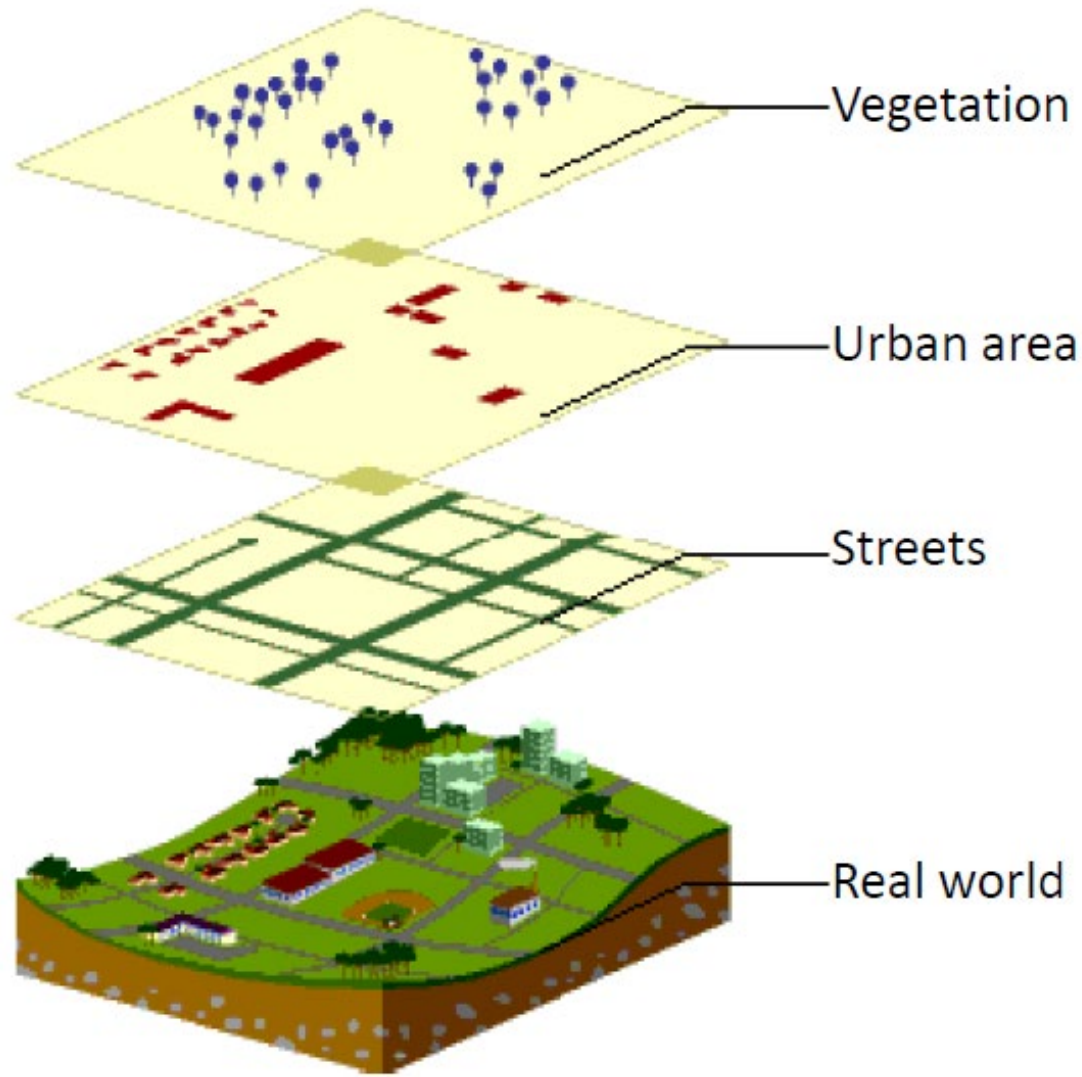
- Mobilität
- Demographie
- Kriminalitätsmuster
- Klimawandel
- Wirtschaftskrisen
- GIS-Anwendungsgebiete sind vielfältig und facettenreich



**Straftaten je
1000 Einwohner**



Typische GIS Funktionen



- **Verwaltung und Erzeugung von Geodaten**
- **Ableitung neuer Daten** aus vorhandenen Quellen
- **Abfrage und Analyse** (z. B. Filterung nach Attributen)
- **Geometrische Projektionen, Layout-Design**
- **Kartenerstellung, Interpolation, Puffern, räumliche Analyse**

Geodaten

Geodaten sind digitale Informationen, die uns ermöglichen jede Position auf der Erdoberfläche zu bestimmen. Sie beziehen sich immer auf eine bestimmte Lage im geographischen Raum.

Unterscheidung: Primärdaten und Sekundärdaten (Bsp. Satellitendaten werden mittels Vegetationsindex in Vitalitätsdaten umgewandelt)

Geobasisdaten

Vielen Positionen auf der Erdoberfläche sind Koordinaten zugeordnet. In diesem Fall handelt es sich um Geodaten mit einem direkten Raumbezug. Geobasisdaten **sind Punkte, Linien oder Flächen**, die zugleich eine **bestimmte Lage (Georeferenz)** beschreiben. Das können administrative, technische oder auch natürliche Grenzen in der Landschaft sein. Beispiele für Geobasisdaten sind Adressen, Flüsse, Straßen, Landesgrenzen oder Gebäude

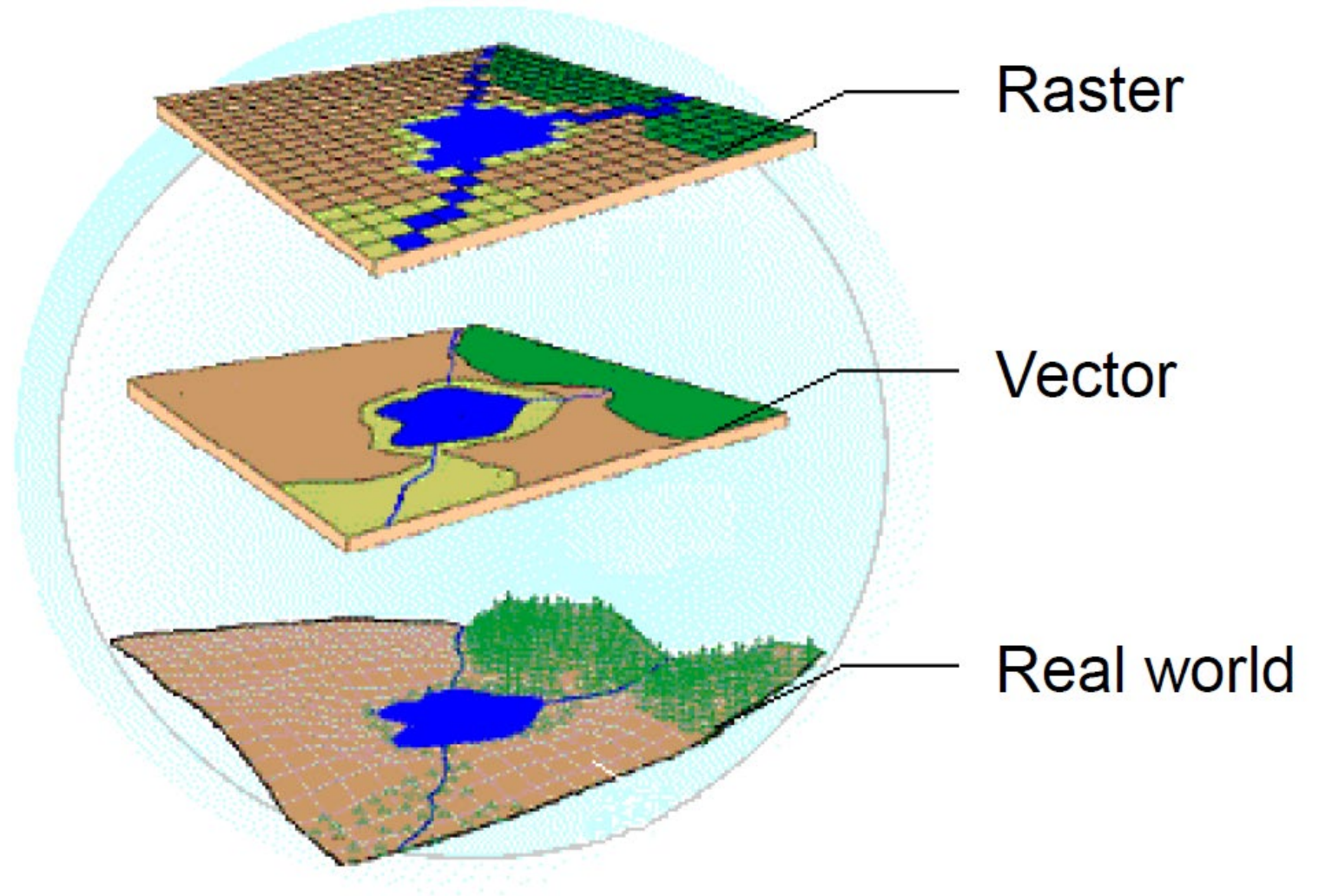
Geodaten

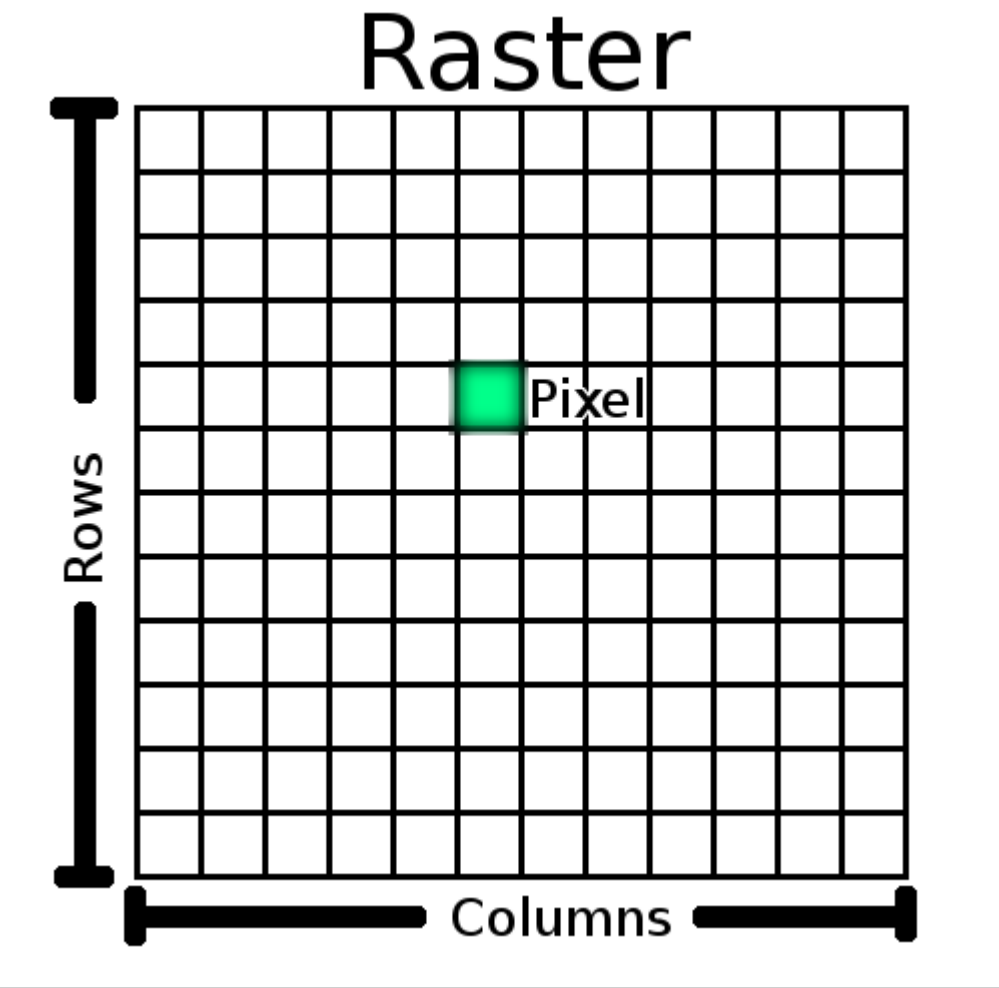
RASTERDATEN:

