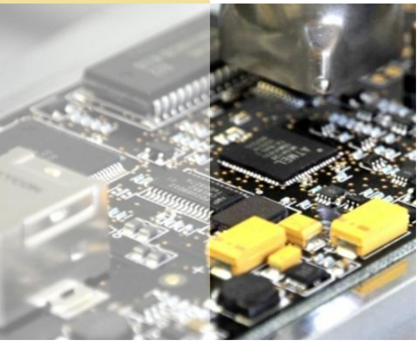
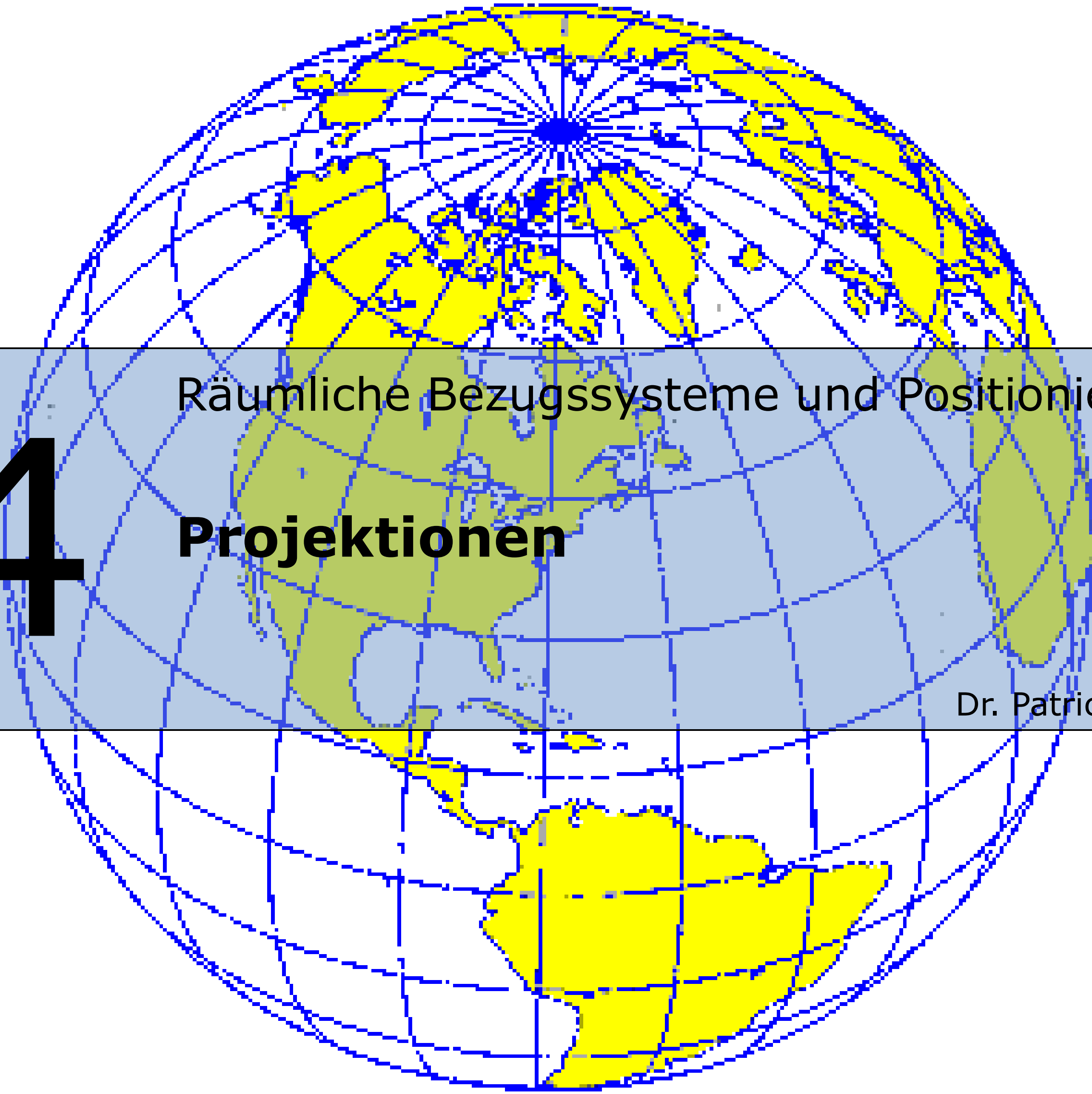
HOCHSCHULE DEGGENDORF
University of Applied Sciences



Modul O-60: **Räumliche Bezugssysteme und Positionierung**

Dr. rer. nat. Patrick Reidelstürz (Diplom Forstwirt)

A N G E W A N D T E   I N F O R M A T I K   -   I N F O T R O N I K



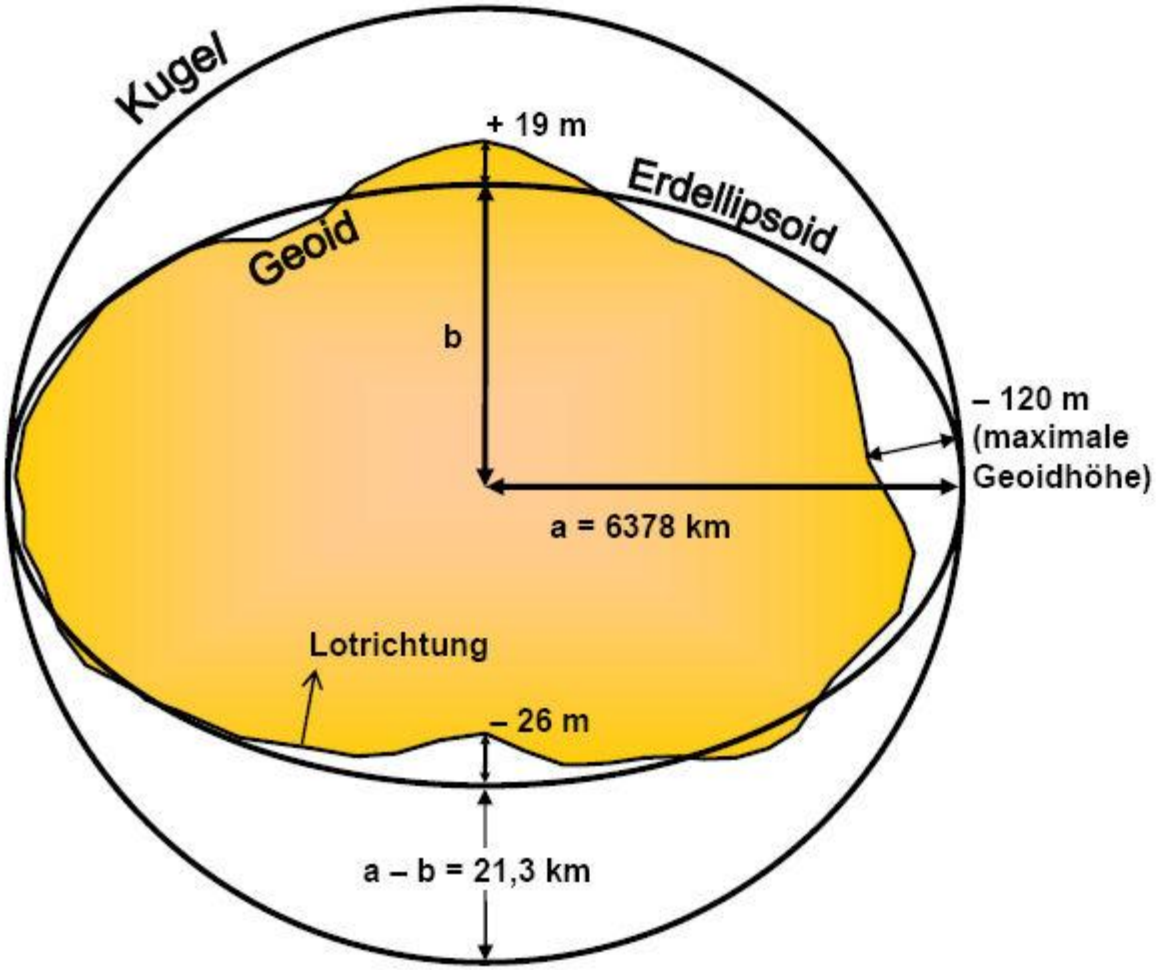
04

Räumliche Bezugssysteme und Positionierung

Projektionen

Dr. Patrick Reidelstürz

Grundlagen aus dem Kapitel „Erdvermessung“



Quelle: http://www.fe-lexikon.info/images/geoid1.jpg

Geoidundulation

Rotationselipsoid

leicht zu berechnen

Idealisierte Näherung

Geoid

Mathematisch nicht nachzubilden
sehr aufwendig zu messen
sehr genau

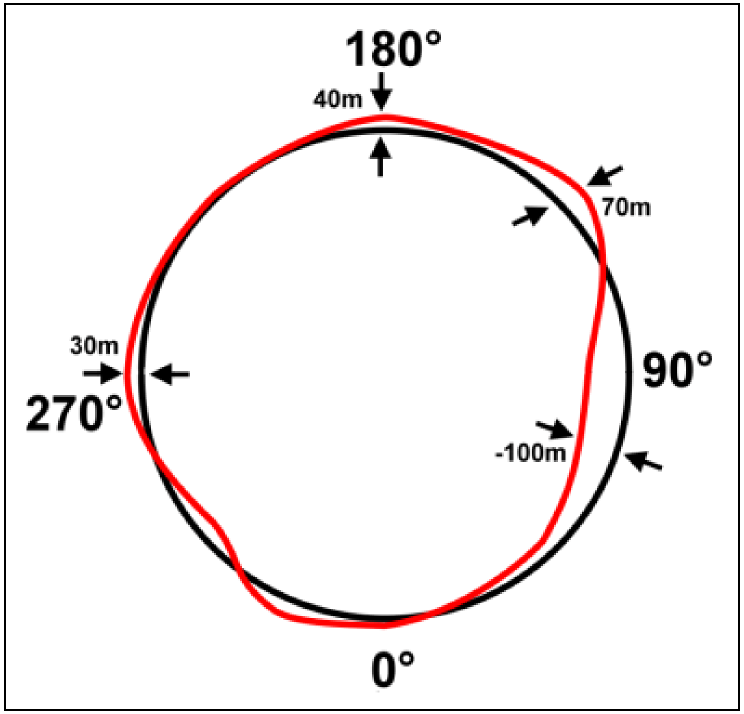
mit Fehlerkorrektur!

Verwendung des Rotationselipsoids

Um den Fehler zwischen dem Rotationsellipsoid und Geoid zu eliminieren:

Bestimmung der Abweichungen durch systematische Messungen.

Diese Abweichungen werden als **Geoidundulation** bzw. Geoidhöhe bezeichnet.



Quelle: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/41/Geoundaequrp.png

Veranschaulichung der Schwerevariation entlang des Äquators, bezogen auf eine kreisförmige Referenzfläche (schwarz).

