Kartenkunde und GPS – Teil 1

Pfadfinder Siedlung Hallimasch

Karte – was ist das?

Karten sind

- verkleinerte
- vereinfachte
- inhaltlich ergänzte und erläuterte

Grundrissbilder der Erdoberfläche oder Teilen davon

Kartentypen

Man unterscheidet:

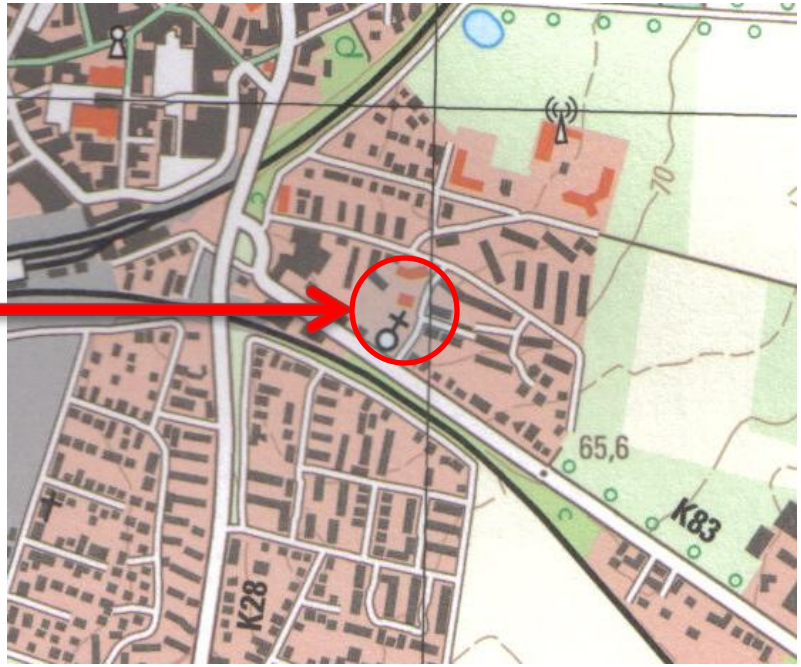
- Atlanten oder Weltkarten
- Straßenkarten
- Radwanderkarten
- (Stadtpläne)
- Wanderkarten
- **Topografische Karten (TOP-Karten)**
- (Seekarten)
- (Fliegerkarten)

ungenau

genau

Spezialkarten

Verkleinern & generalisieren



Maßstab gibt den Verkleinerungsfaktor an

Im Beispiel: 1:25 000

Maßstab 1:25000

1cm der Karte entspricht 250 m der Natur

Meter 500 250 0 0,5 1,0 1,5 Kilometer

Vergrößern?

Beispiel: Am Radeland

Straße ist etwa 4-5 Meter breit

verkleinert auf den Maßstab 1:25 000

wäre die Straße nur 0.16 bis 0.20 mm breit

Beispiel: Am Radeland

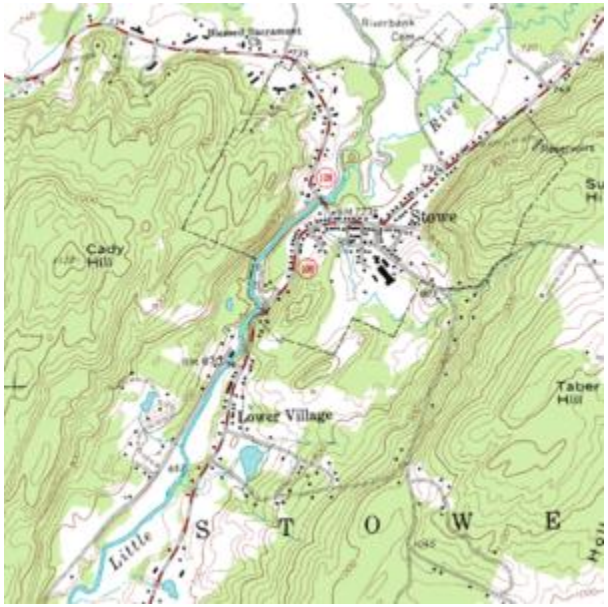
Auf der Karte ist die Straße aber mind. 0.4 mm breit, sprich:

Die Straße wurde für die Karte vergrößert, damit sie besser zu erkennen ist.