- Satellitendaten, Luftbilder, Bilddaten

VEKTORDATEN:

- Daten mit hoher Grenzgenauigkeit
- Punkte, Linien, Polygone
- Objektbasiert





Geodaten - Rasterdaten

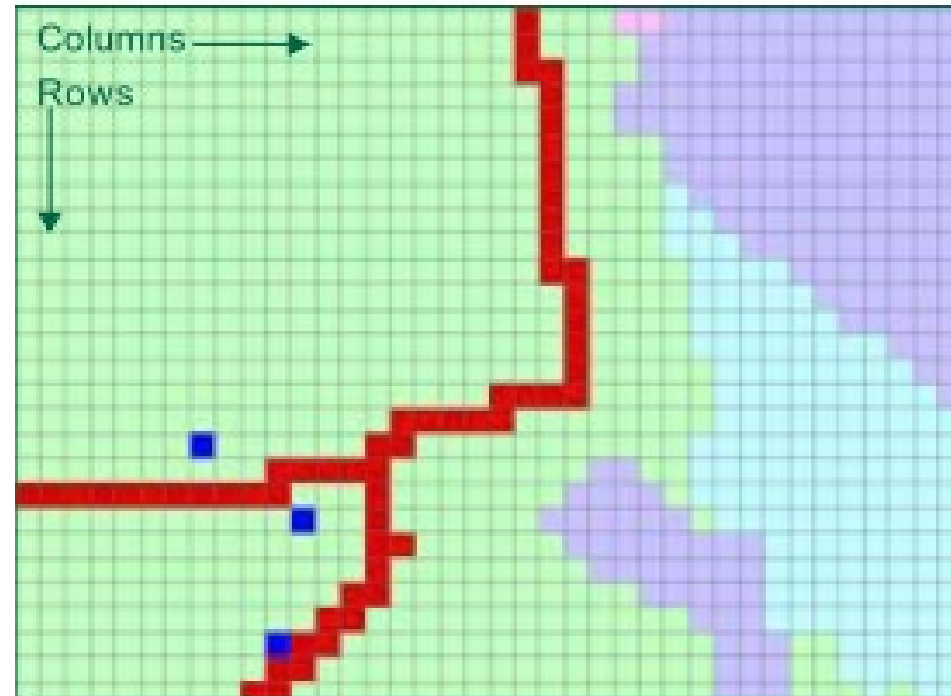
- Kontinuierliche Struktur aus quadratischen Einheiten (Pixel)
- Thematische Informationen werden als Z-Wert gespeichert (Höhe, spektrale Informationen usw.)
- Der Standort wird als Pixelposition in der Rastermatrix definiert

Vorteile:

- einfache Datenstruktur

Nachteile:

- Topologie nicht enthalten
- Datenredundanz
- Hoher Speicherbedarf
- Nicht optional skalierbar
- Kein absoluter Standort



Rasterdaten - Auflösung



- räumlich - die Größe des Sichtfeldes (Field of View, FOV)
- spektral - *Zahl und Größe* der Spektralbereiche, in denen der Sensor Daten aufzeichnet, z.B. Blau, Grün, Rot, nahes Infrarot, thermisches Infrarot
- temporal - wie oft der Sensor Daten von einem bestimmten Objekt aufzeichnet, z.B. alle 30 Tage
- radiometrisch - die Empfindlichkeit von Detektoren gegenüber kleinen Unterschieden der elektromagnetischen Energie

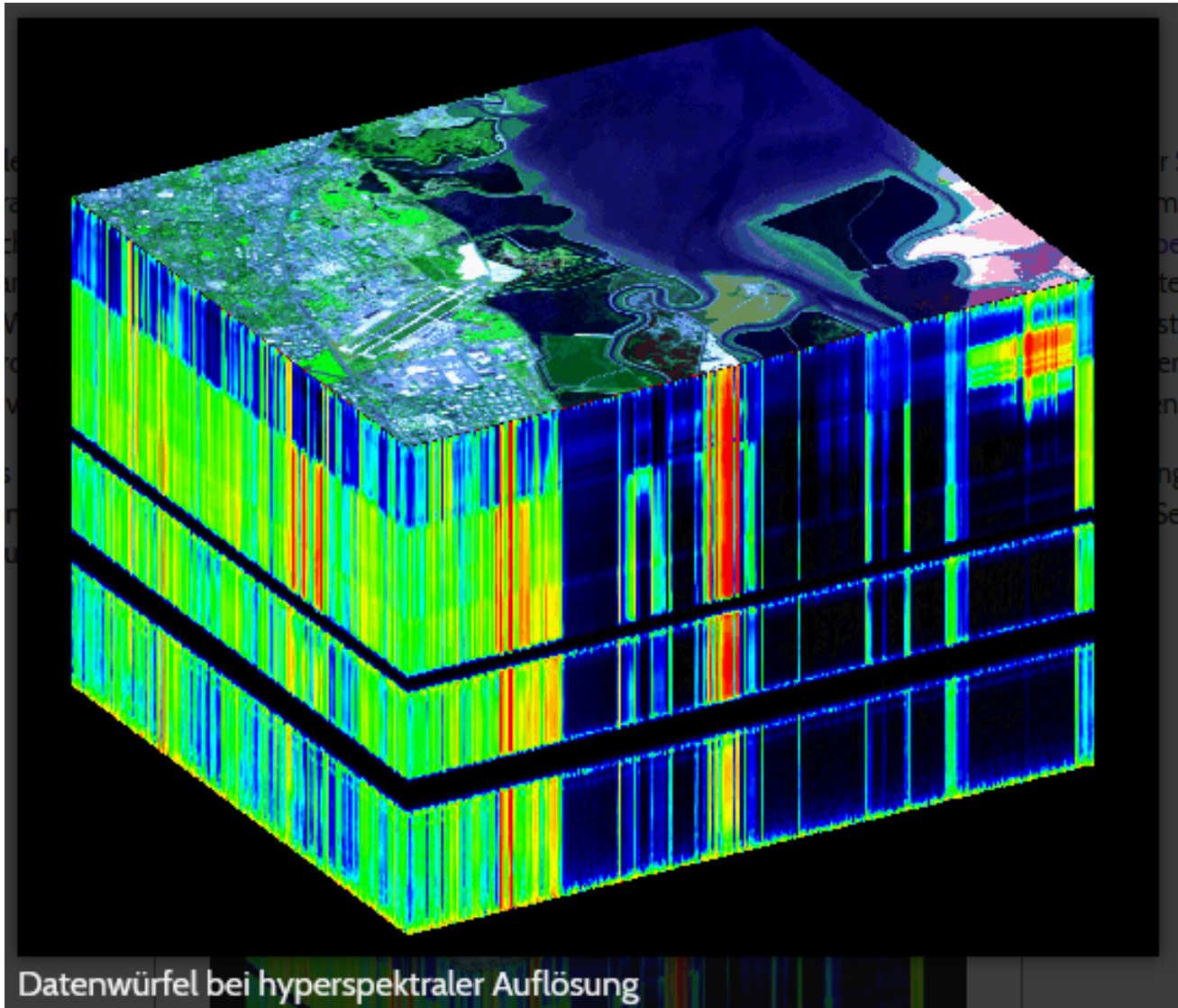
Der Begriff der Auflösung in der Fernerkundung

...eine Rolle dabei, wie die Daten von einem Sensor verwendet werden können. Abhängig von der Umlaufbahn des Satelliten und dem Sensordesign