Geoidundulation N = h – H

h= ellipsoidische (geometrische) Höhe (h)

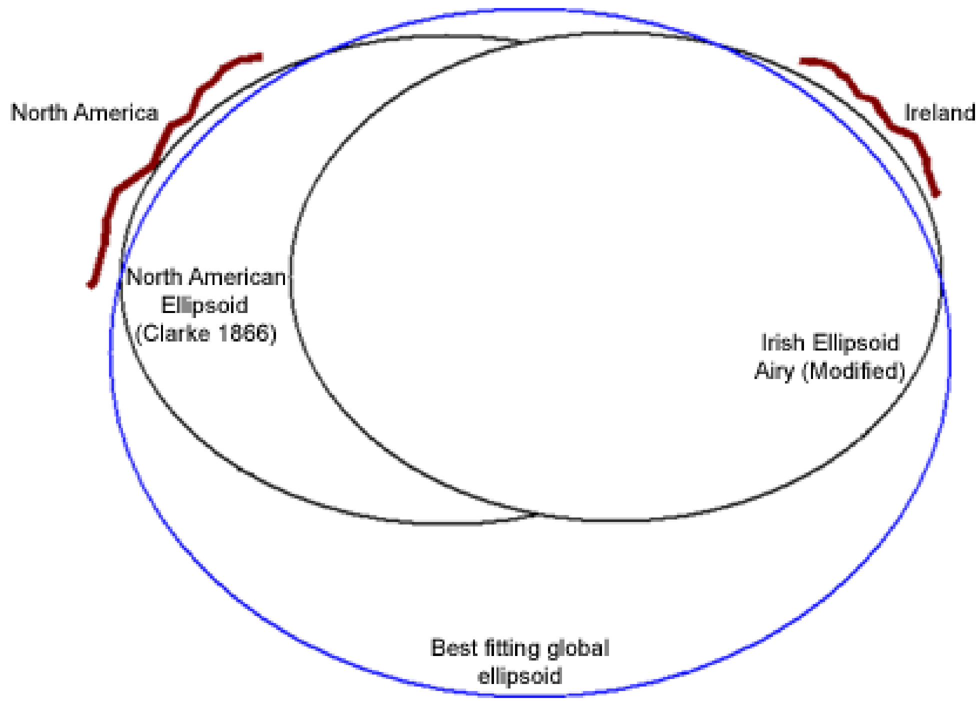
H= Orthometrische (Physikalische Höhe, Geoid) (H)

Referenzellipsoide

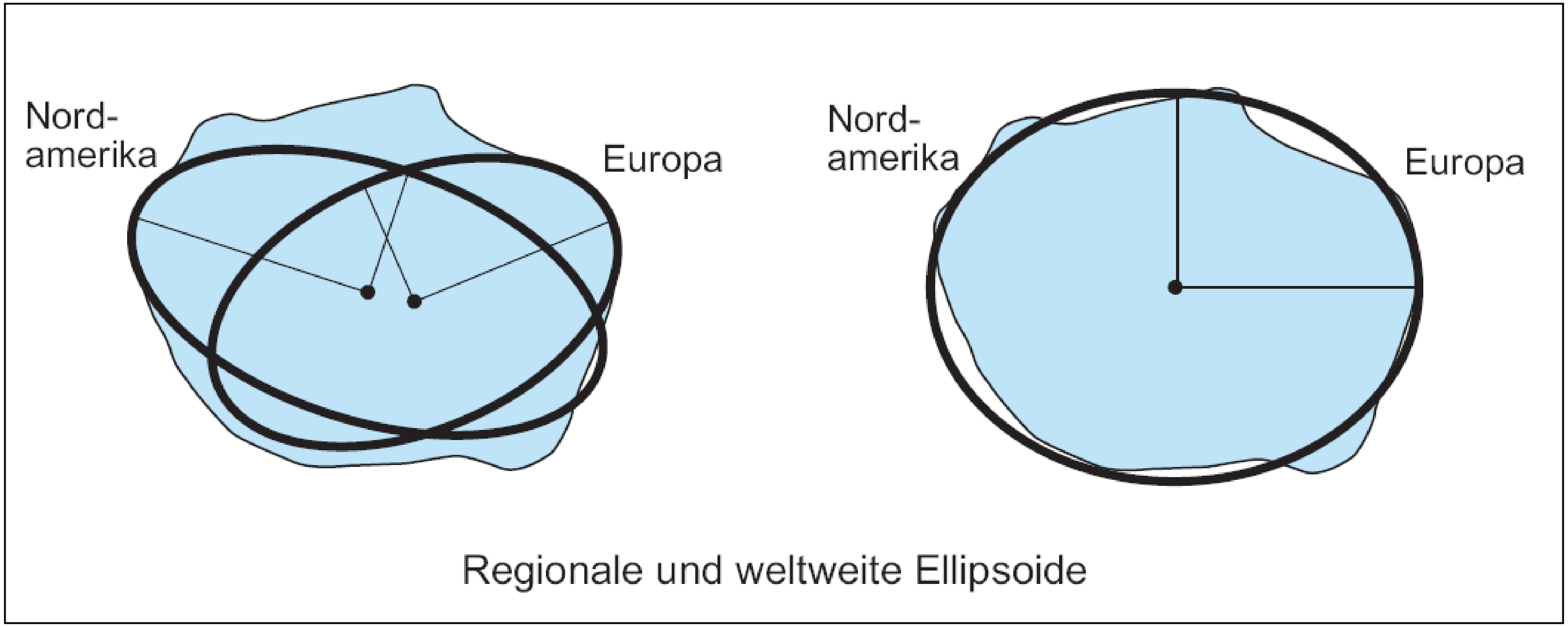
In verschiedenen Regionen werden verschiedene Referenzellipsoide benutzt.

Die Geoidundulation soll lokal möglichst gering sein.

Man verwendet daher Referenzellipsoide, die sich lokal am besten an die Geoidgestalt der Erde „schmiegen“.



http://www.osi.ie/images/gps/reference_ellipsoid.gif



Die folgende Grafik erläutert die Problematik regionaler Ellipsoide in Bezug auf die weltweite Verwendung. Um die ganze Welt annähernd genau abzubilden, benötigen Sie ein weltweites Ellipsoid wie das GRS80. Die Annäherung der Ellipsoide an das Geoid ist hier stark übertrieben dargestellt.

Abweichungen zwischen Ellipsoid und Geoid

(Geoidundulation, Geoidhöhe):

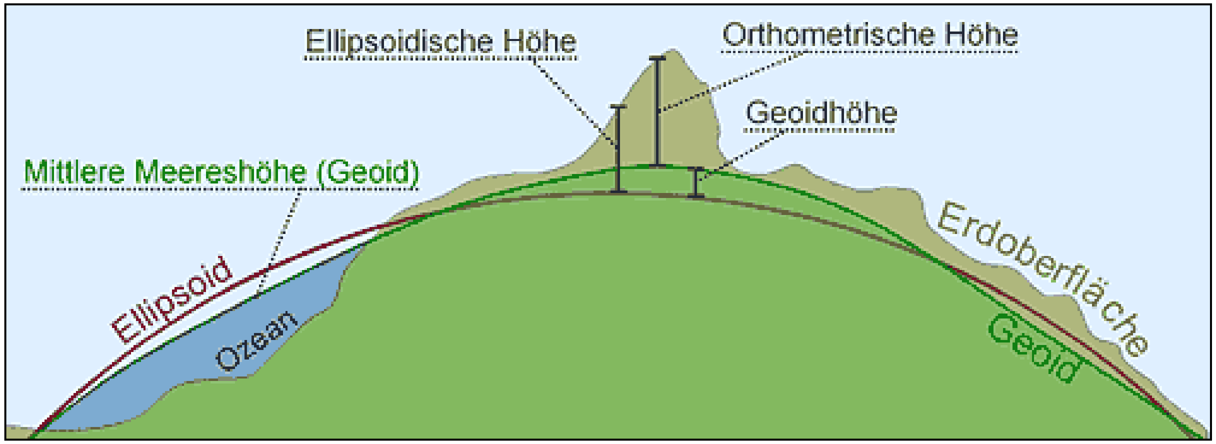
→ Global: Werte zwischen -108 m und + 82 m (BOLLMANN & KOCH 2002)

→ Variieren auf 1000km um etwa +- 30m

Begriffe:

Erdoberfläche, Geoid (mittlere Meereshöhe), Ellipsoid

Geoidhöhe (N), Ellipsoidische Höhe (h), Orthometrische Höhe (H)



Quelle: http://www.kowoma.de/gps/geo/mapdatum.htm

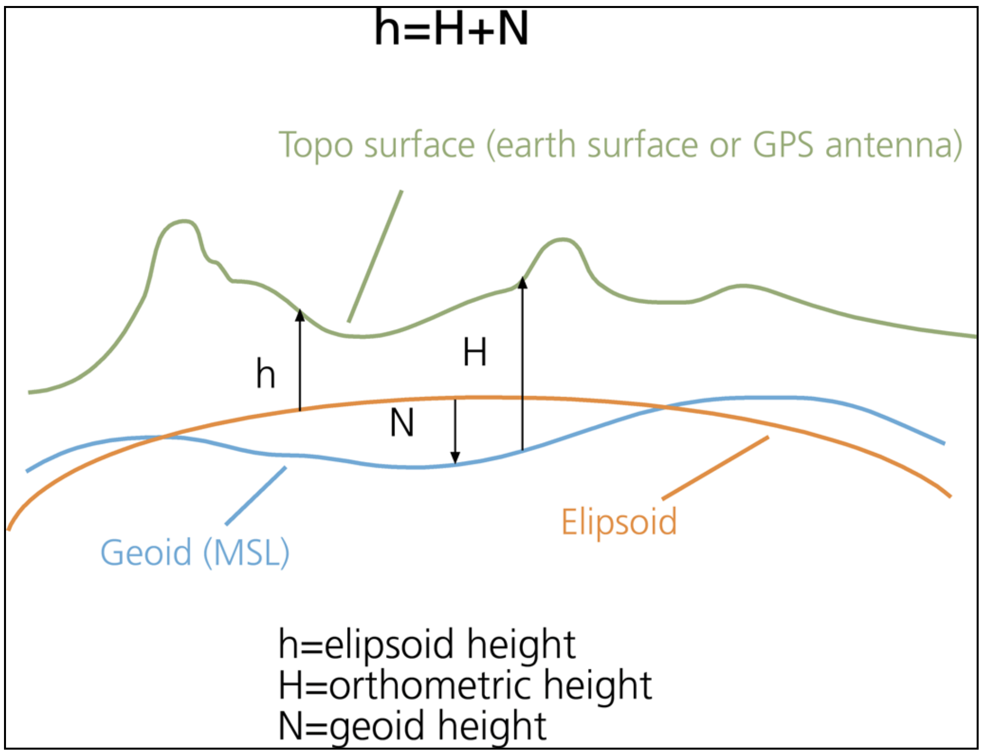
Abweichungen zwischen Ellipsoid und Geoid

(Geoidundulation, Geoidhöhe):

<u>Begriffe:</u>

Erdoberfläche, Geoid (mittlere Meereshöhe), Ellipsoid

Geoidhöhe (N), Ellipsoidische Höhe (h), Orthometrische Höhe (H)



Geoidundulation N = h – H

(=Geoidhöhe)

Projektionen - Einleitung

Projektionen

= Kartennetzentwürfe

= Kartenabbildungen

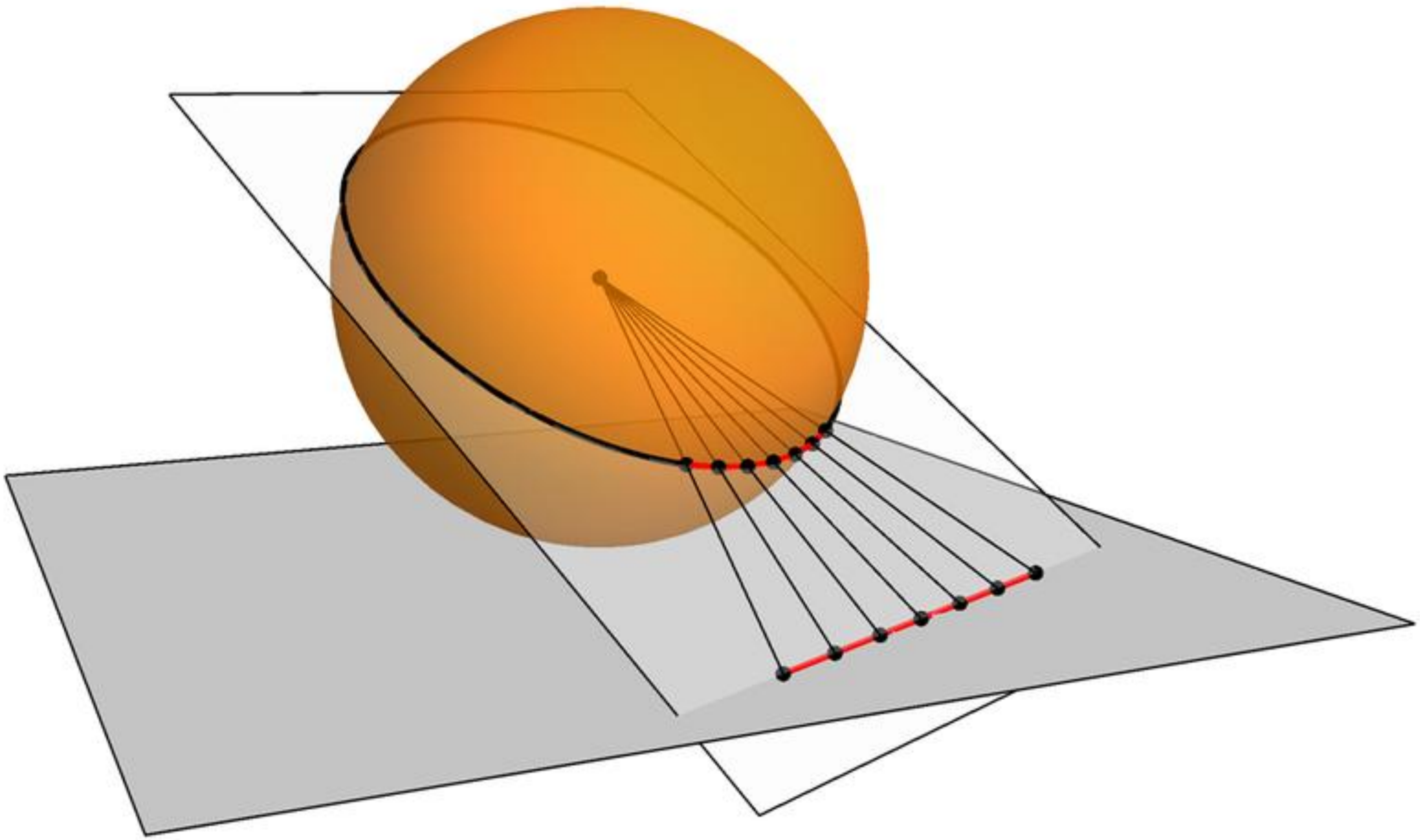
= Kartenprojektionen

→ Methoden in der Kartographie, mit der man die gekrümmte Oberfläche der dreidimensionalen Erde auf die flache zweidimensionale Karte überträgt.