Geländedarstellung

- Erdoberfläche als dreidimensionaler Raum muss in der Ebene möglichst genau abgebildet werden
- Dazu wird die dritte Dimension (die Höhe) in die Ebene projiziert
- Dies erfolgt mit den sogenannten Höhenlinien in TOP-Karten

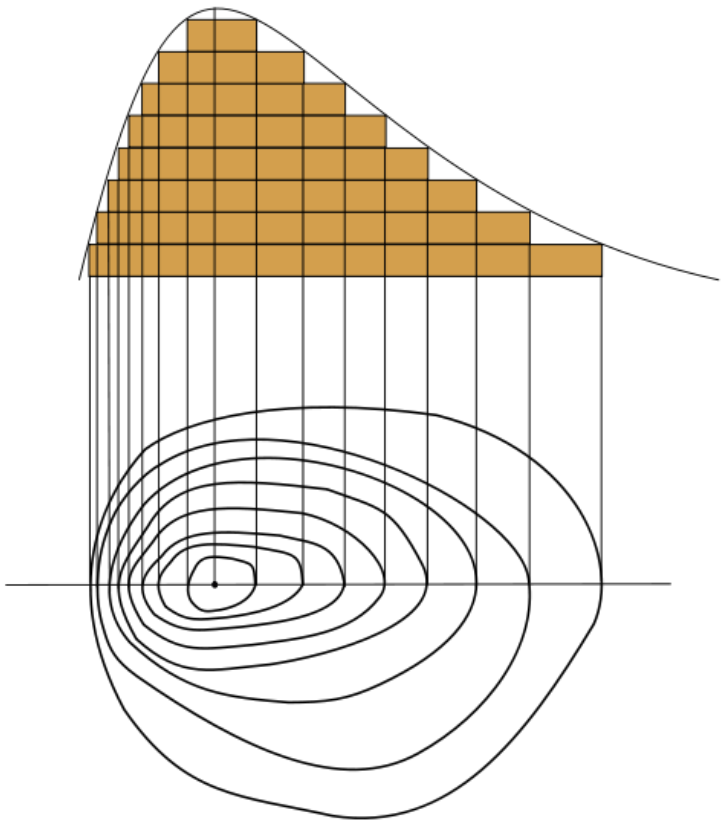
Höhenlinien allgemein



Höhenlinien, auch Isohypsen genannt, stellen sehr exakt die absolute Höhe der Landschaft dar

- Der Abstand zwischen den Höhenlinien nennt man Äquidistanz
- Eine Linie stellt immer die gleiche Höhe dar und spiegelt daher die Unebenheit des Geländes wider
- Die Äquidistanz ist für ein Kartenwerk festgelegt, kann aber je nach Maßstab und Geländeform unterschiedlich sein

Geländeform aus Höhenlinien



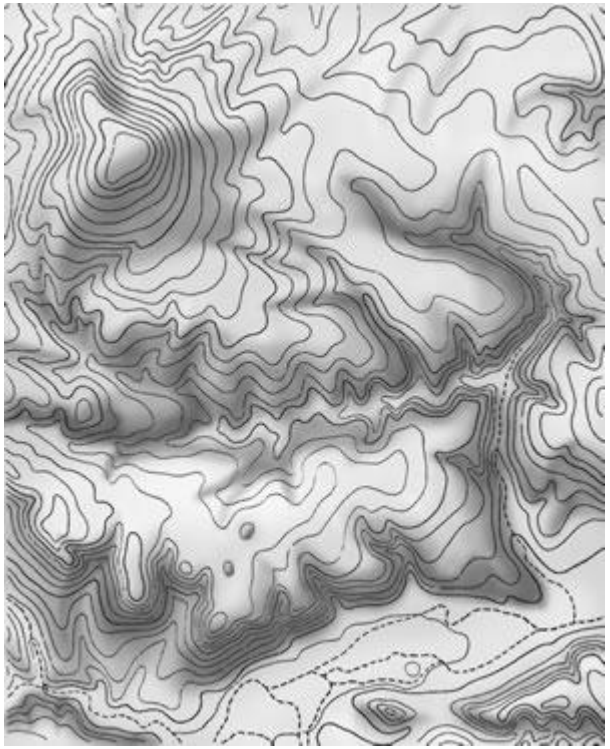
Auf TOP Karten 1:25 000 ist die Äquidistanz üblicherweise 10 m

