

Georeferenzierung, Koordinatensysteme

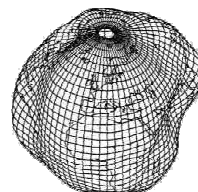
Georeferenzierung

= Verortung von Informationen im Raum => Zuordnung von Koordinaten

Problem: wünschenswert wäre ein rechteckiges Koordinatensystem,
die Erde ist aber ein unregelmäßiger 3-dimensionaler Körper

Approximation der Erde als **Sphäroid**:

- Kugel ($r = 6370 \text{ km}$) (*mathematische Definition*)
- Rotations-Ellipsoid (unterschiedliche Maße)
(*mathematische Definition*)
- Geoid (*physikalische Definition: Äquipotentialfläche*)



(home.arcor.de/m.panitzki/html/navigation/karte.hat)

Erde als Ellipsoid

Rotations-Ellipsoid

- große Halbachse: 6378 km
- kleine Halbachse: 6356 km (= 0.996 der gr. Halbachse)

Verschiedene Ellipsoide

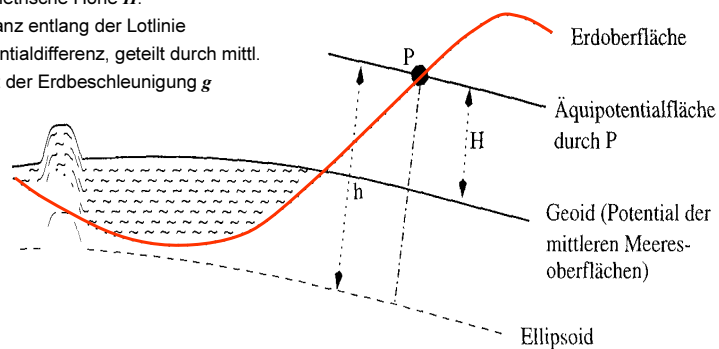
- nach Hayford (*UTM, Europa*)
- nach Clarke (1866) (*UTM, Nordamerika*)
- nach Clarke (1880) (*UTM, Afrika*)
- nach Krassovsky (*Warschauer Pakt*)
- nach Bessel (1941) (*Gauß-Krüger*)
- Internationale Referenzellipsoide

Geoid

Ellipsoidische Höhe h

Orthometrische Höhe H :

- Distanz entlang der Lotlinie
- Potentialdifferenz, geteilt durch mittl. Wert der Erdbeschleunigung g



(Bartelme 2000)

→ Maximale Höhendifferenz zwischen Geoid und bestangepasstem Ellipsoid sollte < 100 m sein

Koordinative Bezugssysteme

1. Festlegen eines **Datums** = Verankerung im Raum: Koordinatenursprung, Anordnung, Ausrichtung und Skalierung der Koordinatenachsen
 - geodätisch (3D-Lagebezug)
 - vertikal (Höhenbezug, kein Lagebezug)
 - nicht-geodätisch (kein Lagebezug)
2. Festlegen des **Koordinatensystems**
 - geodätisch (*Winkel*)
 - kartesisch (*rechtwinklig*)

Geodätisches (geographisches) Koordinatensystem

1. **Breite** (*Winkel φ*)
2. **Länge** (*Winkel λ*)
3. **Höhe** (*ellipsoidisch oder orthometrisch*)

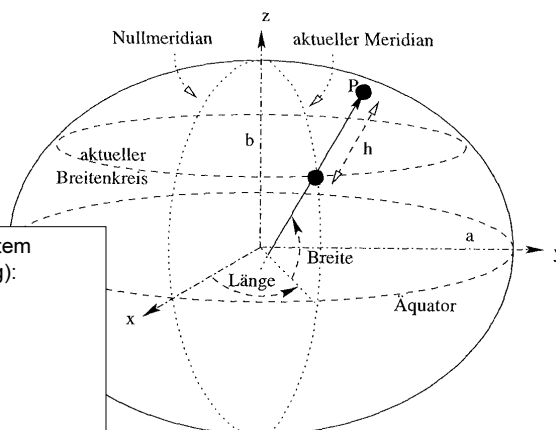
Umrechnung in Kartesisches System
(für gleichen Koordinatenursprung):

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (N + h) \cdot \cos \varphi \cdot \cos \lambda \\ (N + h) \cdot \cos \varphi \cdot \sin \lambda \\ [N \cdot (1 - e^2) + h] \cdot \sin \varphi \end{pmatrix}$$

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi}}$$

a = große Halbachse des Ellipsoids

e = numerische Exzentrizität des Ellipsoids



(Bartelme 2000)