→ Das geschieht mit **Abbildungsvorschriften**, die man mathematisch ausdrücken kann

→ Kartenprojektionen können auch anschaulich graphisch oder geometrisch erklärt werden

Wie drücke ich die Schale einer Apfelsine in eine Ebene, ohne dass diese einreißt?



Quelle: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/70/Gnomonic.png/220px-Gnomonic.png

Diese Projektion von innen nach außen nennt man:

→ **Gnomonische Azimutalprojektion**

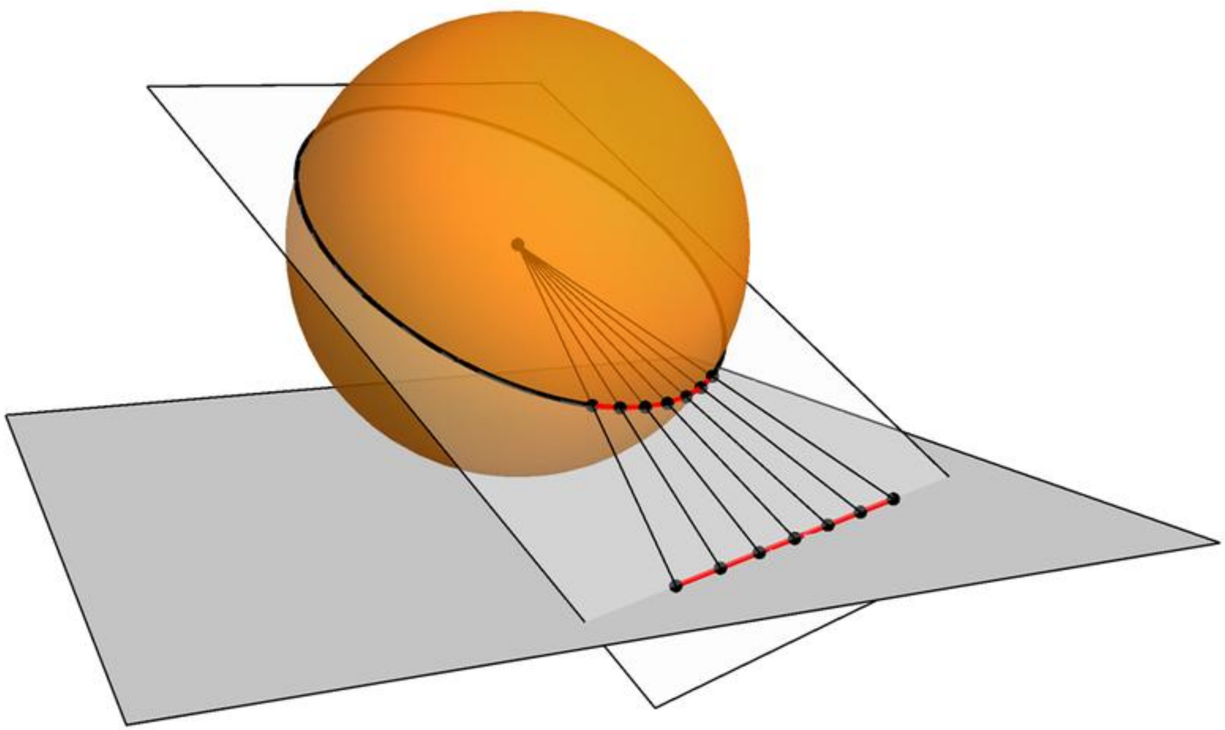
Es handelt sich um eine Zentralprojektion,
bei der das Projektionszentrum im Mittelpunkt des abzubildenden Körpers liegt

→ einigermaßen brauchbar

→ zeigt, dass es sich lohnt,

sich weiter über geeignete Projektionen Gedanken zu machen

Problem dieser **Gnomonischen Azimutalprojektion?**

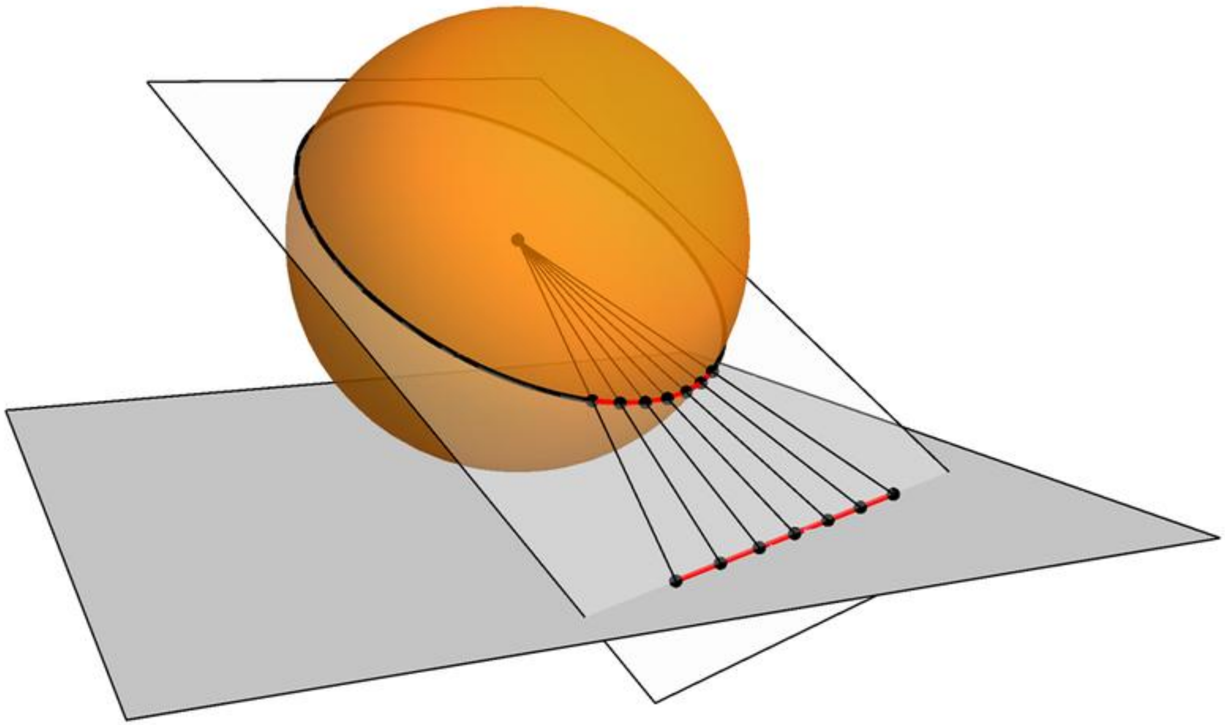


Quelle: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/70/Gnomonic.png/220px-Gnomonic.png

Problem dieser **Gnomonischen Azimutalprojektion?**

→ Starke Verzerrungen zum Rand

→ Strecken sind unterschiedlich skaliert (Längen)

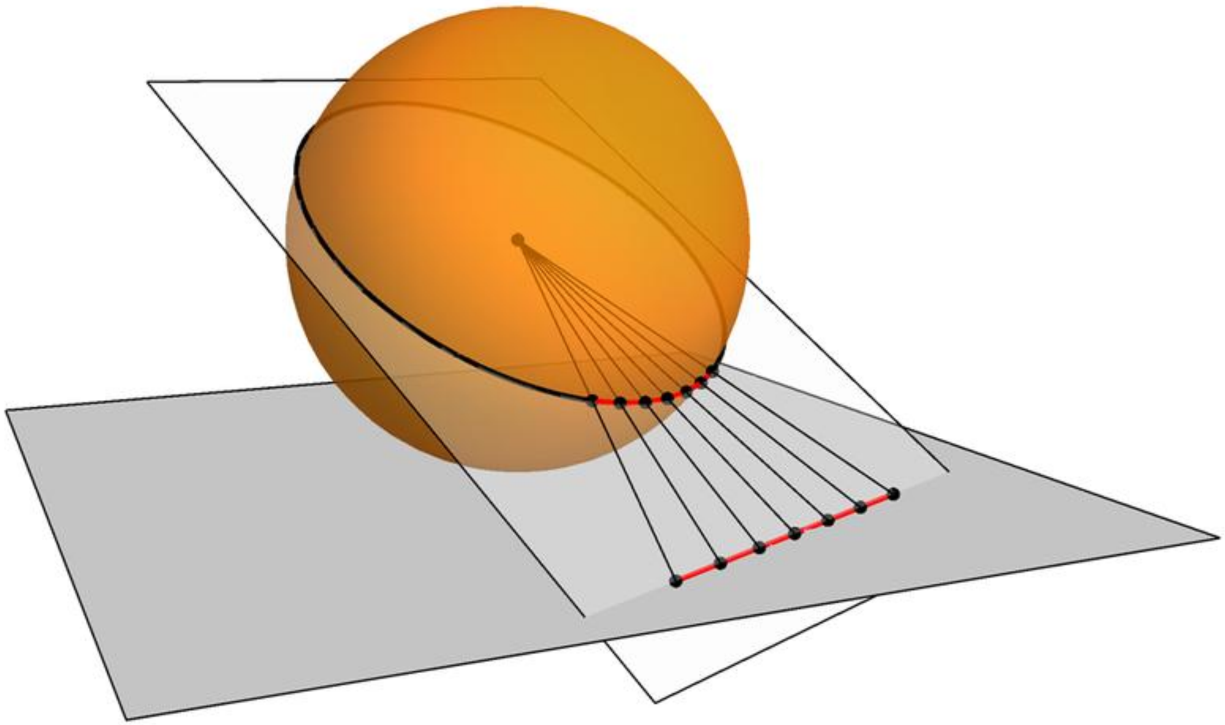


Vorteil der gnomonischen Azimutalprojektion: Geradentreu

→ alle Geraden auf der Kugel (Orthodrome) werden auch in der Projektion als Geraden abgebildet

→ Deshalb bis heute in Kombination mit winkeltreuen Karten angewendet bei:

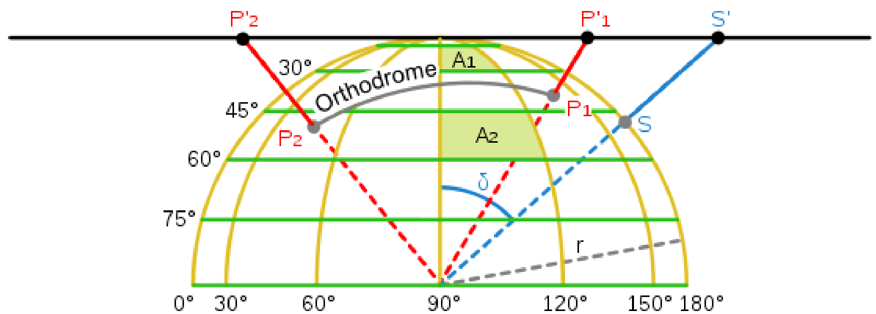
- Navigation zur See
- Navigation zur Luft, sowie zur
- Funknavigation