Im Hochgebirge beträgt die Äquidistanz auch auf 1:25 000 Karten 20 m

Je dichter die Höhenlinien zusammenliegen, desto steiler ist der Hang.

Folglich repräsentieren große Abstände zwischen den Höhenlinien einen flachen Anstieg.

Plastische Geländeform

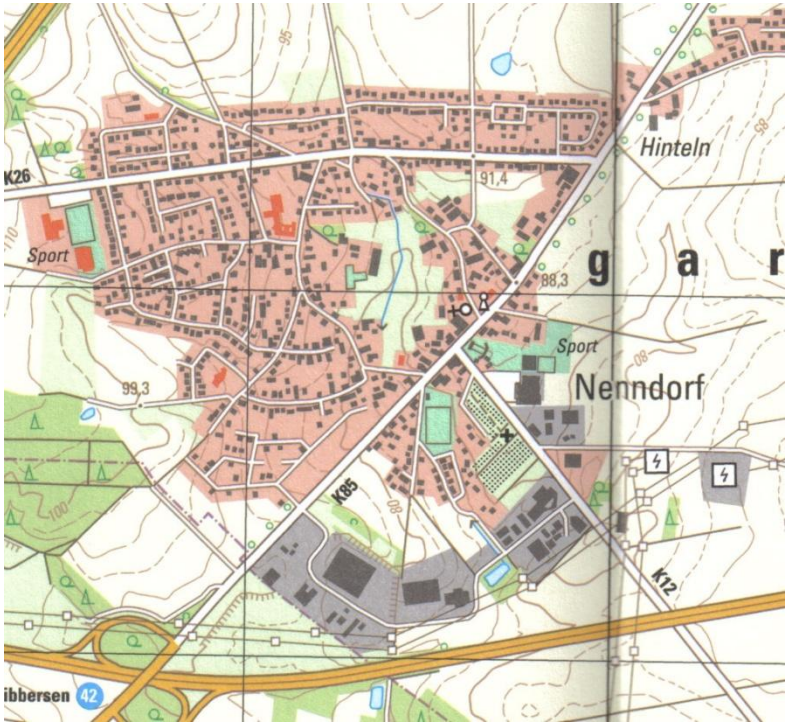


Höhenlinien sind relativ abstrakt, es fehlt oft die Vorstellung vom Gelände

Sogenannte Schummerungen können die Geländeform plastischer machen und wirken leichter verständlich

Sogenannte Schummerungen können die Geländeform plastischer machen und wirken leichter verständlich