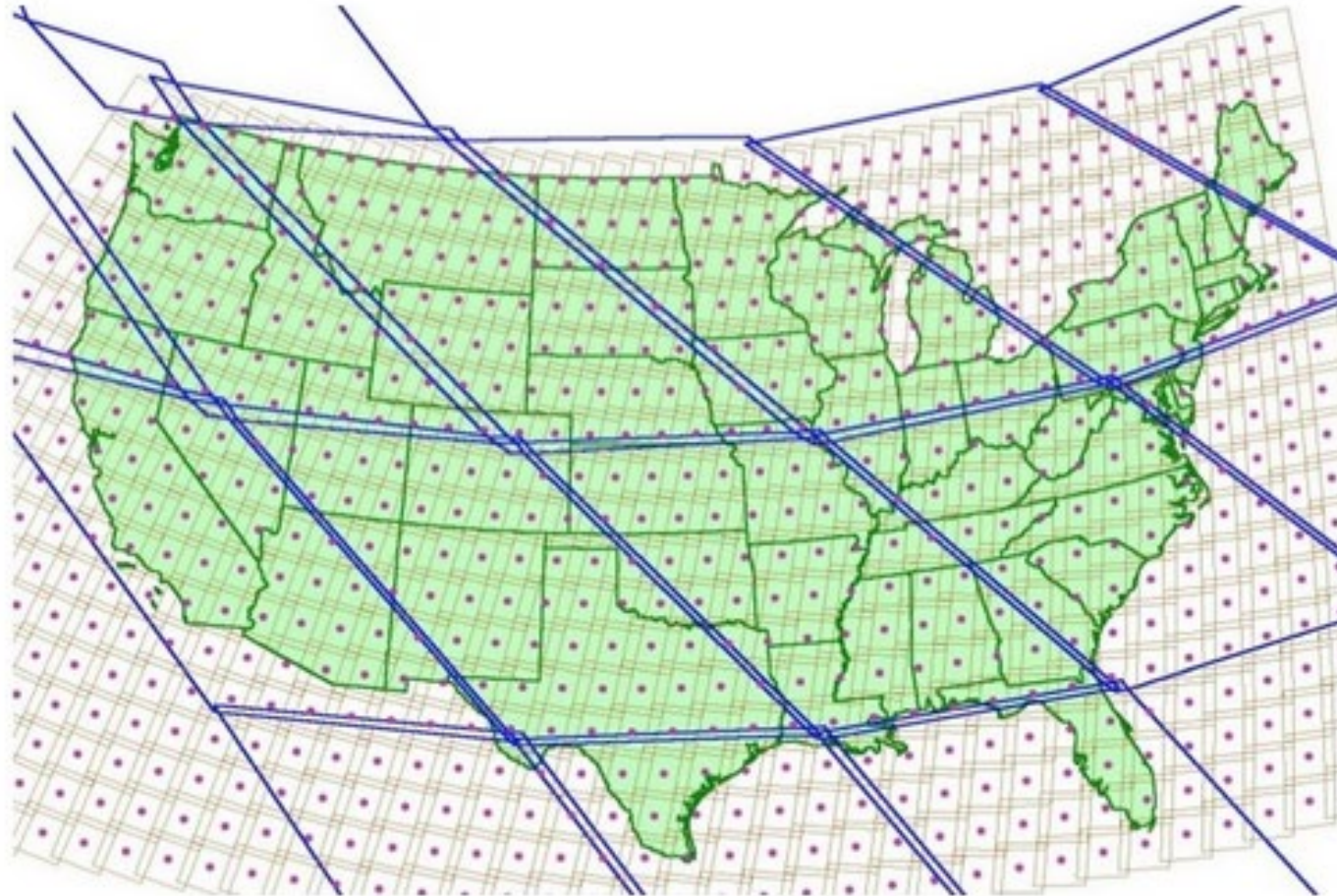
Rasterdaten – räumliche Auflösung



Rasterdaten – spektrale Auflösung



Rasterdaten – temporale Auflösung

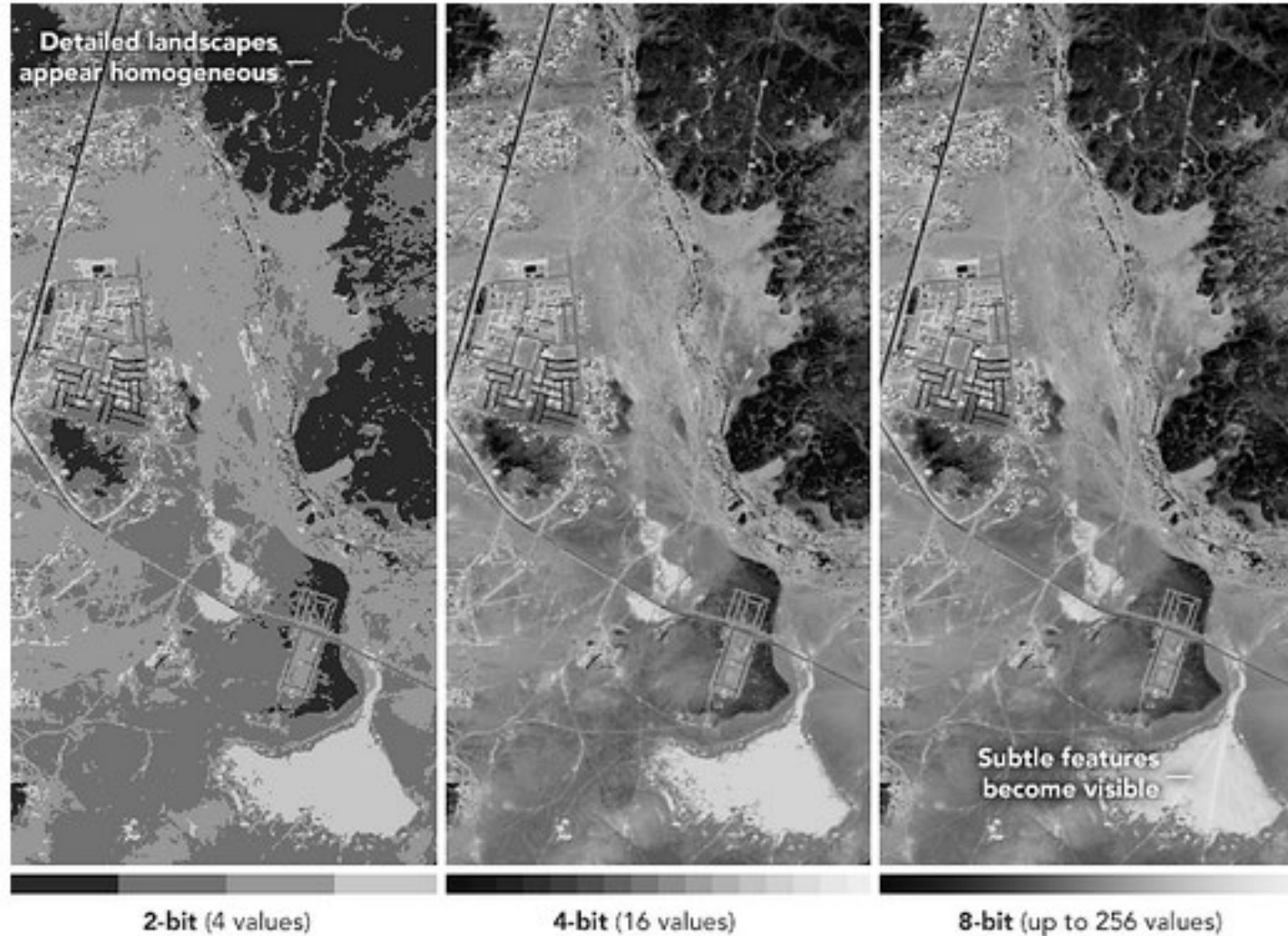


Orbits von MODIS auf Terra vs. OLI auf Landsat 8

Umlaufbahn von MODIS (blaue Kästchen) im Vergleich zur Umlaufbahn des OLI an Bord von Landsat 8 (Kästchen mit roten Punkten). Aufgrund der viel breiteren Abbildungsspanne liefert MODIS alle 1-2 Tage eine globale Abdeckung, während OLI 16 Tage benötigt. Die roten Punkte markieren den Mittelpunkt jeder Landsat-Kachel. Bildnachweis: NASA Applied Remote Sensing Training (ARSET).

Quelle: *NASA Earthdata*

Rasterdaten – radiometrische Auflösung

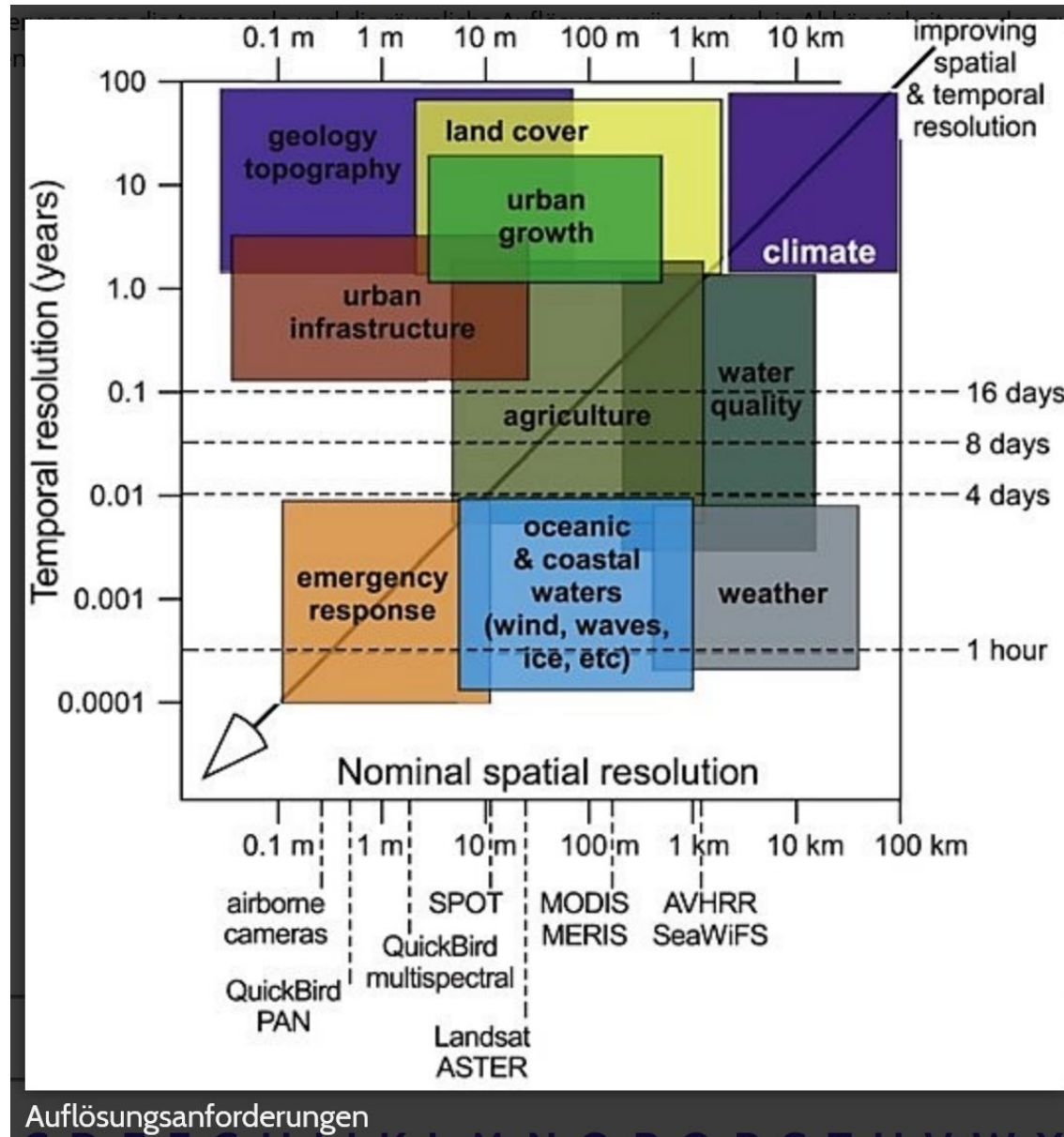


Fortschritte bei der radiometrischen Auflösung

Die Fortschritte in der Fernerkundungstechnologie haben die Satellitenbilder erheblich verbessert. Zu diesen Fortschritten gehört die Verbesserung der radiometrischen Auflösung, d. h. wie empfindlich ein Instrument für kleine Unterschiede in der elektromagnetischen Energie ist. Sensoren mit hoher radiometrischer Auflösung können mehr Details und Lichtunterschiede erkennen.

*Quelle: NASA Earth Observatory images by Joshua Stevens, using Landsat data from the **U.S. Geological Survey***

Rasterdaten – Auflösungsanforderungen

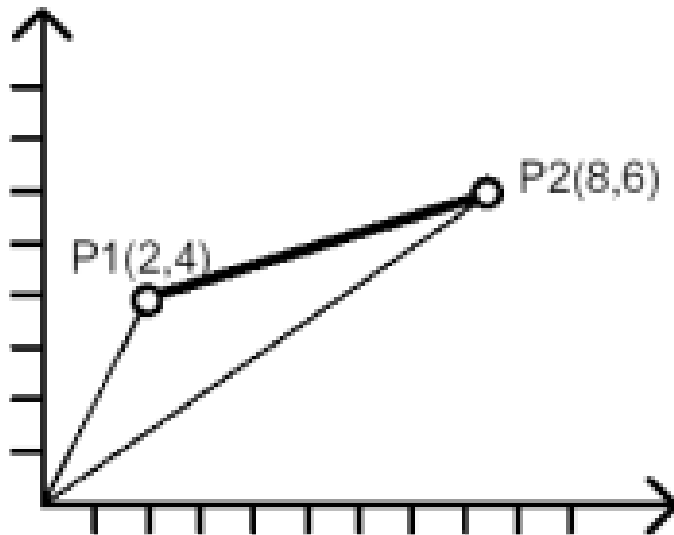


Auflösungsanforderungen

Geodaten - Vektordaten

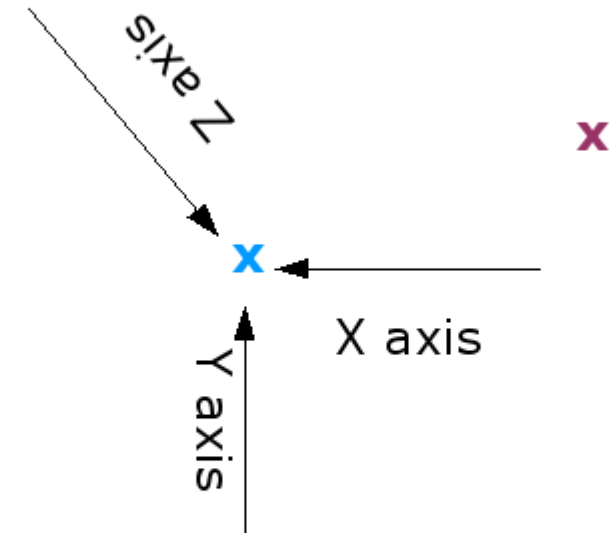
Ein **Punkt-Feature** wird durch seine X-, Y- und optional Z-Koordinate beschrieben.