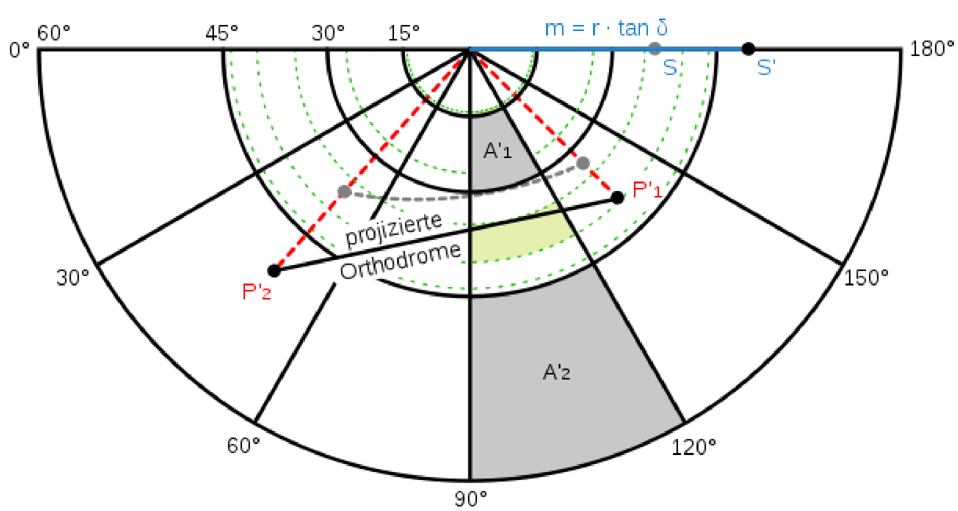
Will man von einem zu einem anderen Punkt navigieren, kann man durch Verbinden der Punkte in dieser Karte die Wegstrecke (wo?, nicht: wie weit?) ermitteln.

Aufgrund der nach außen hin zunehmenden Verzerrungen beschränkt man sich bei der Projektion auf einen Winkelbereich von maximal 60 Grad um die Mittelachse.

Seitenansicht:



Projektion:

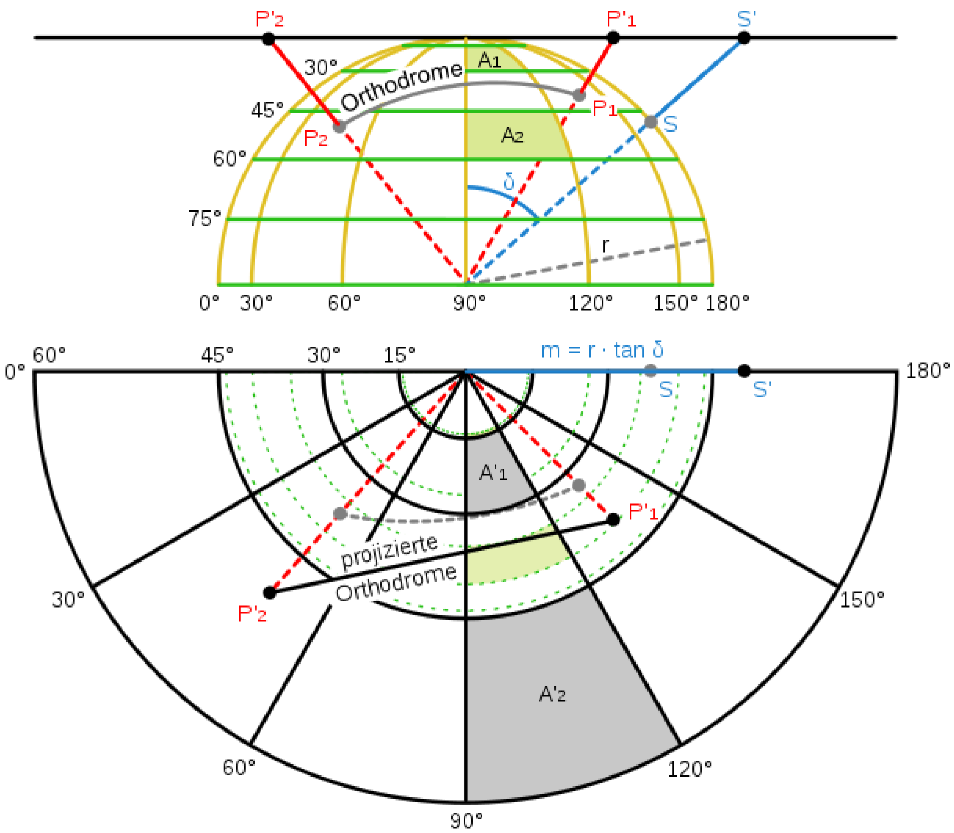


Quelle:
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/7f/Konstruktion_polstaendige_gnomonische_Azimutalprojektion.svg/220px-Konstruktion_polstaendige_gnomonische_Azimutalprojektion.svg.png

Anders ausgedrückt:

Seitenansicht:

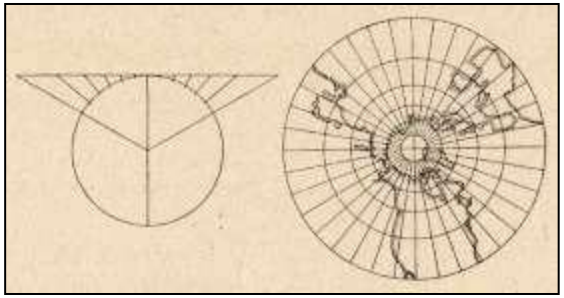
Projektion:



Quelle:
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/7f/Konstruktion_polstaendige_gnomonische_Azimutalprojektion.svg/220px-Konstruktion_polstaendige_gnomonische_Azimutalprojektion.svg.png

Gnomonische Azimutalprojektion:

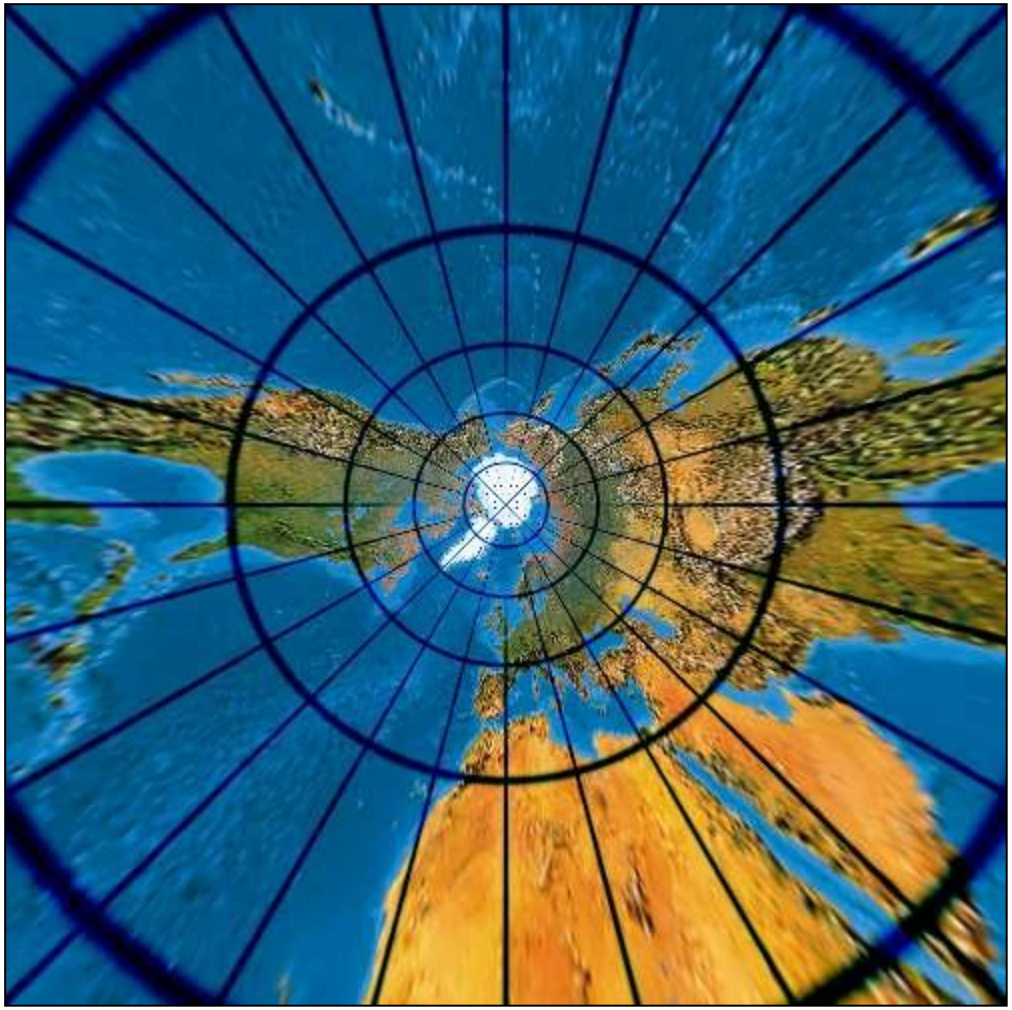
Projektion auf eine Tangentialebene vom Zentrum aus



Quelle: http://www.boehmwanderkarten.de/kartographie/is_netze_cyl.html

Gnomonische Azimutalprojektion:

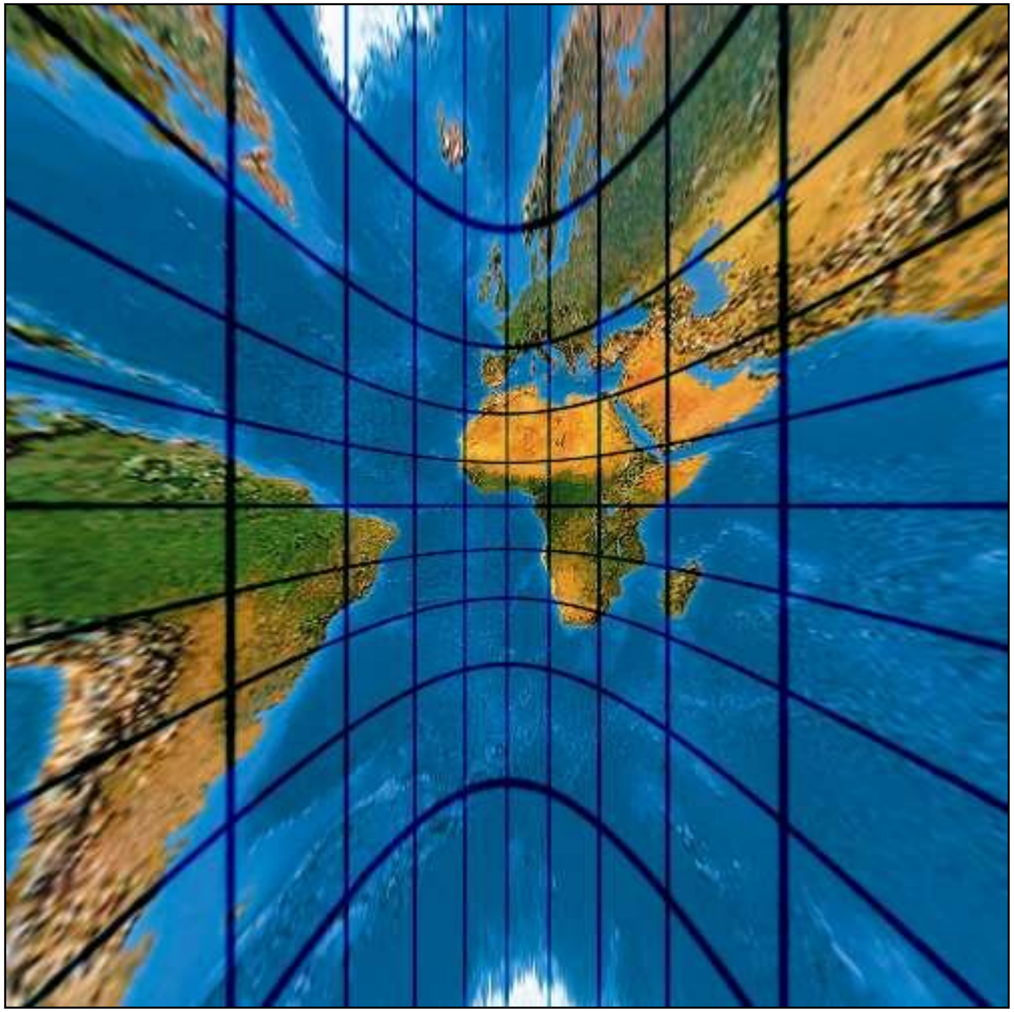
Beispiel: Projektion auf eine Tangentialebene am Nordpol