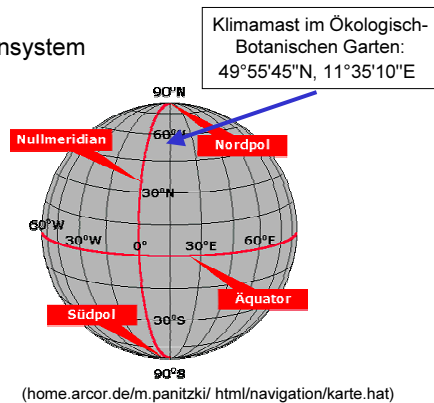
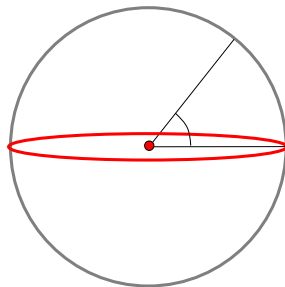
Geodätisches (geographisches) Koordinatensystem

Bezug:

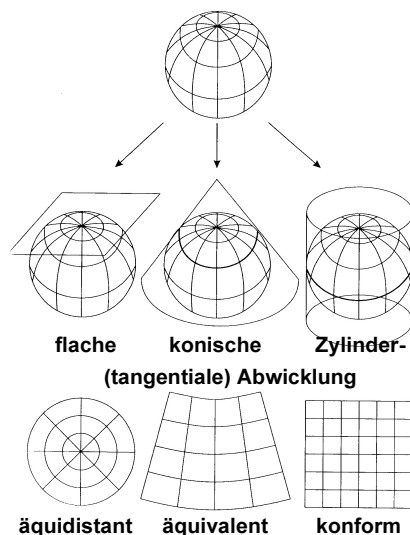
- Längengrad (*Longitude*): Nullmeridian durch Greenwich
- Breitengrad (*Latitude*): Äquator

Vorteil: Eindeutigkeit

Nachteil: kein rechteckiges Koordinatensystem



2-D-Projektionen



(Bonham-Carter 1994)

jede Abbildung ist ein **Kompromiss** zwischen unterschiedlichen

Anforderungen:

- Winkeltreue = Konformität
- Längentreue = Äquidistanz
- Flächentreue = Äquivalenz

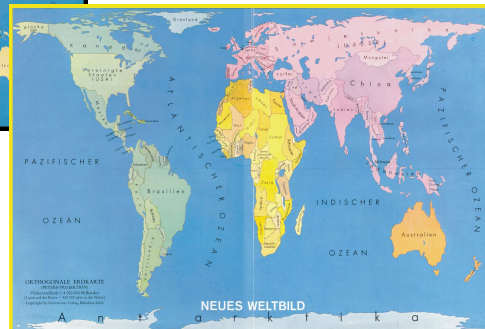
=> umso wichtiger, je kleiner der Maßstab der Karte

Weltbilder



Mercator-Projektion:

- winkeltreu
- nicht flächentreu
- nicht längentreu
- annähernd formtreu



Orthogonale Karte (Peters):

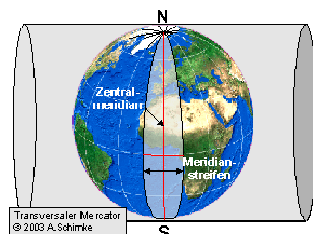
- annähernd flächentreu
- annähernd längentreu
- nicht formtreu

(http://www.heliheyn.de/Maps/Ungarn_E.htm)

Transversale Mercator-Projektionen

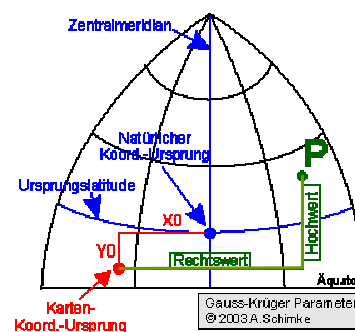
- Gauß-Krüger
- Krassovsky
- Universal Transversal Mercator (UTM)

Prinzip:



Transversaler Mercator
© 2003 A. Schimke

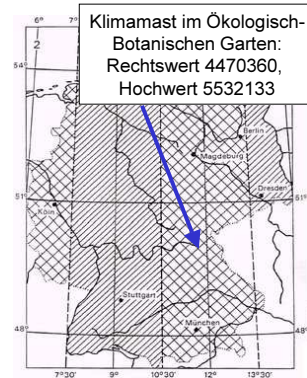
(<http://www.olanis.de/knowhow/mappj/mappj5.shtml>)