Die Punktattribute beschreiben den Punkt, z.B. ob es sich um einen Baum oder einen Laternenpfahl handelt.



Vector Point Feature

Point Geometry (indicates the x,y and z position of the feature)



Point attributes (describe the feature)

Id, Name, Description

1, Tree, Outside our classroom

2, Light post, At the school entrance

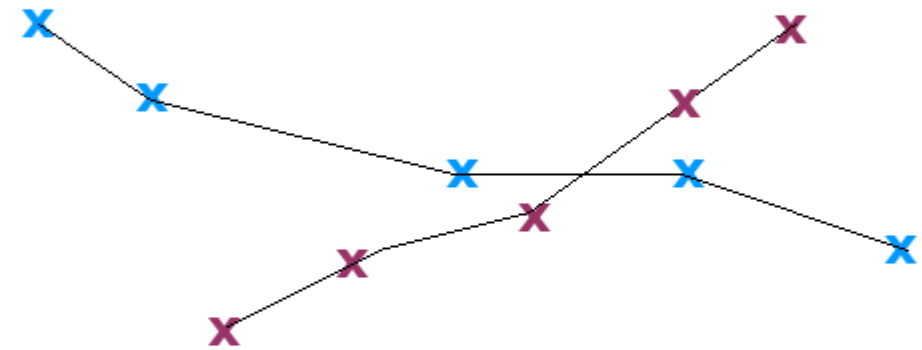
Geodaten - Vektordaten

Eine **Polylinie** ist eine Sequenz verbundener Vertices.

Jeder Vertex hat eine X-, Y- (und optional Z-) Koordinate. Die Polylinie wird durch ihre Attribute beschrieben.

Vector Polyline Feature

Polyline Geometry (a series of connected vertices that do not form an enclosed shape)



Polyline attributes (describe the feature)

Id, Name, Description

1, Footpath 1, From class to the playground

2, Footpath 2, From the school gate to the hall

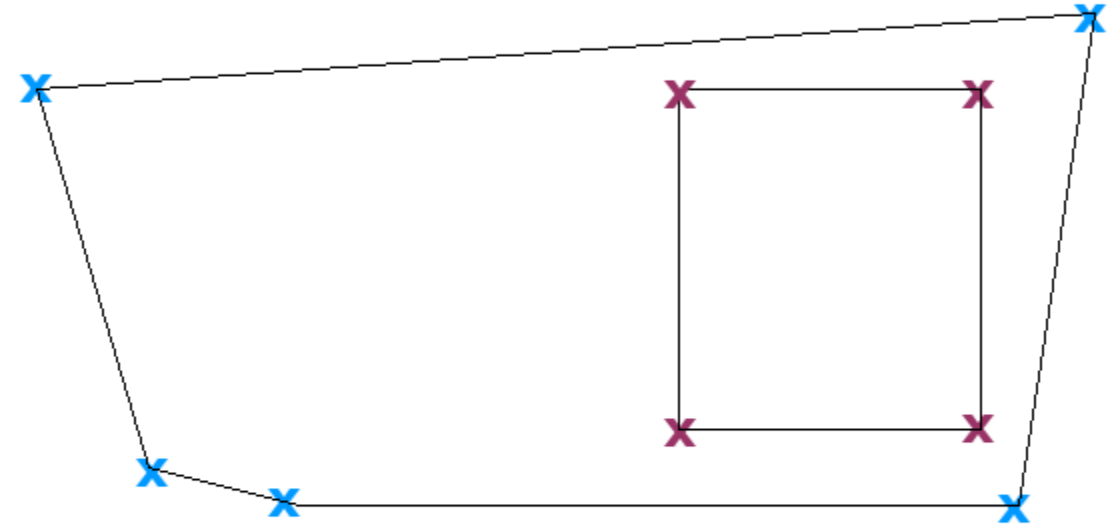
Geodaten - Vektordaten

Ein **Polygon** besteht wie auch eine Polylinie aus einer Sequenz von Vertices.

In einem Polygon befinden sich der erste und letzte Vertex jedoch an der gleichen Stelle.

Vector Polygon Feature

Polygon Geometry (a series of connected vertices that do form an enclosed shape)



Polygon attributes (describe the feature)

Id, Name, Description

1, School Boundary, Fenceline for the school
2, Sports Field, We play soccer here

Geodaten - Vektordaten

Vektorielle Koordinaten:

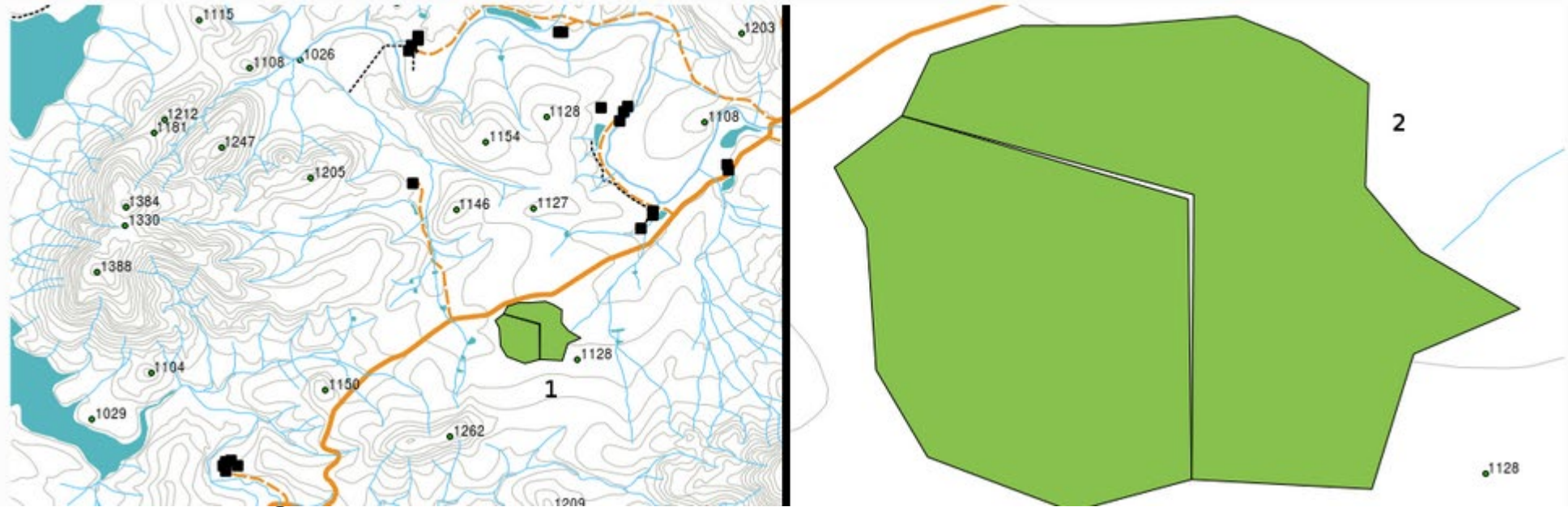
- Absolute Koordinaten von Einzelpunkten, die in einem kartesischen Koordinatensystem. Linien werden als Listen von Einzelpunkten beschrieben.
- Sehr gut geeignet, um den absoluten Standort eines Objekts zu bestimmen (Punktdaten)

Vorteile:

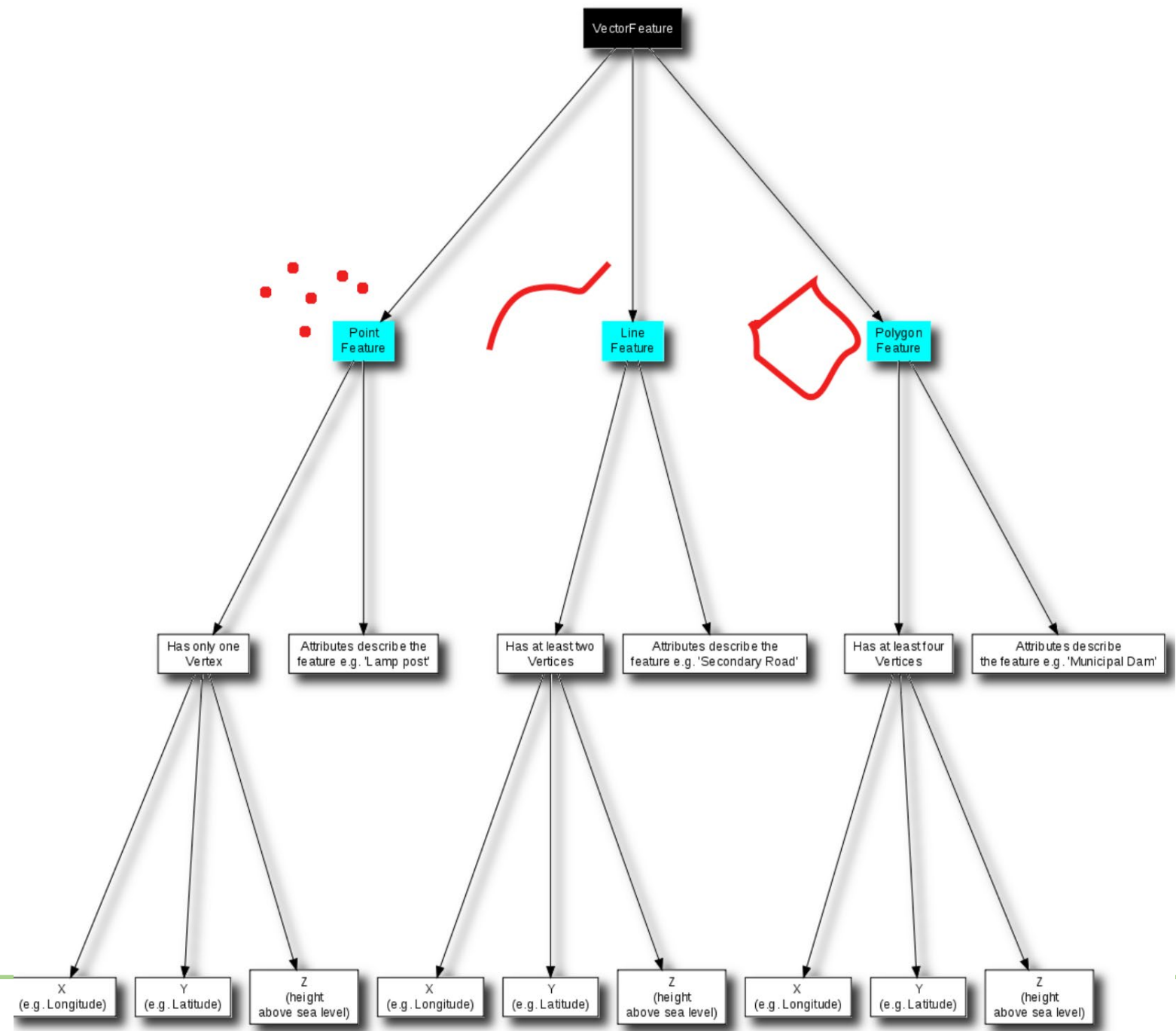
- geringer Speicher
- frei skalierbar
- Einschließlich -

Nachteil:

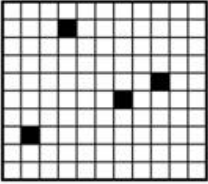
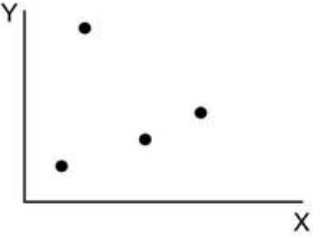
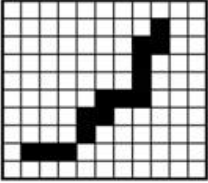
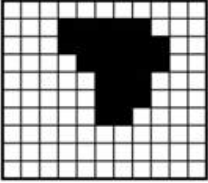
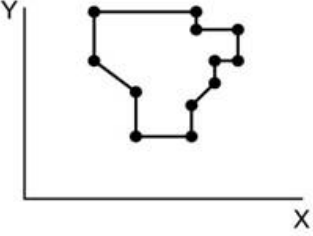
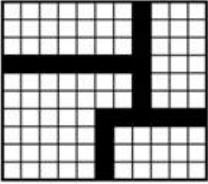
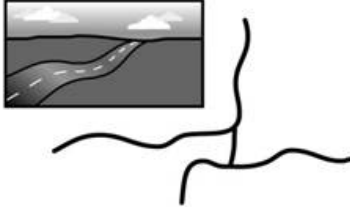
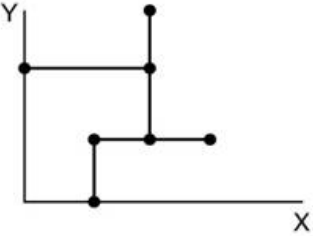
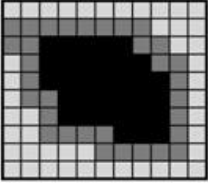
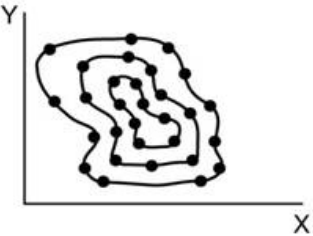
- Hohe Komplex
- kein absoluter Vektorlinien zu
- Nicht optimal für kontinuierliche Daten, wie bspw. Temperatur, NDVI



Geodaten - Vektordaten



Rasterdaten – Vektordaten

The raster view of the world	Happy Valley spatial entities	The vector view of the world
	 x Points: hotels	
	 Lines: ski lifts	
	 Areas: forest	
	 Network: roads	
	 Surface: elevation	

Vektordaten- Attribute

Attributdaten dienen zur Beschreibung von Vektormerkmalen.

Folgende Datentypen existieren:

Typ	Beschreibung	Beispiel
Text (String)	Wörter oder Codes	"Eiche" , "gut"
Zahl (Integer)	Ganze Zahlen	23 (Alter, Höhe)
Dezimalzahl (Float)	Mit Nachkommastellen	15.6 (z. B. Vorrat m ³ /ha)
Datum	Kalenderdatum	2024-11-01
Boolean (Ja/Nein)	Wahrheitswert	true/false , ja/nein

Vektordaten- Attribute

Feldname	Datentyp	Einheit	Beschreibung
baumart	Text	–	Baumart laut Baumartenliste
höhe	Float	m	Höhe des Baumes
vorrat	Float	m ³ /ha	Vorrat pro Hektar
pflegejahr	Integer	Jahr	Letzte Pflegemaßnahme
schutz	Boolean	–	Steht unter Schutz? (Ja/Nein)

baumart	höhe_m	alter	zustand	schutz
Eiche	23.5	85	gut	ja
Kiefer	19.2	60	mittel	nein
Buche	27.0	95	schlecht	ja

Topologie

Neben der Form der Objekte wird auch die Topologie zwischen den Objekten modelliert.

Topologie ist die Lehre von der Lage und Anordnung geometrischer Gebilde im Raum.

Sie bezeichnet die räumliche Beziehung von Geoobjekten zueinander. Im Gegensatz zur Geometrie, die sich mit der absoluten Form und Lage eines Objektes im Raum beschäftigt, konzentriert sich die Topologie auf Nachbarschaftsbeziehungen. Topologische Beziehungen werden unabhängig von Maßen (z.B. Distanz, Umfang, Größe) festgemacht.

Zum Beispiel:

A liegt innerhalb B

Objekt A befindet sich innerhalb des Objektes B.

Objekt A enthält Objekt B. Zu beachten ist:

- Punkte können keine Linien oder Fläche enthalten.
- Linien können keine Fläche enthalten.

A überdeckt B

Objekt A überdeckt Objekt B.

Objekt A und Objekt B überschneiden sich. Zu beachten ist:

- Punkte können keine Linien oder Flächen enthalten.
- Linien können keine Fläche enthalten.

Geodatentypen:

- Gängige Rasterdatentypen (TIFF, JPEG, BMP, IMG, GRID) **Wichtig:** tfw Daten dürfen nicht fehlen → enthalten Geokoordinaten
- Tabellen mit Koordinaten direkt importierbar (TXT)
- Gängige Vektordatentypen (DXF, DWG, COV, TIN eigenes Format: ESRI Shape - SHP, Standard im GIS)
- (Persönliche) Geodatenbank (GDB)

Free and Open Source

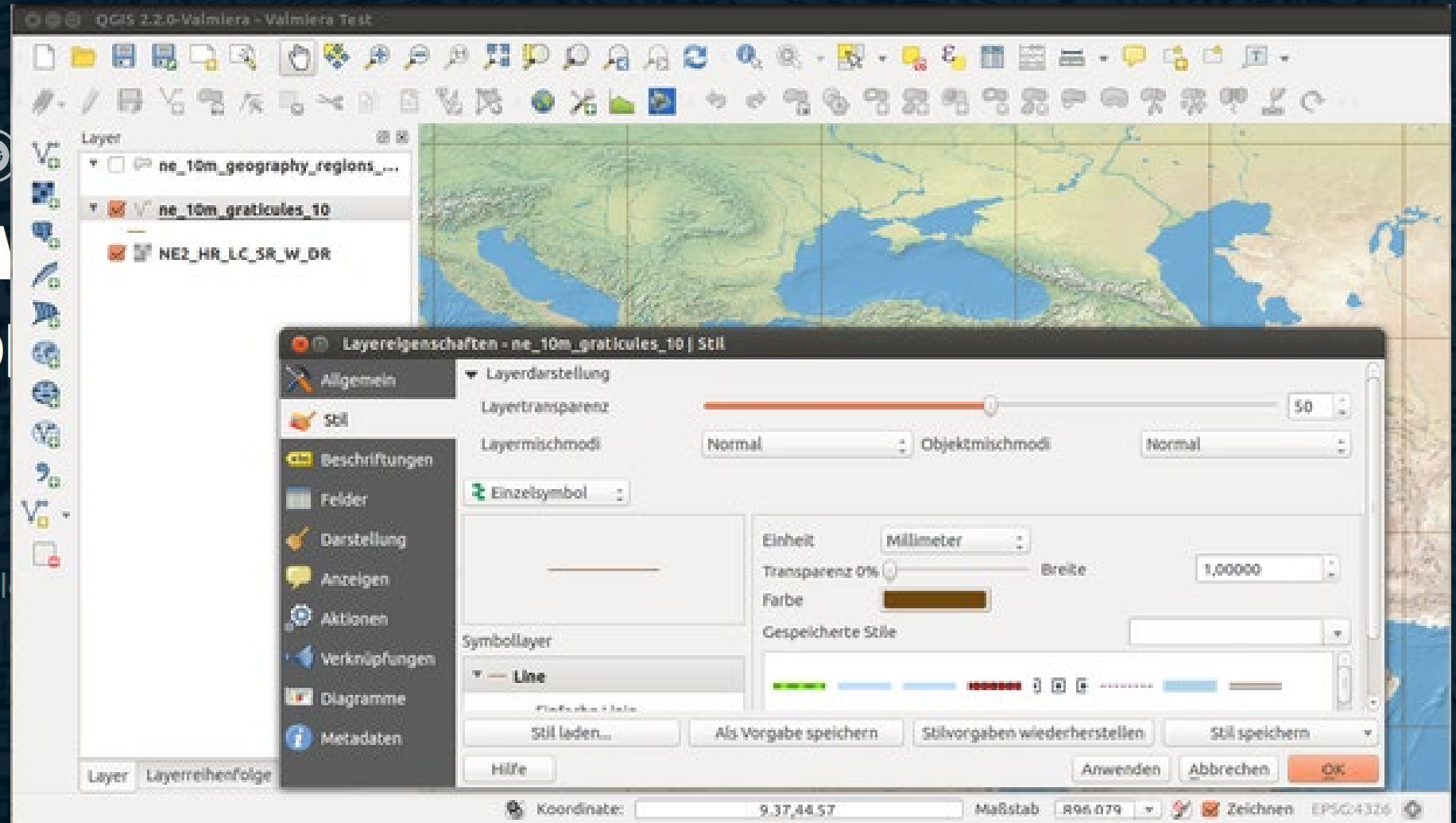


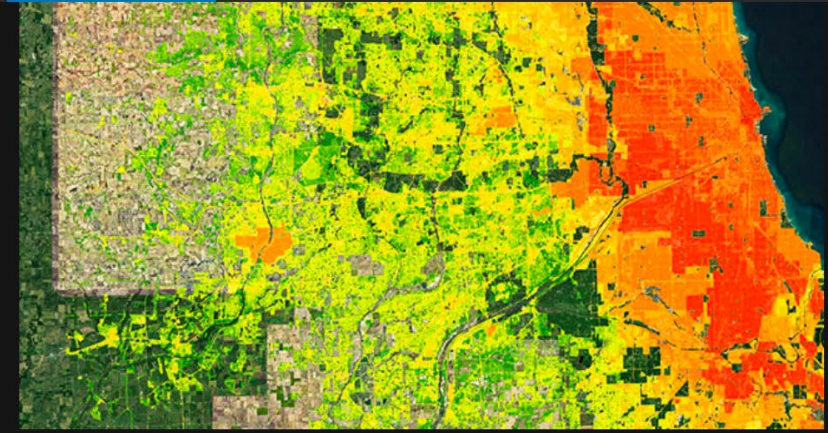
Spatial v Compro

Spatial visualization and

Download

Available





Kartenerstellung

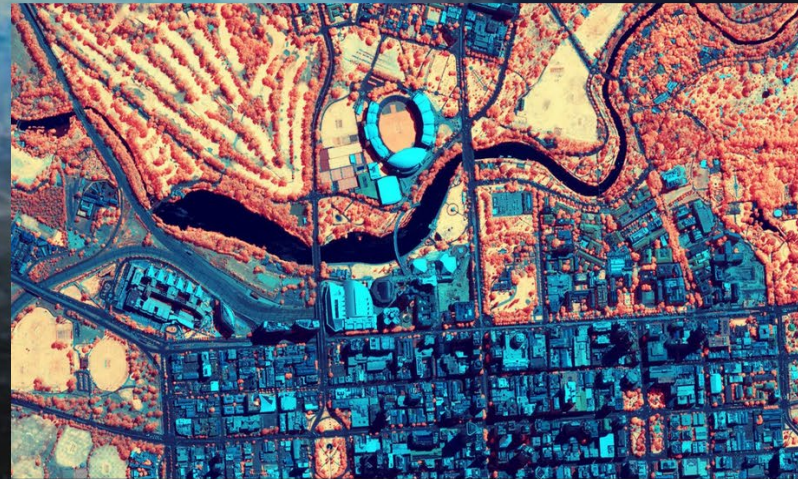
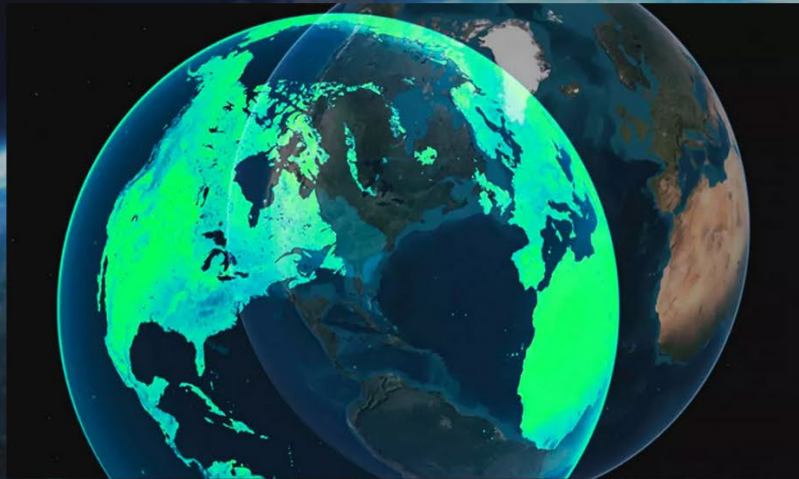
Verschaffen Sie sich ein völlig neues Verständnis von Daten, indem Sie sie in Echtzeit auf einer 2D- oder 3D-Karte darstellen und visualisieren. Nutzen Sie dazu Positionsservices und professionelle Kartografiewerkzeuge.