Quelle: http://www.boehmwanderkarten.de/kartographie/is_netze_cyl.html

Gnomonische Azimutalprojektion:

Beispiel: Projektion auf eine Tangentialebene am Äquator



Quelle: http://www.boehmwanderkarten.de/kartographie/is_netze_cyl.html

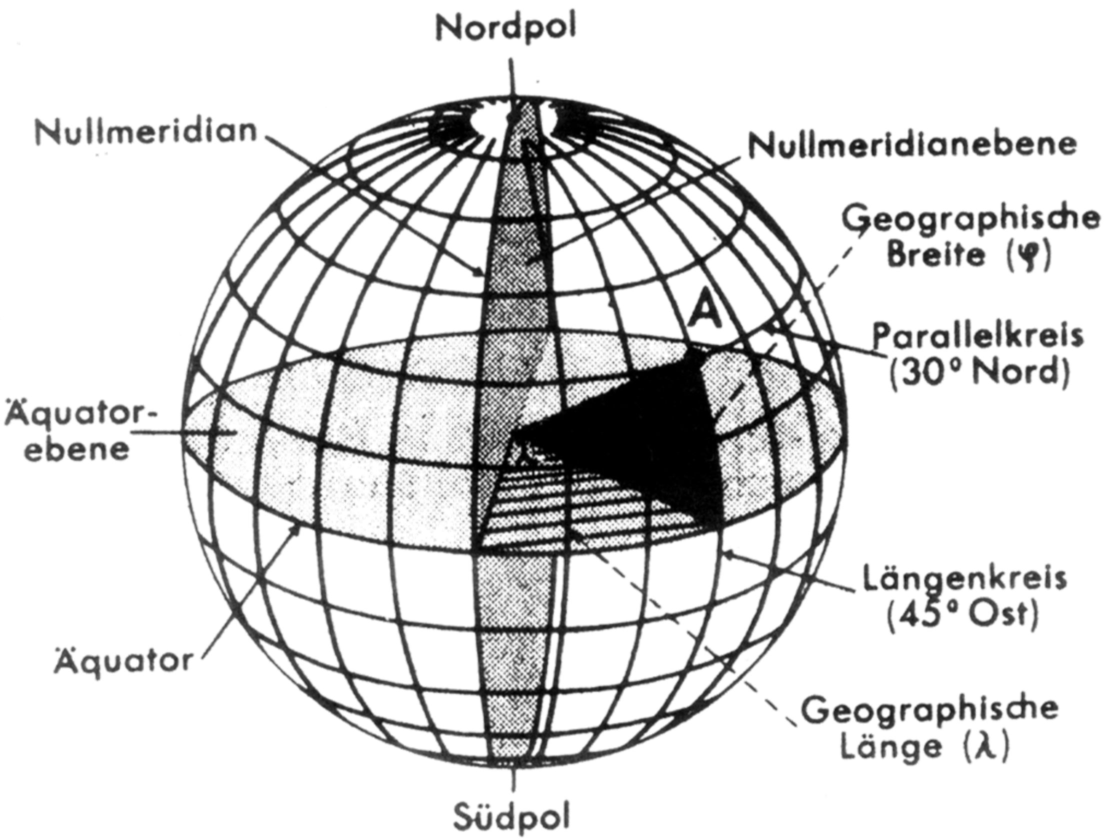
Gnomonische Azimutalprojektion:

Beispiel: Projektion auf eine Tangentialebene beliebig: 23° Süd, 47° West

Quelle: http://www.boehmwanderkarten.de/kartographie/is_netze_cyl.html

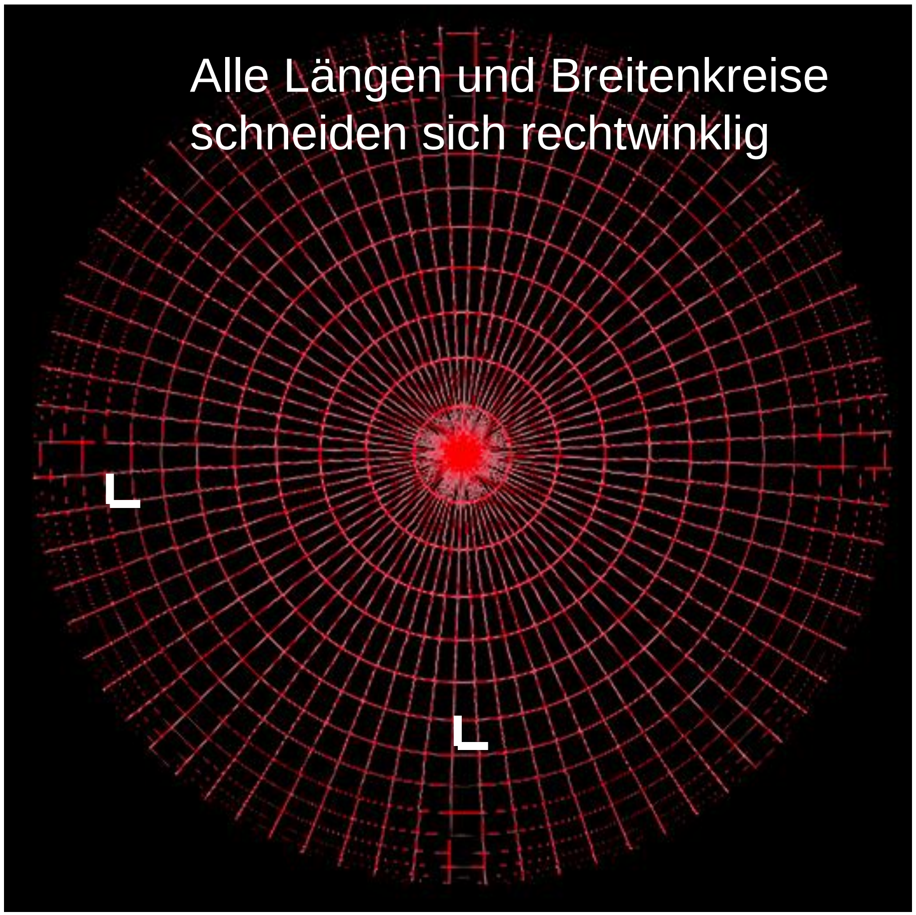
Definition: Gradnetz der Erde

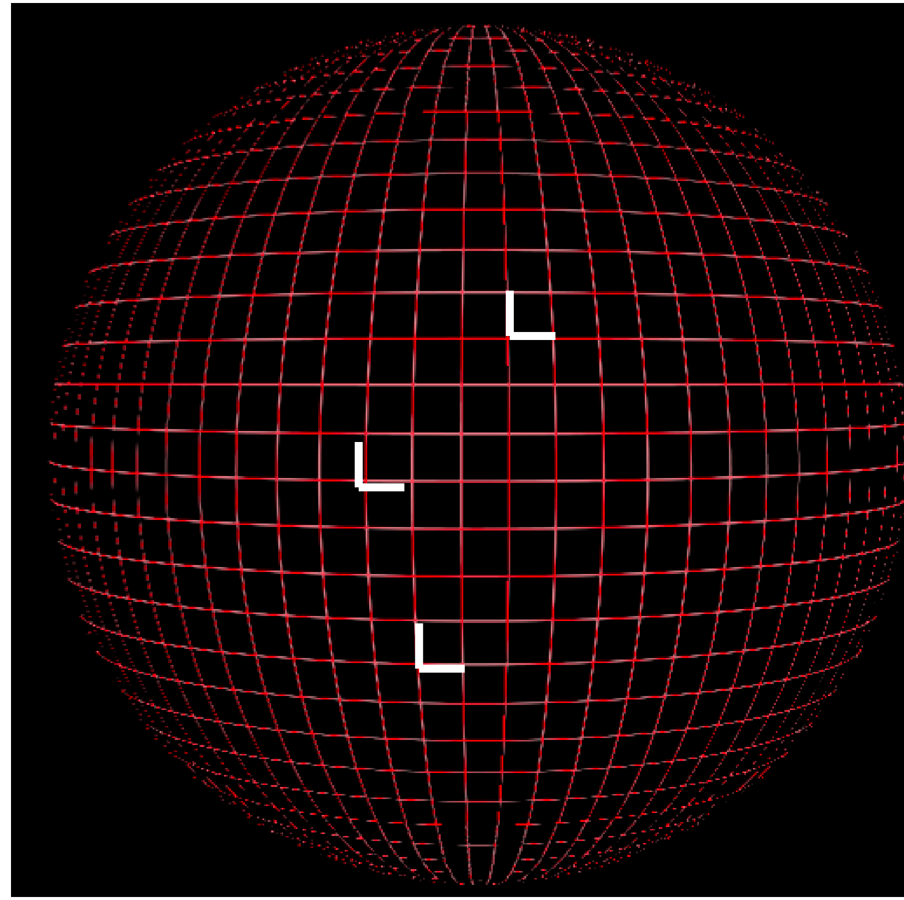
„Das Gradnetz der Erde ist ein gedachtes Koordinatensystem auf der Erdoberfläche mit sich rechtwinklig schneidenden Längen- und Breitenkreisen. Es dient zur exakten geografischen Ortsbestimmung.“



Quelle: Wilhelmy 1990, S.43

Polaufsicht

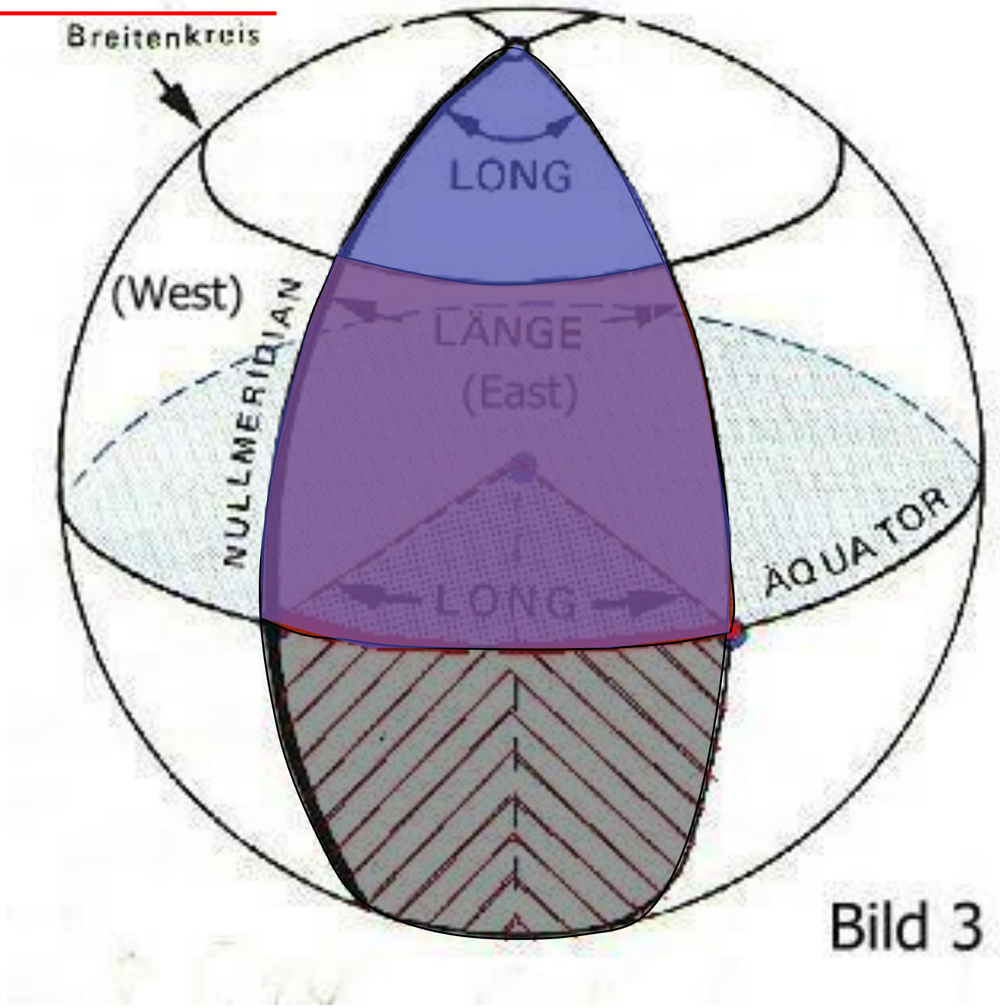




Äquatoraufsicht

patrick.reidelstuerz@th-deg.de

Als geometrische Form bildet das Koordinatensystem sphärische Zwei-, Drei- oder Vierecke aus, deren Inhalt mit Hilfe des Bogenmaßes berechnet werden können.