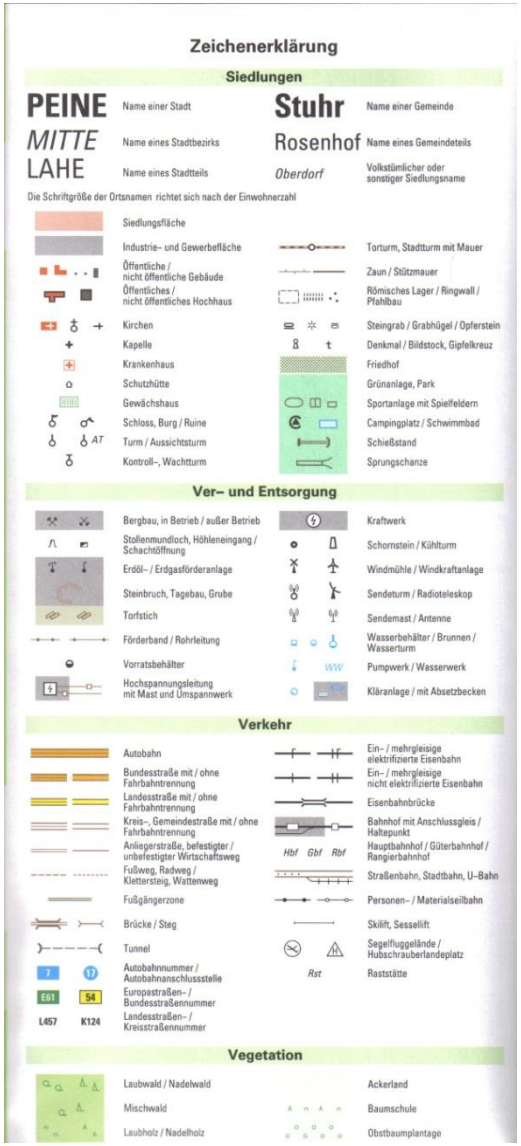
Signaturen



Signaturen dienen der Situationsdarstellung und müssen möglichst eindeutig sein

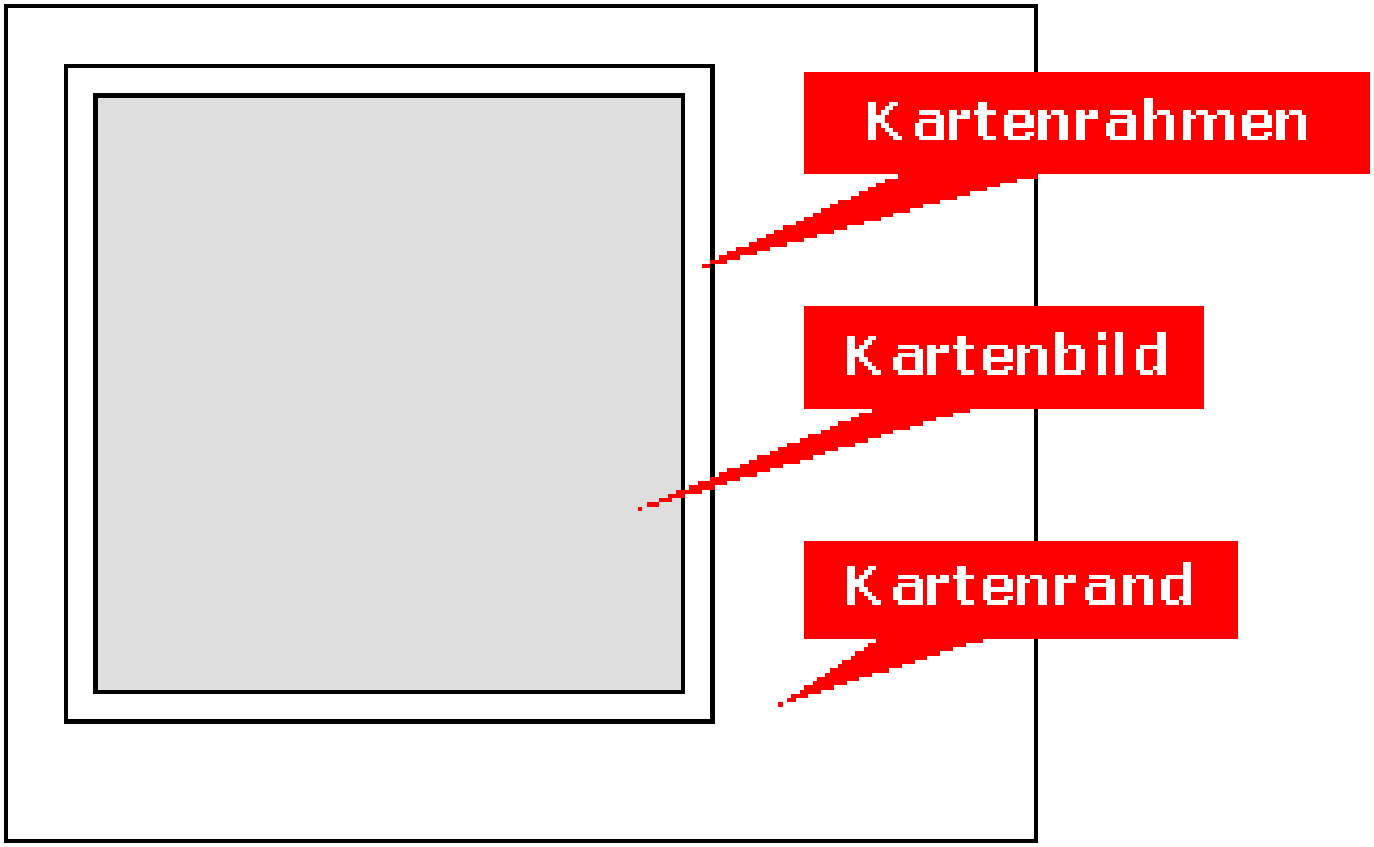
Signaturen brauchen meist eine Erklärung , daher gibt es auf Karten immer eine Legende. Diese erläutert die auf der Karte verwendeten Signaturen