Räumliche Analysen

Nutzen Sie für räumliche Modellierungen und Analysen Daten, die aus Quellen jeder Art stammen können und mit geographischen Informationen angereichert sind. KI-basierte Workflows ermöglichen erweiterte Analysen.

Außendienst

Ermöglichen Sie Ihren Teams die Arbeit in nicht verbundenen Umgebungen. Optimieren Sie das Außendienstmanagement hinsichtlich Datenerfassung, Personalplanung und Routing.



Links:

<https://docs.qgis.org/3.40/de/docs/index.html>

<https://www.qgis.org/project/overview/>

https://docs.qgis.org/3.40/de/docs/training_manual/

<https://www.gis-lernen.de/>

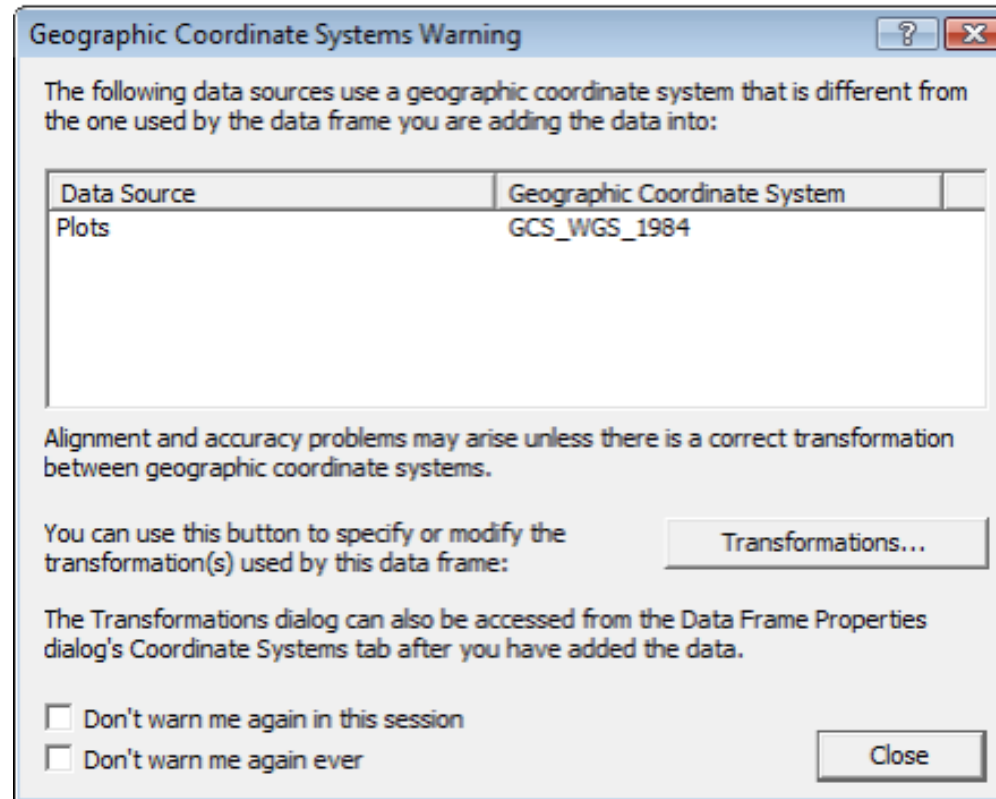
<https://www.arcgis.com/index.html>

Viel auch bei YOU TUBE

Koordinatensysteme – Projektionen

Häufiges Problem mit Geodaten:

Die Daten stimmen nicht überein... aufgrund unterschiedlicher geografischer Bezugsrahmen, d. h. Koordinatensysteme, Bezugspunkte usw.



Koordinatensysteme – Projektionen

Einführung

- die Lage eines Punktes auf der Erde kann durch Koordinaten definiert und beschrieben werden
→ **Koordinatensystem**
- diese Koordinaten werden durch ein Schema genau definiert (Ursprung, Maßstab, Systemorientierung, Bezugseinheit) → **Bezugssystem**

(jedes Koordinatensystem hat ein spezifisches Bezugssystem)

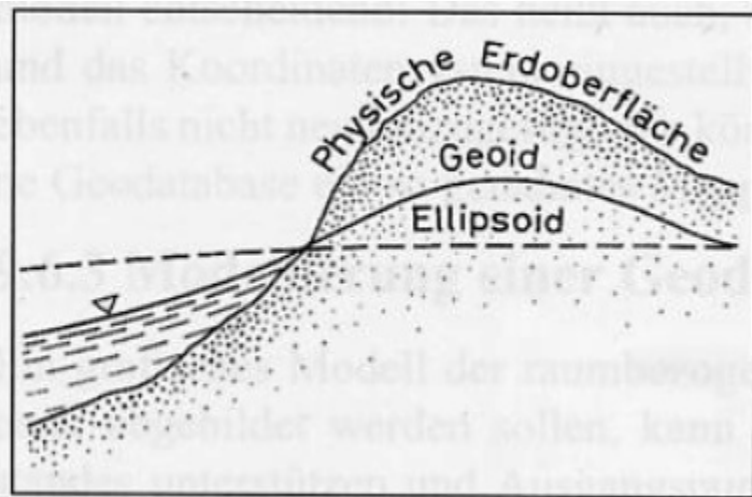
- um die Lage des Punktes in eine Karte zu übertragen, muss der Punkt von der sphärischen Erdoberfläche auf die ebene **Kartenprojektion** projiziert werden

Koordinatensysteme – Projektionen

Bezugsrahmen von Koordinatensystemen

Jedes Koordinatensystem braucht ei

- Standorte beziehen sich auf ein E (es gibt verschiedene Ellipsoide; beste lokale Darstellung
- Höhenangaben beziehen sich auf



Quelle: Liebig/Mummenthey, 2002

The earth's shape

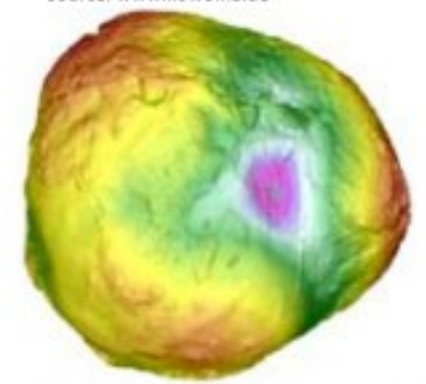


The world as sphere



The world as ellipsoid

Source: www.kowoma.de

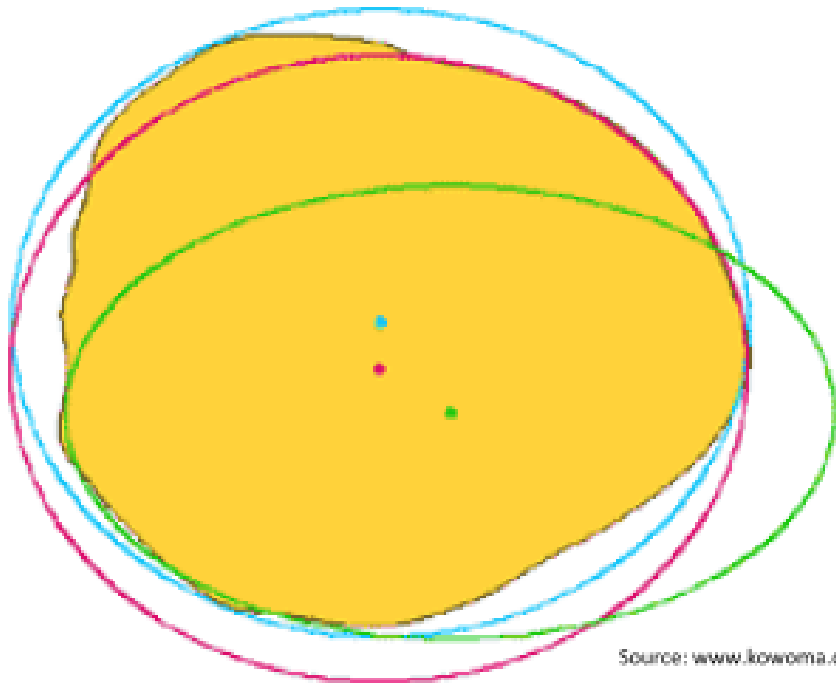


The world is a geoid

- the earth is not a perfect sphere but rather elliptical
- a datum is a defined ellipsoid to optimally fit the earth's surface

Geodetic Datum

- *Different ellipsoids fit to different regions on the earth surface*
- different ellipsoids can be used (e.g. WGS84, Potsdam, Indian54...)
- GPS is based on the World Geodetic System 1984 (WGS84)



Ein **geodätisches Datum** sagt dem GPS oder dem GIS-System:

„Wo ist der Mittelpunkt der Erde, und wie genau ist die Erde geformt?“

Denn:

- Die Erde ist **kein perfekter Ball**, sondern ein **unregelmäßiges Ellipsoid**
- Damit Koordinaten weltweit **einheitlich & präzise** sind, braucht es ein **festgelegtes Modell (Datum)**

Koordinatensysteme – Projektionen

Geodätisches Datum

- gibt die Lage eines **Koordinatensystems** in Bezug auf den Erdkörper an.
- Definiert durch Ursprung, Richtung und Maßstab eines Koordinatensystems
- Netz von Passpunkten, die mit der Erdoberfläche verbunden sind
- Die Begriffe Bezugspunkt und geografisches Koordinatensystem werden oft austauschbar
- Hinzufügen weiterer Informationen zum Bezugspunkt...
 - Maßeinheit
 - Nullmeridian
- Schafft ein vollständiges geografisches Informationssystem

Koordinatensysteme – Projektionen

Zwei wichtige Koordinatensysteme

- **Geographische Koordinaten** (z.B. World Geodetic System WGS1984) sphärische Koordinaten (gekennzeichnet durch Datum, Ellipsoid, Nullmeridian und Einheit) (in ArcGIS: GCS – Geographic Coordinate System)



Beispiel: WGS84 (World Geodetic System 1984)

- Wird vom **GPS** verwendet
- Ursprung im Erdmittelpunkt
- Erdmodell = GRS80-Ellipsoid (leicht abgeplattet)
- Genauigkeit: weltweit ~2 m (mit GPS, sogar zentimetergenau mit Korrektur)



Arten von Koordinatensystemen

1. Geografisches Koordinatensystem (GKS)

- Beschreibt Positionen in **Winkeln**:
 - Breitengrad (Latitude) → Nord–Süd
 - Längengrad (Longitude) → Ost–West
- Einheit: **Grad°** (z. B. 52.516° N, 13.378° E)
- Wird z. B. von GPS verwendet