Sphärisches Zweieck:
= von zwei Meridianen begrenzter Streifen von Pol zu Pol

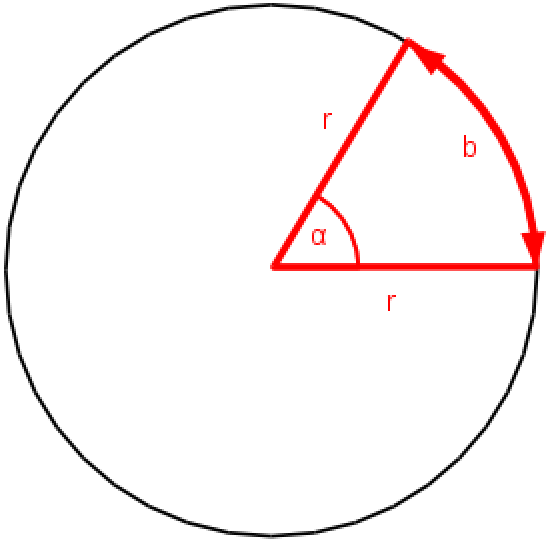
Sphärisches Dreieck:
= von zwei Meridianen und einem Breitenkreis begrenzte Fläche von Pol zum Äquator

Sphärisches Viereck:
= von je zwei Meridianen und Breitenkreisen begrenzte Fläche

Grundlagenwissen zum Bogenmaß:

Das Bogenmaß eines Winkels *α* ist definiert als
das Verhältnis der Länge des Kreisbogens *b* zum Radius *r*:

Ist der Kreis ein Einheitskreis (Radius r = 1), so ist
das Bogenmaß gleich der Länge des Kreisbogens *b*.



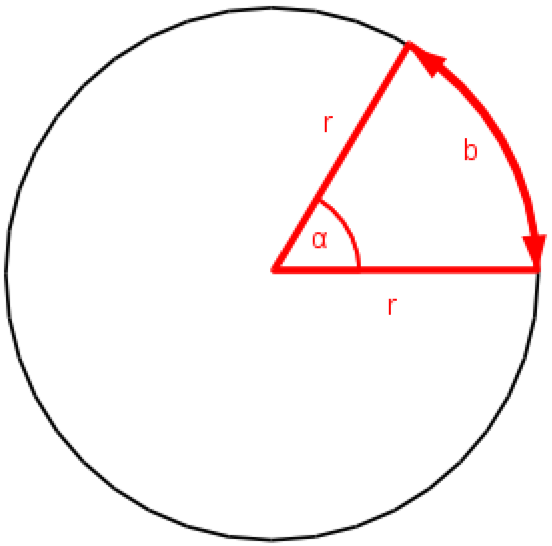
Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Bogenma%C3%9F

Bogenmaß erklärt:

Kreisumfang: U = 2π * r

Radius im Einheitskreis: 1

Kreisumfang im Einheitskreis: U_E = 2π *1 = 360 Grad



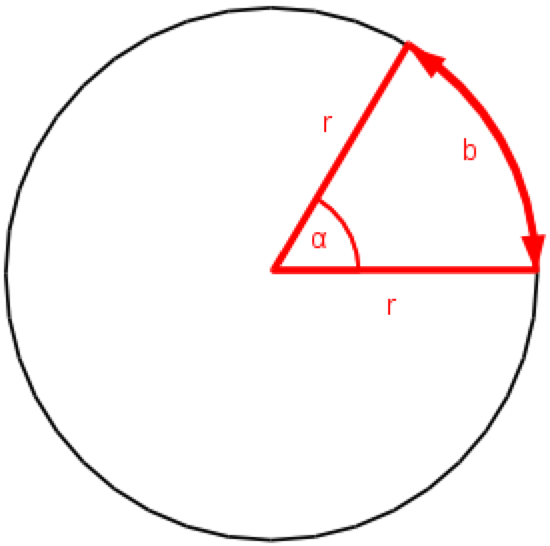
Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Bogenma%C3%9F

Bogenmaß erklärt:

Kreisumfang: U = 2π * r

Radius im Einheitskreis: 1

Kreisumfang im Einheitskreis: U_E = 2π *1 = 360 Grad



Ableitung des Bogenmaßes - Beispielaufgabe:

Verhältnisgleichung:

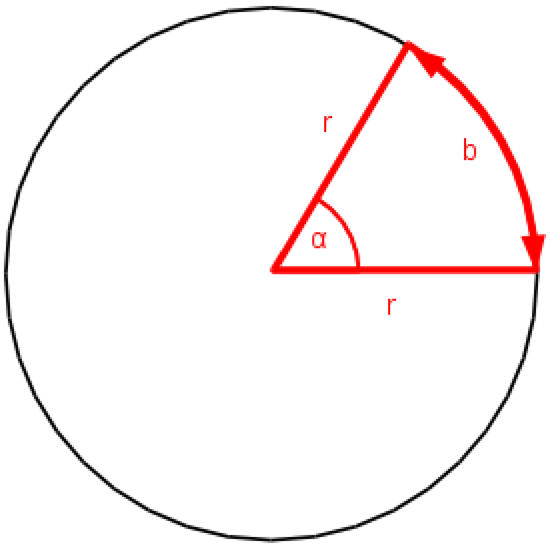
$$\frac{\alpha}{360^\circ} = \frac{\text{Bogenmaß } x}{2\pi}$$

Bogenmaß erklärt:

Kreisumfang: $U = 2\pi * r$

Radius im Einheitskreis: $r = 1$

Kreisumfang im Einheitskreis: $U_E = 2\pi = 360$ Grad



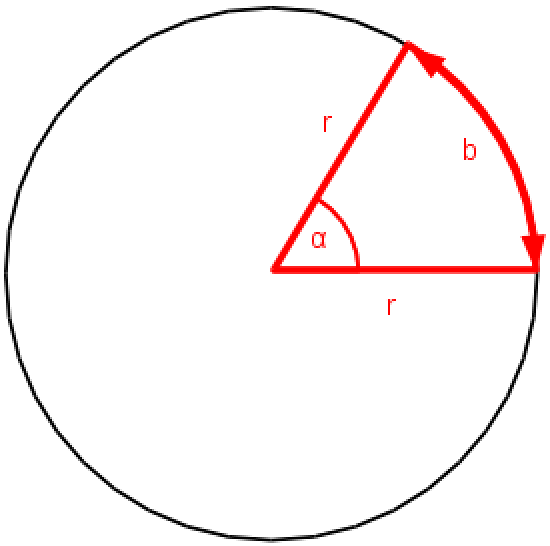
Ableitung des Bogenmaßes - Beispielaufgabe:

<u>Verhältnisgleichung:</u>

$\frac{\alpha}{360^o} = \frac{\text{Bogenmaß } x}{2\pi}$	$\frac{2\pi * \alpha}{360^o} = \text{Bogenmaß } x$

patrick.reidelstuerz@th-deg.de

Bogenmaß erklärt:



Kreisumfang: $U = 2\pi * r$

Radius im Einheitskreis: 1

Kreisumfang im Einheitskreis: $U_E = 2\pi$ = 360 Grad

Ableitung des Bogenmaßes - Beispielaufgabe:

Verhältnisgleichung:

$\dfrac{\alpha}{360^\circ} = \dfrac{\text{Bogenmaß } x}{2\pi}$	$\dfrac{2\pi * \alpha}{360^\circ} = \text{Bogenmaß } x$

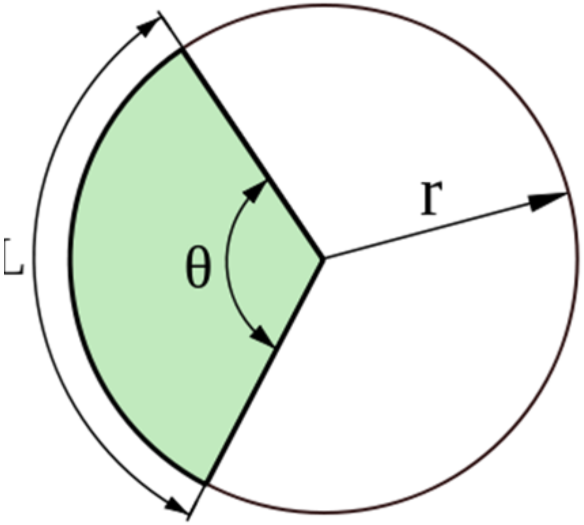
Winkel α = 45 Grad: **Welches Bogenmaß?**

Kreissektor

Kreissektor

Kreissektor (**Kreisausschnitt**) nennt man in der Geometrie eine Teilfläche einer Kreisfläche, die von einem Kreisbogen und zwei Kreisradien begrenzt wird. Einfacher gesagt: Ein Kreissektor sieht aus wie ein Tortenstück, das man von oben betrachtet.

Formeln zum Kreissektor	
Länge des zugehörigen Kreisbogens	$L = 2r \cdot \pi \cdot \frac{\theta}{360°}$
Flächeninhalt	$A = r^2 \cdot \pi \cdot \frac{\theta}{360°} = \frac{1}{2} L \cdot r$
Radius	r
Mittelpunktswinkel (Gradmaß)	θ
Kreiszahl	$\pi \approx 3{,}1415926536$



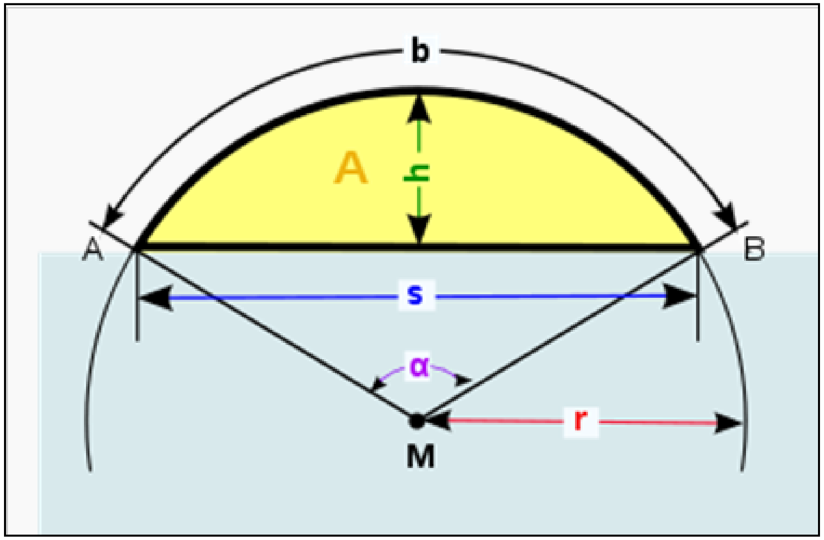
Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Kreissektor

Kreissegment

patrick.reidelstuerz@th-deg.de

Kreissegment

Kreissegment (**Kreisabschnitt**) nennt man in der Geometrie eine Teilfläche einer Kreisfläche, die von einem Kreisbogen und einer Kreissehne begrenzt wird.