Legende

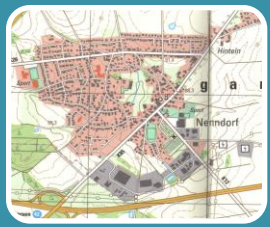


- Gewässer sind meist blau
- Vegetation meist grün
- Siedlungsfläche meist rosa
- Industrieflächen meist grau
- Straßen je nach Größe
  - rot/orange für Autobahnen/Bundesstraßen
  - gelb für Landesstraßen
  - weiß alle übrigen Straßen
- Spezielle Gebäude haben typische Symbole
  - Kirchen
  - Windmühlen/Windräder
  - Funktürme

Formaler Kartenaufbau



Formaler Kartenaufbau

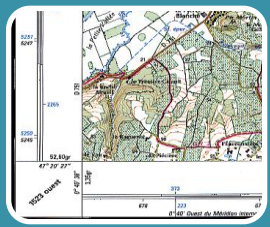


Kartenbild

- Eigentliche Karte mit Abbildung der Landschaft
- Sogenanntes Kartenfeld

Kartenrand

- Enthält Zusatzinformationen wie Zeichenerklärung
- Bezugssystem für die geodätischen Daten

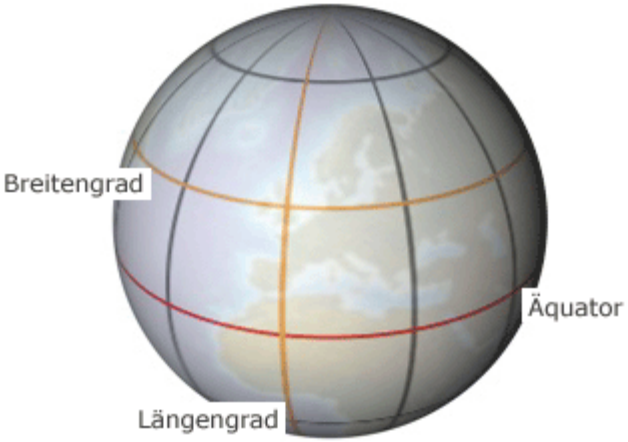


Kartenrahmen

- Wichtig für die Kompass- und GPS-Navigation
- Positionsangaben und geografische Daten

Geodätische Daten

- Geodäsie ist die Wissenschaft von der Ausmessung und Abbildung der Erdoberfläche
- Geodätische Daten werden benötigt, um jeden beliebigen Punkt auf der Erdoberfläche zu finden und dessen Position eindeutig zu beschreiben
- Auf die Erdoberfläche wird zu diesem Zweck ein gedachtes Gitternetz gelegt, in dessen Sektoren jeder Punkt eindeutig bestimmt werden kann.