Beispiel:

- **WGS 84** → weltweit, GPS-basiert
- **ETRS89** → für Europa (besonders in Deutschland im Einsatz)

Koordinatensysteme – Projektionen

2. Projektionsbasiertes Koordinatensystem (kartesisch)

- Umrechnung der Kugel-/Ellipsoidkoordinaten auf eine **ebene Karte**
- Werte in **Metern** (X = Osten, Y = Norden)
- Geeignet für **präzise** Entfernungs- und Flächenberechnungen

Beispiele:

System	Region	Einheit	Beispiel-Koordinaten
UTM (z. B. UTM Zone 33N)	weltweit zониert	Meter	X: 392 000 / Y: 5 821 000
Gauß-Krüger (GK)	Deutschland alt	Meter	Rechtswert / Hochwert
EPSG:25832	ETRS89 / UTM 32N	Meter	Standard in DE-GIS

Zusammenspiel mit Datum & Projektion

Ein Koordinatensystem besteht **immer** aus:

1.  **Geodätischem Datum** (z. B. WGS84, ETRS89)
→ definiert die Form der Erde und den Ursprung
2.  **Koordinatentyp**
→ geografisch (Grad) oder kartesisch (Meter)
3.  **Kartenprojektion** (falls nötig)
→ rechnet von Kugel auf ebene Karte um

Koordinatensysteme – Projektionen

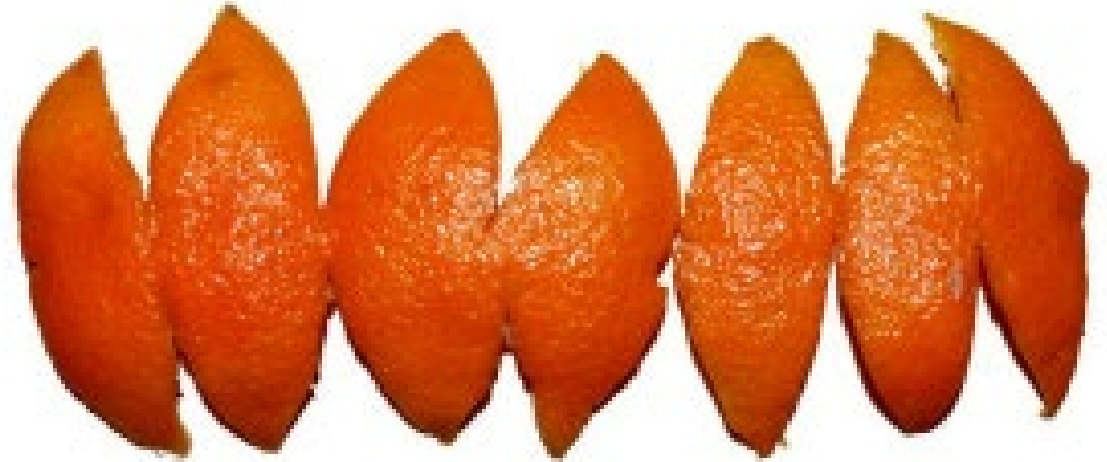
How to represent the earth's shape on a sheet of paper...



The world as an orange



Peel it



Put it on a plate

Koordinatensysteme – Projektionen

Projections

Maps the earth' surface on a flat surface for a better representation



The world as globe



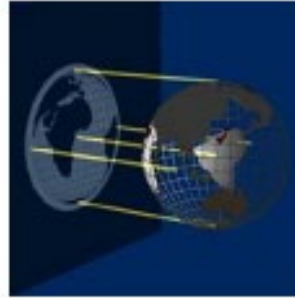
The world on a plane

Koordinatensysteme – Projektionen

Projections

- common types of map projections (different forms gets fit to the ellipsoid)

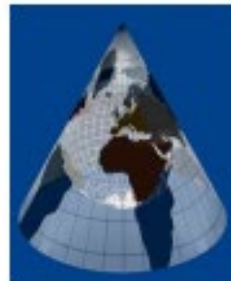
- Azimuthal



- Cylindrical



- Conic



Source: www.kowoma.de



Was ist eine Kartenprojektion?

Eine **Kartenprojektion** ist ein mathematisches Verfahren, um die **erdförmige Oberfläche** (Kugel oder Ellipsoid) auf eine **zweidimensionale, flache Karte** zu übertragen.



Warum das wichtig ist?

Weil du eine runde Erdoberfläche **niemals verzerrungsfrei** auf eine flache Karte bringen kannst – irgendwo musst du immer Kompromisse machen.

Haupttypen von Kartenprojektionen

Typ	Fokus / Eigenschaft	Typischer Einsatz
winkeltreu (konform)	Erhält Winkel & Formen, verzerrt Fläche	Navigation, z. B. Mercator
flächentreu (äquivalent)	Erhält Flächen, verzerrt Formen	Thematische Karten, Statistik
längentreu (äquidistant)	Erhält Distanzen in bestimmten Richtungen	z. B. Flugnavigation
kompromisslos	Verzerrt alles ein bisschen (ausgeglichen)	Weltkarten, z. B. Robinson

Beispiele häufiger Kartenprojektionen

Name	Typ	Eigenschaften	Anwendung
Mercator	konform	Formtreu, aber stark flächenverzerrt in hohen Breiten	Seekarten, Google Maps
UTM	konform (Zonenweise)	Aufgeteilt in 6°-Zonen, lokal sehr genau	GPS, Forstwirtschaft, GIS
Gauß-Krüger	konform (ähnlich UTM)	Alte deutsche Kartenprojektion (3°-Zonen)	Kataster, Forstkarten
Robinson	Kompromiss	Ausgewogen für Weltkarten, keine exakte Treue	Atlanten, Schulwandkarten

Koordinatensysteme – Projektionen

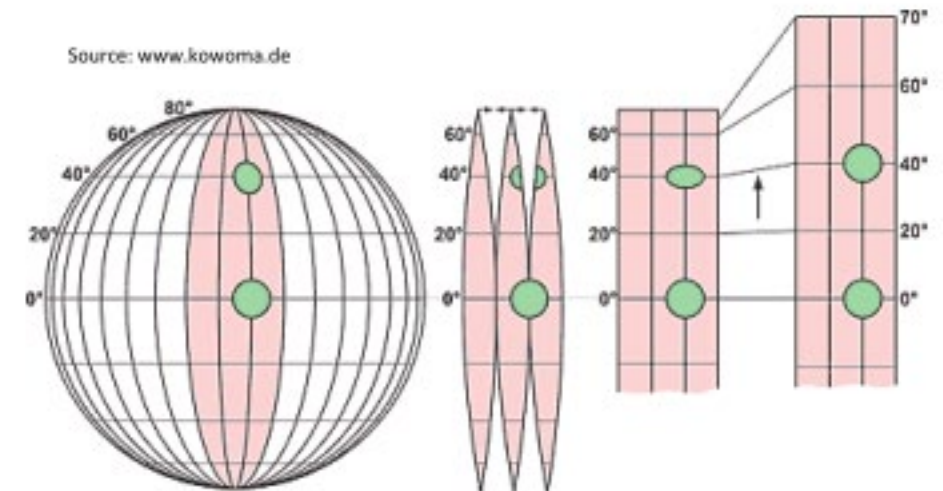
UTM-Projektion (Universal Transverse Mercator)

Sehr häufig in der Praxis! 

- Welt wird in **60 Zonen** à **6°** unterteilt
- Jede Zone hat ein eigenes Koordinatensystem (z. B. UTM Zone 32N)
- **Einheit: Meter**
- Grundlage: z. B. **WGS84** oder **ETRS89**

Deutschland liegt hauptsächlich in:

- **Zone 32N (EPSG:25832)**
- Südöstliche Teile in Zone 33N (EPSG:25833)



Top *Principle of transverse mercator projection*

Development of a mercator map



UTM-Koordinaten – was bedeutet was?

Begriff	Beschreibung
Zone	z. B. 32N (Zone 32, Nordhalbkugel)
Rechtswert (Easting)	Abstand vom Zonenmittelmeridian (in Metern, Start bei 500.000 m zur Vermeidung negativer Werte)
Hochwert (Northing)	Abstand vom Äquator (in Metern; Start bei 0 m auf Nordhalbkugel)



Vorteile von UTM:

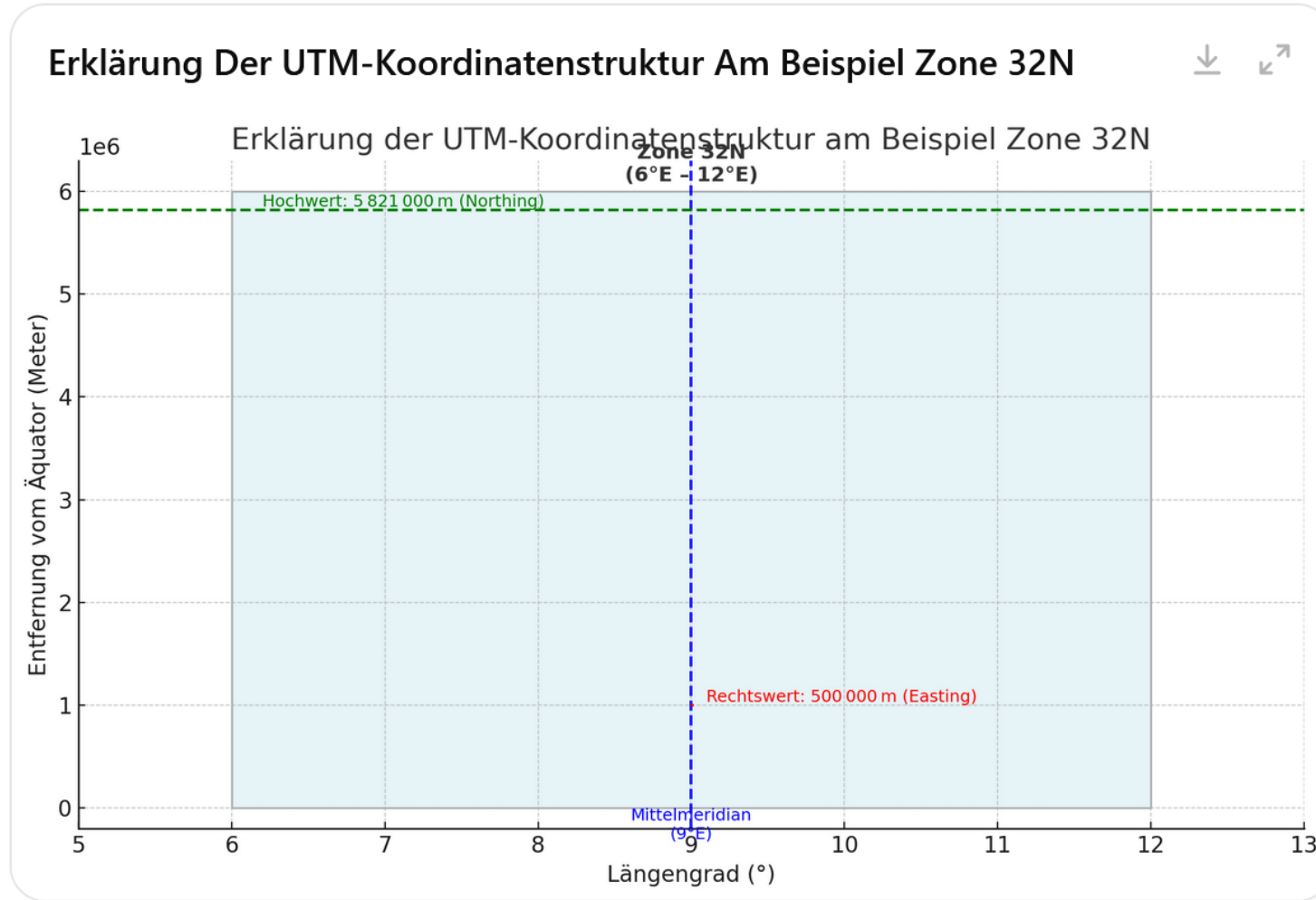
-  Einheit in Metern → Ideal für Entfernungen, Flächen, GIS-Analysen
-  Lokal sehr genau (Verzerrung < 1 % pro Zone)
-  Weltweit nutzbar → besonders mit GPS
-  In QGIS, ArcGIS, GPS-Geräten weit verbreitet



Beispiel:

- Berlin liegt in UTM-Zone 33N
- **Koordinate:** z. B.
 - **Rechtswert (Easting):** 392.000 m
 - **Hochwert (Northing):** 5.821.000 m

Koordinatensysteme – Projektionen



Hier siehst du eine **anschauliche Abbildung der UTM-Koordinatenstruktur** am Beispiel der **Zone 32N** (6°E–12°E), wie sie z. B. in Deutschland verwendet wird:

Globale Navigationssatellitensystem (GNSS)

Dt. *Globales Navigationssatellitensystem*; allgemeine Bezeichnung für ein weltweit verfügbares System zur Positions- und Zeitbestimmung und Navigation auf der Erde und in der Luft durch den Empfang der Signale von Navigationssatelliten.