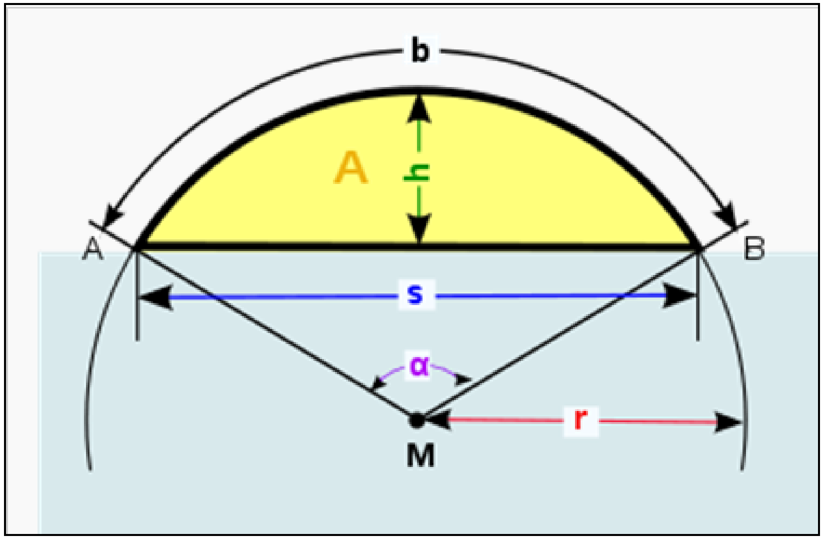
Größen des Kreissegments:

- α = Mittelpunktswinkel
- b = Kreisbogen
- h = Segmenthöhe
- r = Radius
- s = Kreissehne
- A = Segmentfläche
- M = Kreismittelpunkt
- Verbindung A-M-B = Gleichschenkeliges Dreieck

Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Kreissegment

Der Flächeninhalt eines Kreissegments lässt sich aus:

- dem Kreisradius *r* und
- dem zugehörigen *Mittelpunktswinkel* α (hier im Gradmaß) berechnen.



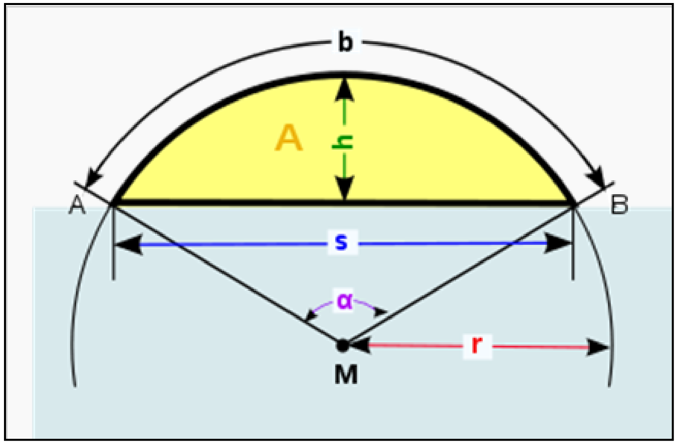
Man ermittelt dazu die Flächeninhalte
- des entsprechenden Kreissektors und
- des gleichschenkligen Dreiecks.

Ist der Mittelpunktswinkel
- kleiner als 180°, so muss man diese Flächeninhalte subtrahieren (Sektorfläche minus Dreiecksfläche).
- größer als 180° sind die Flächeninhalte zu addieren.

Wenn der Mittelpunktswinkel genau 180° beträgt, ist das Kreissegment eine Halbkreisfläche, und die Fläche des Dreiecks ist 0.

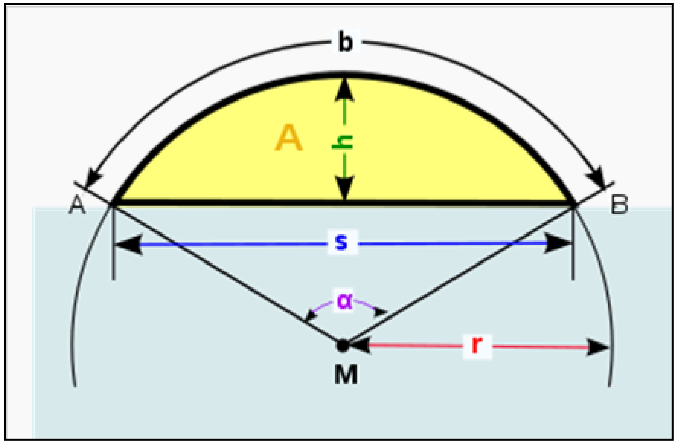
Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Kreissegment

Flächeninhalt	$A = \frac{r^2}{2} \cdot (\alpha - \sin\alpha)\,,$ $A = \frac{r \cdot b}{2} - \frac{s \cdot (r-h)}{2},$ $A = \frac{\frac{1}{2}\arctan\left(\frac{2h}{s}\right) \cdot (4h^2+s^2)^2 + hs \cdot (4h^2 - s^2)}{16h^2},$ $A = r^2 \arccos\left(1 - \frac{h}{r}\right) - \sqrt{2rh - h^2}(r-h).$
Radius	$r = \frac{4h^2 + s^2}{8h}$
Kreissehne	$s = 2r \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right),$ $s = \frac{2h}{\tan\left(\frac{\alpha}{4}\right)} = 2h \cdot \cot\left(\frac{\alpha}{4}\right),$ $s = 2 \cdot \sqrt{r^2 - (r-h)^2} = 2\sqrt{2rh - h^2}$
Segmenthöhe	$h = r \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right),$ $h = r - \sqrt{r^2 - \left(\frac{s}{2}\right)^2} = r - \frac{1}{2}\sqrt{4r^2 - s^2},$ $h = \frac{s}{2} \cdot \tan\left(\frac{\alpha}{4}\right)$



Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Kreissegment

Bogenlänge	$b = r \cdot \alpha,$ $b = r \cdot \pi \cdot \frac{\alpha}{180°}$, Winkel α in Grad, $b = \frac{\alpha \cdot (4h^2 + s^2)}{8h},$ $b = \frac{\arctan\left(\frac{2h}{s}\right) \cdot (4h^2 + s^2)}{2h}$
Mittelpunktswinkel	$\alpha \; = 4 \cdot \arctan\left(\frac{2h}{s}\right),$ $\alpha \; = 2 \cdot \arccos\left(1 - \frac{h}{r}\right),$
Kreiszahl	$\pi \doteq 3{,}1415926536...$
Flächenschwerpunkt	$x_s = \frac{4}{3} \cdot \frac{r \cdot \sin^3 \frac{\alpha}{2}}{\alpha - \sin \alpha}$ $y_s = 0$ Sonderfall Halbkreis: $x_s = \frac{4r}{3\pi}$

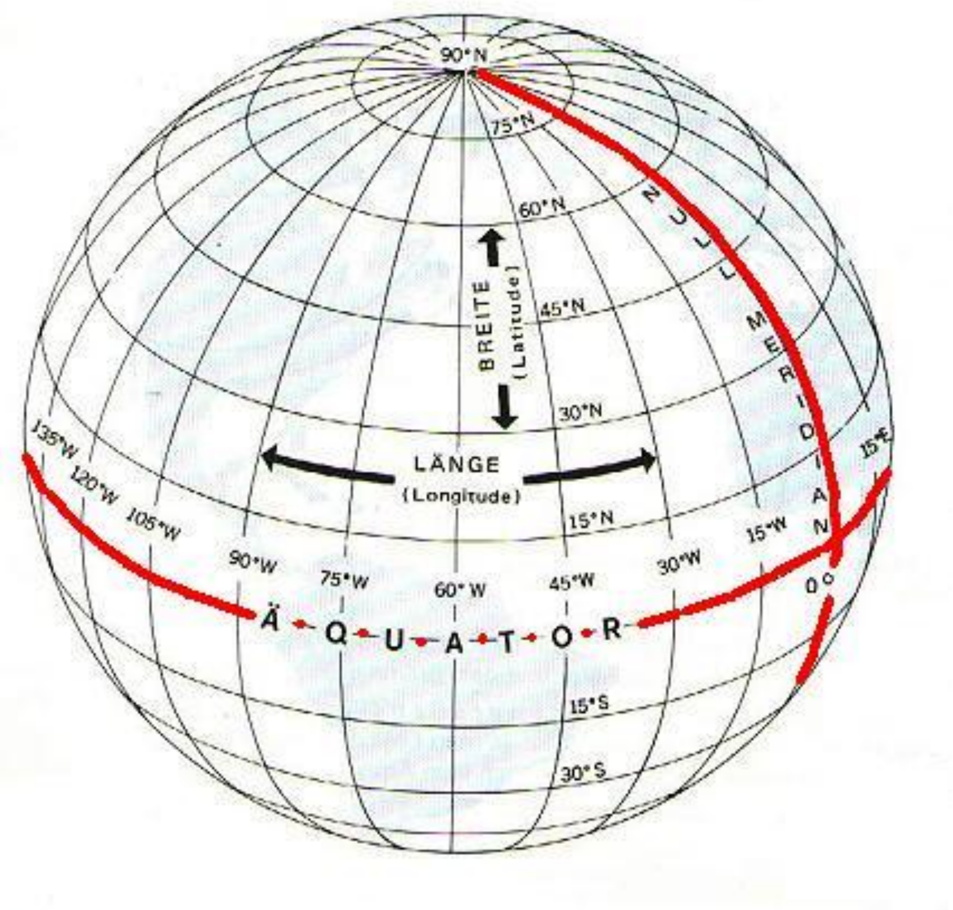


Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Kreissegment

Geographische Breitengrade

Geographische Breitengrade

Äquator: teilt die Erde in die Nord- und die Südhalbkugel.

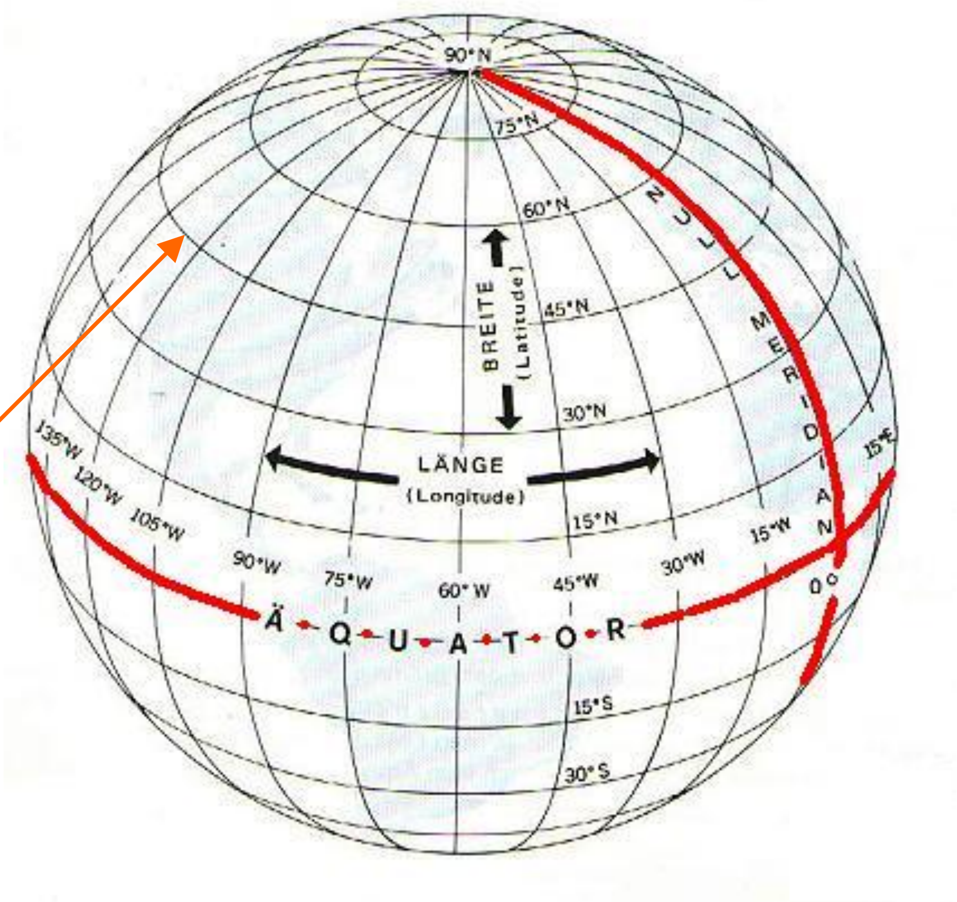


Geographische Breitengrade

Parallel zum Äquator verlaufen je 90 Breitenkreise auf der Nord- und Südhalbkugel.