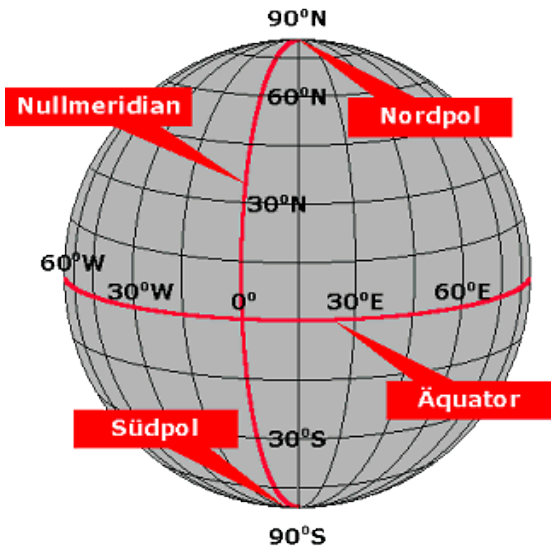


Erde als Kugel

- Griechen wussten schon: Die Erde ist eine Kugel
- Bereits 200 vor Christus wurde der Erdumfang auf 32 km genau gemessen
- Für Karten mit kleinem Maßstab und für einfache Navigationen ist es vollkommen ausreichend, die Erde als Kugel zu betrachten

Geografische Koordinaten

- Geografische Koordinaten basieren auf der Kugel
- Man unterscheidet Längengrade und Breitengrade
- Längengrade gehen vom Nordpol zum Südpol und teilen die Erde in 360 kleine Teile
- Breitengrade sind parallel zum Äquator angeordnet und jeweils 90 Linien gehen vom Äquator nach Norden bzw. nach Süden

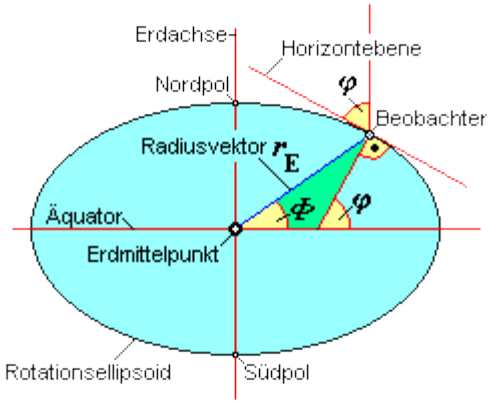


- Geografische Koordinaten werden in Grad, Bogenminute und Bogensekunde gemessen
- Ein Grad hat 60 Bogenminuten
- Eine Bogenminute hat 60 Bogensekunden

Erde als Ellipsoid

- Newton fand heraus: Die Erde ist an den Polen abgeflacht, am Äquator dagegen aufgewölbt
- Die Erde ist also ein Rotationsellipsoid
- Es wurden verschiedene Ellipsoide für verschiedene Regionen der Erde berechnet

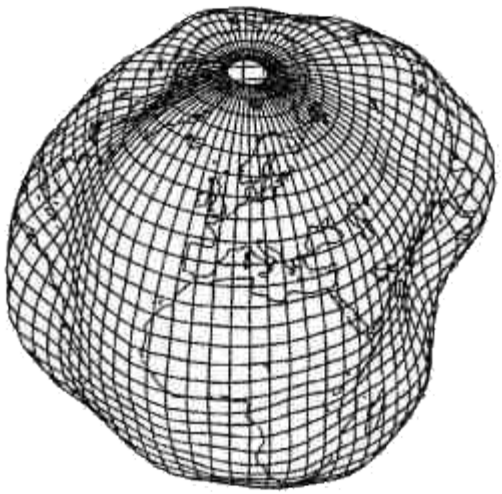
Geografische und geozentrische Breite



Besselscher Ellipsoid	**Potsdam Datum**	**a=6377,397 km**	**b=6356,079 km**
Internationaler Ellipsoid	**ED50**	**a=6378,388 km**	**b=6356,912 km**
European Terrestial Reference System	**ETRS89**	**a=6378,137 km**	**b=6356,752 km**
World Geodetic System 1984	**WGS84**	**a=6378,137 km**	**b=6356,752 km**