Ein GNSS ist ein passives System, d. h. der Nutzer kommuniziert nicht mit dem Satelliten, sondern empfängt nur (Mikrowellen-)Signale.

GNSS = Global Navigation Satellite System

→ Der Überbegriff für alle Satellitennavigationssysteme:

System	Land/Region
GPS	USA
GLONASS	Russland
Galileo	Europa
BeiDou	China

Wie funktioniert GNSS?

1. Satelliten senden Signale zur Erde mit:
 - Ort & Zeitstempel
2. Ein GNSS-Empfänger (z. B. GPS-Gerät, Smartphone) empfängt die Signale von **mindestens 4 Satelliten**
3. Der Empfänger **berechnet aus Laufzeit und Signalpositionen:**
 - Position (X/Y/Z)
 - Höhe
 - Zeit

Das Verfahren nennt sich **Trilateration** – nicht zu verwechseln mit Triangulation (Winkelmessung).

Globale Navigationssatellitensystem (GNSS)

Vorteile von GNSS

Vorteil	Bedeutung
 Global verfügbar	Funktioniert fast überall auf der Erde
 Metrische Koordinaten	Meter- oder Zentimetergenauigkeit möglich
 Kontinuierlich und mobil	Live-Position in Echtzeit
 Multisystemfähig	Kombination aus GPS + Galileo + GLONASS etc. → mehr Satelliten = besser
 Kombinierbar mit GIS	Ideale Datenquelle für digitale Karten
 Automatisierbar	Maschinensteuerung in Land-/Forstwirtschaft, Drohnen, etc.

Globale Navigationssatellitensystem (GNSS)

Nachteile / Einschränkungen von GNSS

Nachteil	Erklärung
 Abschattung	In Wäldern, Schluchten, Städten kann Signal gestört sein
 Wetter & Ionosphäre	Störungen durch Atmosphäre möglich (leicht)
 Zeitverzögerung	Kleine Fehler durch Signal-Laufzeit oder Uhrenungenauigkeit
 Nicht immer cm-genau	Ohne Korrektursignal (z. B. RTK) nur 3–10 m Genauigkeit (z. B. Smartphone)
 Teure Profisysteme	Hochgenaue RTK-GNSS kosten oft mehrere tausend Euro
 Höhengenauigkeit schlechter	Z-Koordinaten sind meist ungenauer als X/Y (2D)

Globale Navigationssatellitensystem (GNSS)



Genauigkeit im Überblick:

GNSS-Typ	Genauigkeit	Beispiel
Smartphone	3–10 m	Navigation, einfache Kartierung
Handgerät (Consumer)	1–5 m	Wandern, Grundkartierung
RTK-GNSS	2–5 cm	Landvermessung, Landwirtschaft
PPP (z. B. Trimble)	~10–30 cm	Weltweite Genauigkeit ohne Basisstation

Globale Navigationssatellitensystem (GNSS)

Typische Anwendungen von GNSS

GIS & Kartierung

- Punkte, Linien, Flächen mit Koordinaten erfassen
- z. B. Waldgrenzen, Fundstellen, Standorte

Forstwirtschaft

- Polter, Wege, Bestandesecken einmessen
- Maschinen mit GNSS-Steuerung

Landwirtschaft

- Präzisionsackerbau mit RTK-GNSS (z. B. Traktoren fahren Spur für Spur exakt)

Vermessung

- Grenzvermessung, Bauplanung, Höhenlinien

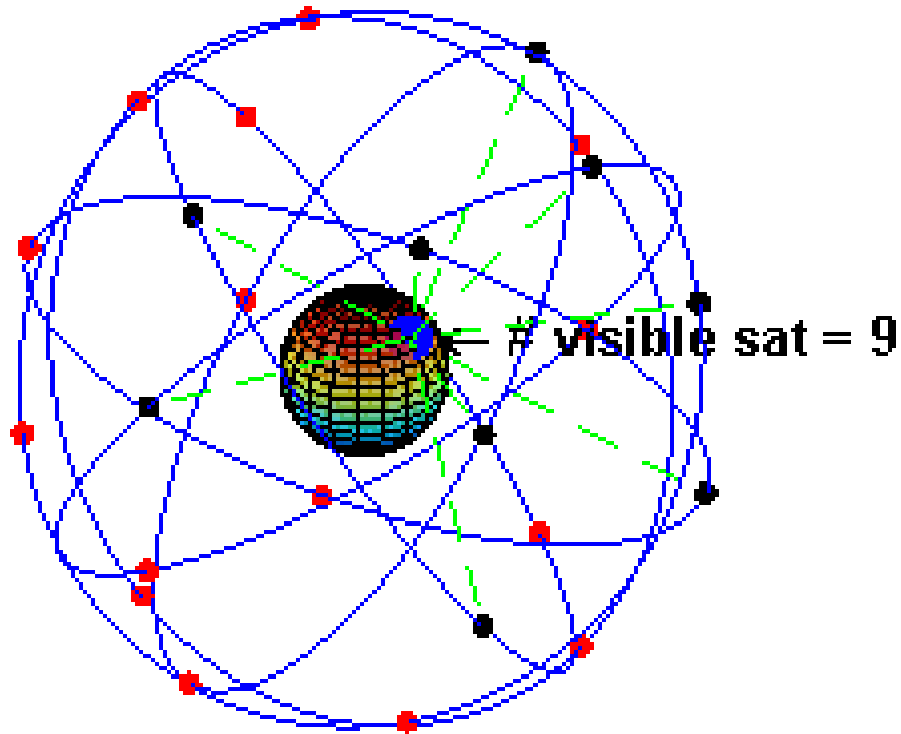
Alltag

- Navigation (Auto, Wandern, ÖPNV), Ortungsdienste, Fitness-Apps



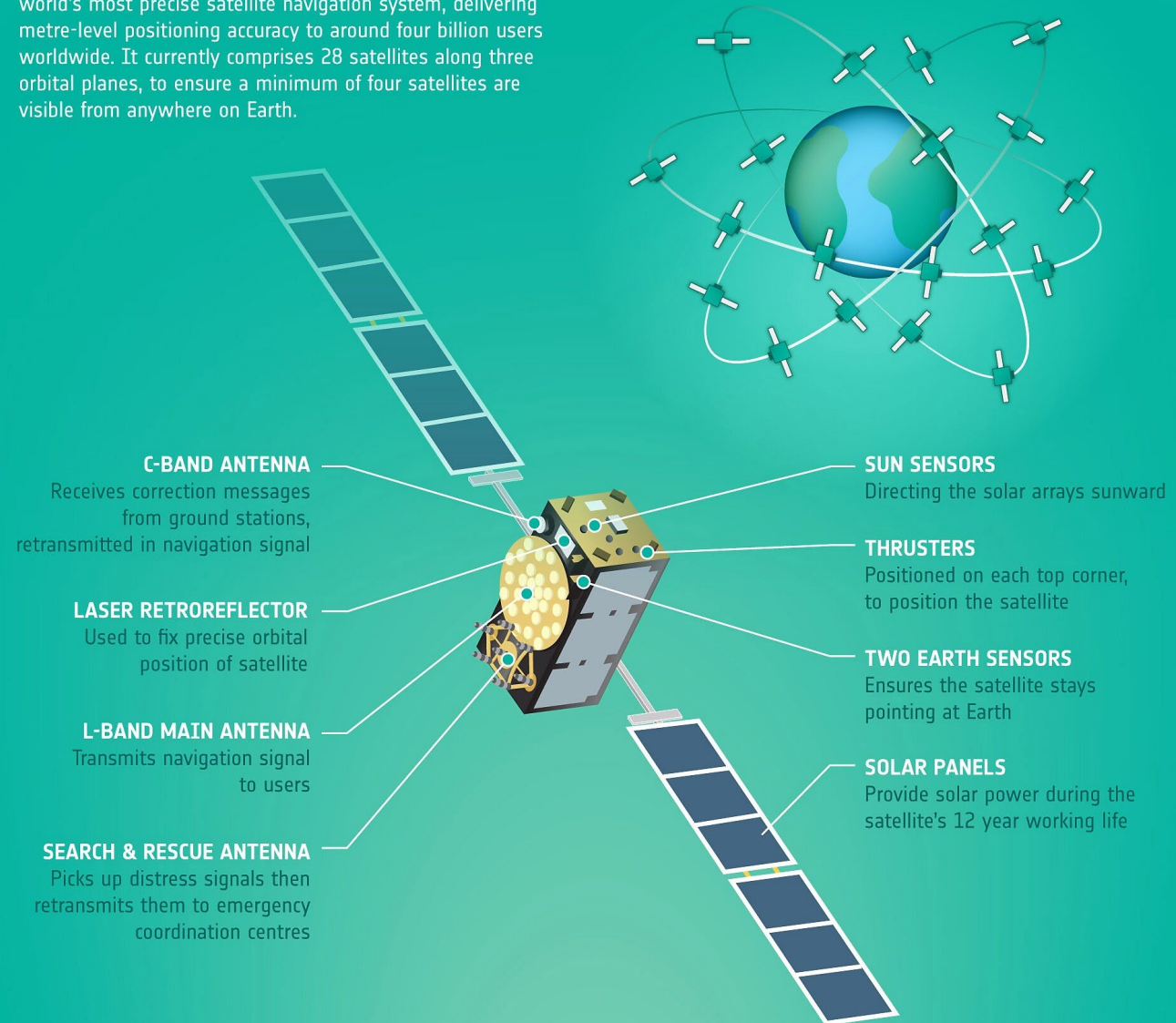
Globale Navigationssatellitensystem (GNSS)

„**Navigational Satellite Timing and Ranging – Global Positioning System**“ (NAVSTAR GPS)



GALILEO IN SPACE

Galileo is Europe's largest satellite constellation and the world's most precise satellite navigation system, delivering metre-level positioning accuracy to around four billion users worldwide. It currently comprises 28 satellites along three orbital planes, to ensure a minimum of four satellites are visible from anywhere on Earth.





**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

*„Wer etwas will, der findet Wege. Wer etwas
nicht will, findet Gründe.“ (Albert Camus)*