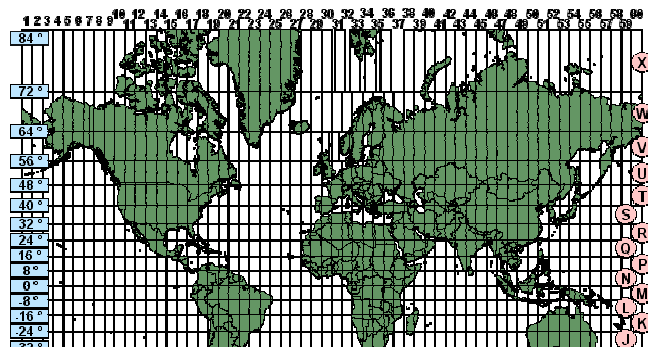
Gauß-Krüger Parameter
© 2003 A. Schimke

Gauß-Krüger

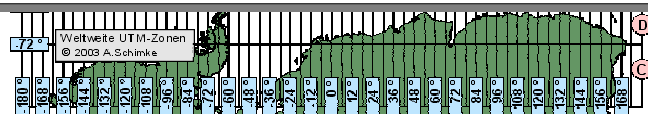
- Carl Friedrich Gauß (1827 - 1860): topografische Landesaufnahme des Landes Hannover
- Johann Heinrich Louis Krüger (1912): "Konforme Abbildung des Erdellipsoids in der Ebene"
- Einführung als amtliche Vermessungsmethode in Deutschland 1927
- **Hauptmeridiane:** 3°, 6°, 9°, 12°, ...
- **Hochwert** (Northing) [m]
= Entfernung vom Äquator
- **Rechtswert** (Easting) [m]
= Entfernung vom Hauptmeridian
+ 500.000 + 10⁶ × (Hauptmeridian/3°)



UTM

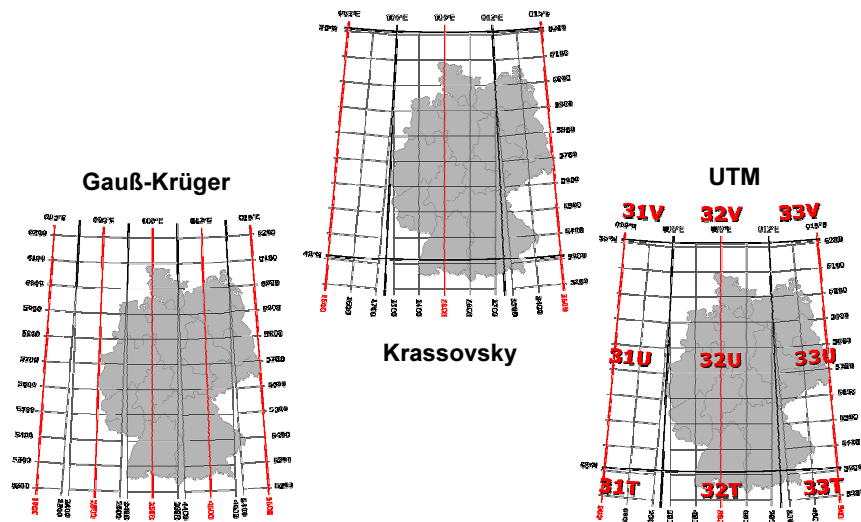


- 6°-Hauptmeridiane, Nummern, beginnend mit 180° Westlicher Länge
- 8°-Haupt-Breitengrade, Buchstaben, beginnend mit dem Südpol



(<http://www.olanis.de/knowhow/mapprj/mapprj5.shtml>)

Vergleich



Metadaten des Koordinatensystems

Beispiel:

Parameter	Wert
Bezugssystem	WGS84 (World Geodetic System 1984)
Datum	WGS84
Ellipsoid	WGS84
große Halbachse	6.378.137,0 m
Abplattung	1/298,2572263
Koordinatensystem	geodätisch (3D)
Achse 1, Richtung 1	Breite [°] nach Norden
Achse 2, Richtung 2	Länge [°] nach Osten
Achse 3, Richtung 3	ellipsoidische Höhe [m] nach oben

(Bartelme 2000)

Vereinfachte Ortsangaben

- Lage entlang 1-dimensionaler Strukturen, z.B.: Autobahn-km, Fluss-km, Straße und Hausnummer
- Zeilen- und Spaltennummer eines Rasters
- Umhüllende eines Objektes (z.B. Rechteck)