Erde ist ein Geoid

- Erde hat keine regelmäßige Form
- Eine solche Figur wird Geoid genannt
- Geoide lassen sich mathematisch schwer berechnen
- Daher verwenden Kartografen ein Ellipsoid als Bezugssystem



- Das zur Berechnung verwendete Bezugssystem heißt in der Kartografie das geodätische Datum
- In Deutschland bezogen sich die Kartografen auf das Potsdam Datum
- Das Potsdam Datum wird durch ETRS89 ersetzt, welches analog zu dem in GPS-Systemen verwendetem WGS84 ist

Kartennetzentwürfe

Das größte Problem der Kartografie ist es, die gekrümmte Oberfläche der Erde auf eine ebene Fläche (der Karte) möglichst exakt zu projizieren.

Dies gelingt nur mit Einschränkungen, denn eine Strecke auf einer Krümmung ist immer länger, als eine maßstabsgetreue Länge auf einer Ebene.

Krümmung „plattdrücken“

Längen- oder Winkeltreu?

Die Krümmung der Erde hat also zur Folge, dass

- Karten entweder längentreu sind (Länge auf der Erde ist maßstabsgerecht auf die Karte übertragen), dann stimmen aber die Winkel nicht mehr

  ➡ wichtig für Wanderer

- Karten winkeltreu sind (Winkel auf der Erde sind exakt auf die Karte projiziert), dann stimmen die Längen nicht mehr

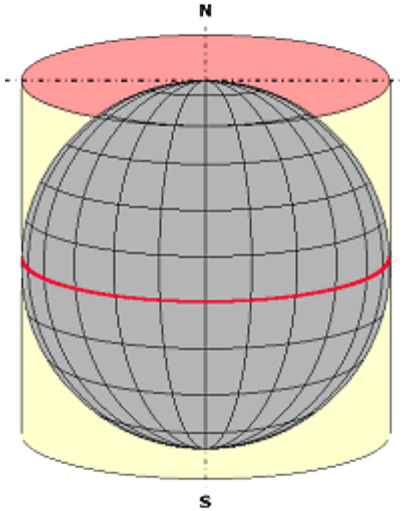
  ➡ wichtig für die Seenavigation

Projektionen

Um die Abweichungen so klein wie möglich zu halten, gibt es verschiedene Projektionen.

Alle basieren auf der 1569 von Gerhard Mercator entwickelten Projektion.

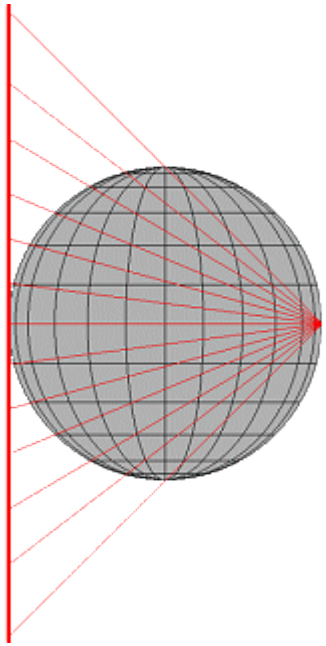
Dabei wird ein Zylinder um den Äquator gelegt, und die Kontinente auf diesen Zylinder „abgepaust“.



Was passiert bei dieser Art des Abpausens?

Mercator-Projektion

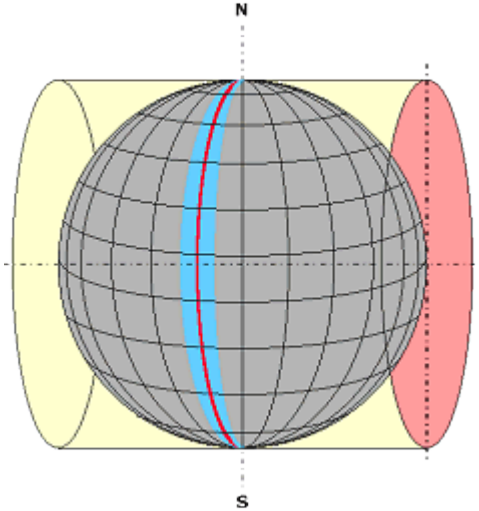
Die Mercator-Projektion führt zu starken Verzerrungen!

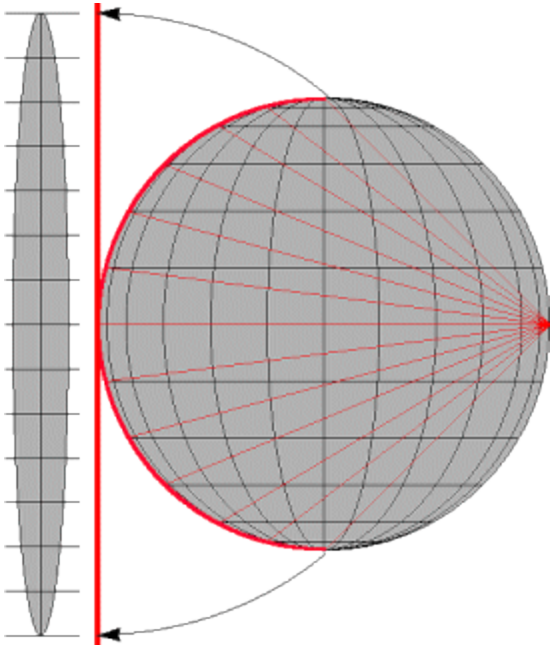


Dies wird auf noch heute gebräuchlichen Mercatorkarten deutlich, wenn man z.B. Grönland mit Afrika vergleicht

Transversale Mercatorprojektion

Um die Verzerrungen in Kartenwerken möglichst klein zu halten, wurde von Carl Friedrich Gauß die transversale Mercatorprojektion entwickelt.





Verzerrungen sind dort am geringsten, wo der Zylinder die Erdoberfläche berührt. Wenn der Zylinder sehr klein gehalten wird, dann sind die Verzerrungen zum Rand hin relativ gering.

Gauß-Krüger-Koordinaten

Die von Gauß entwickelten Projektion wurde von Johann Heinrich Louis Krüger veröffentlich und diente seit 1923 im deutschsprachigen Raum als das gebräuchlichste Koordinatensystem für topografische Kartenwerke.

- Das Gauß-Krüger Koordinatengitter besteht aus 3° breiten Meridianstreifen
- Jeder Meridianstreifen hat einen Mittelmeridian
- Von diesem beträgt die maximale Projektion nach Osten und Westen jeweils 1°30‘ (sogenannte Zone)
- Die Koordinaten selbst werden in Metern (Rechtswert) bzw. Kilometer (Hochwert) angegeben
- Bezugsellipsoid: Bessel- oder Krassowski-Ellipsoid

UTM-Koordinaten

- Das UTM (Universal Transverse Mercator) Koordinatengitter besteht aus 6° breiten und in Nord-Süd-Richtung 8° langen Meridianstreifen
- Jeder Meridianstreifen hat einen Mittelmeridian
- Von diesem beträgt die maximale Projektion nach Osten und Westen jeweils 3°
- Die Nord-Süd-Zonen sind mit Buchstaben bezeichnet, die Ost-West-Zonen mit Zahlen
- Deutschland liegt überwiegend in der Zone 32U
- Die Koordinaten selbst werden in Metern angegeben
- Das UTM-System löst Gauß-Krüger-Koordinaten ab und wird weltweit genutzt
- Bezugsellipsoid: WGS84 bzw. GRS80