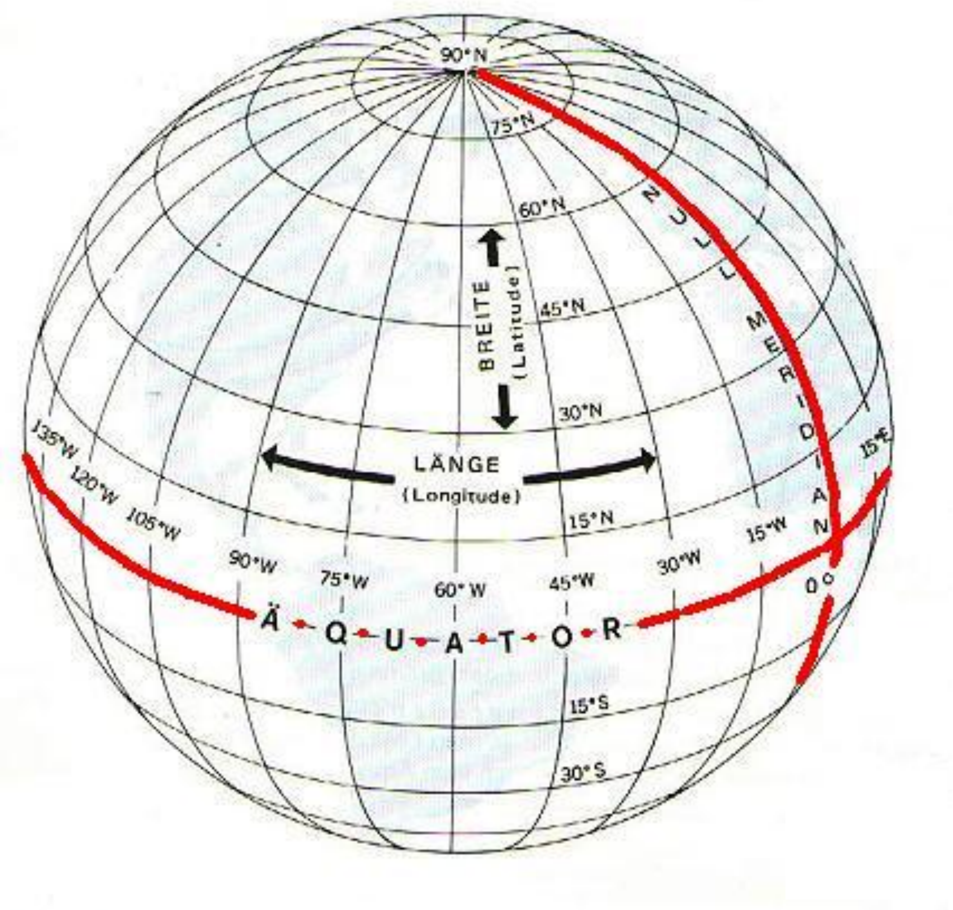
Wieso 90?

Breitenkreis



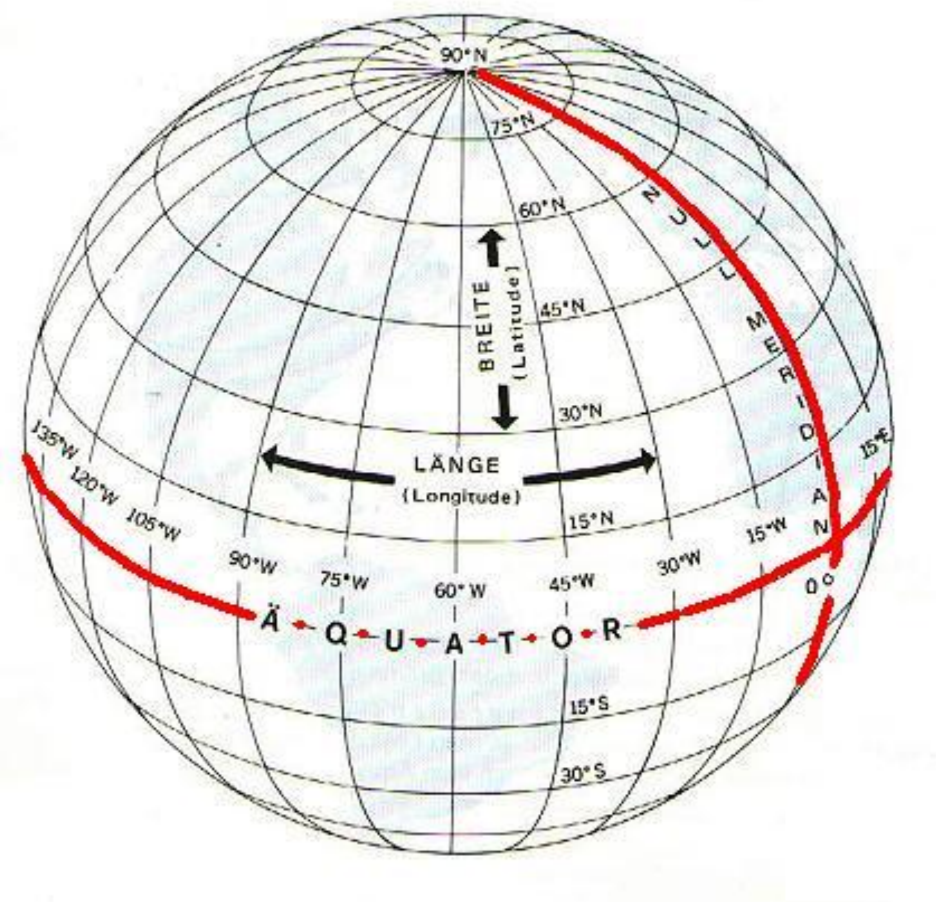
Geographische Breitengrade

Abstand zwischen 2 Breitenkreisen beträgt **immer 111 km**.



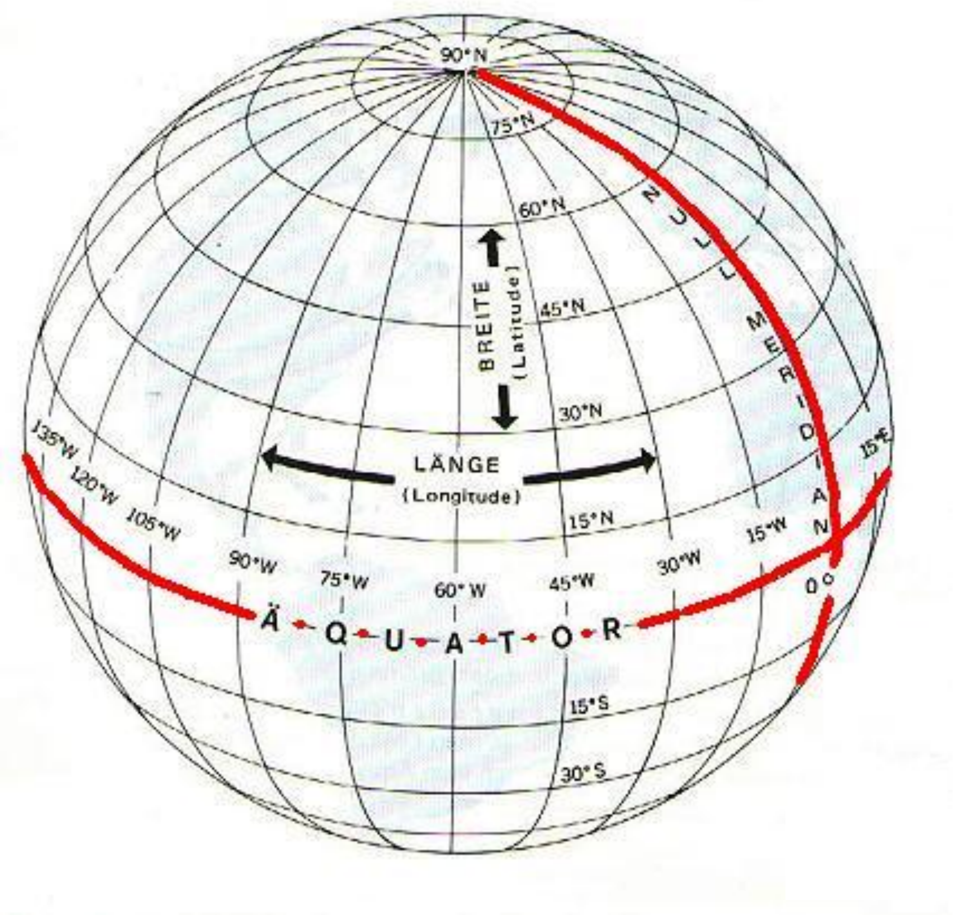
Geographische Breitengrade

Der Äquator ist mit einem Umfang von rund 40.000 km der längste Breitenkreis. Er wird auch "**Großkreis**" genannt, da er den vollen Erdumfang umspannt.



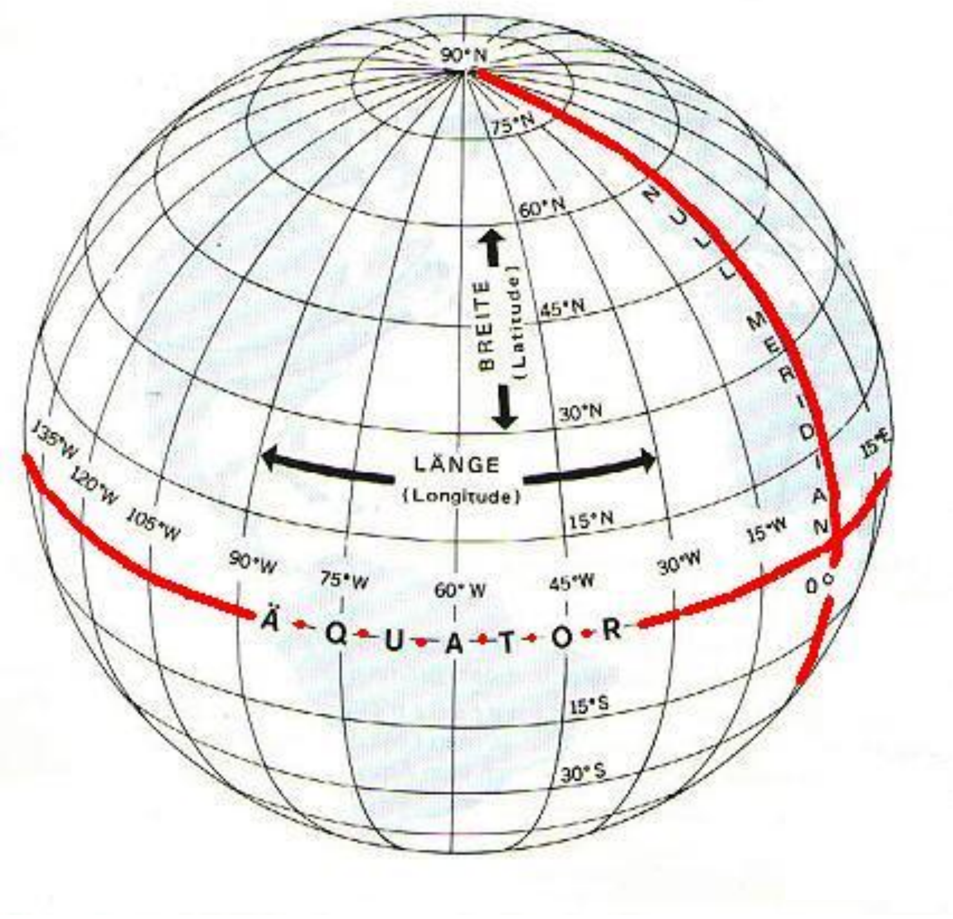
Geographische Breitengrade

Zu den Polen hin nimmt der Umfang der Breitenkreise ab.
Nord- und Südpol (90° N bzw. 90° S) sind nur noch Punkte.



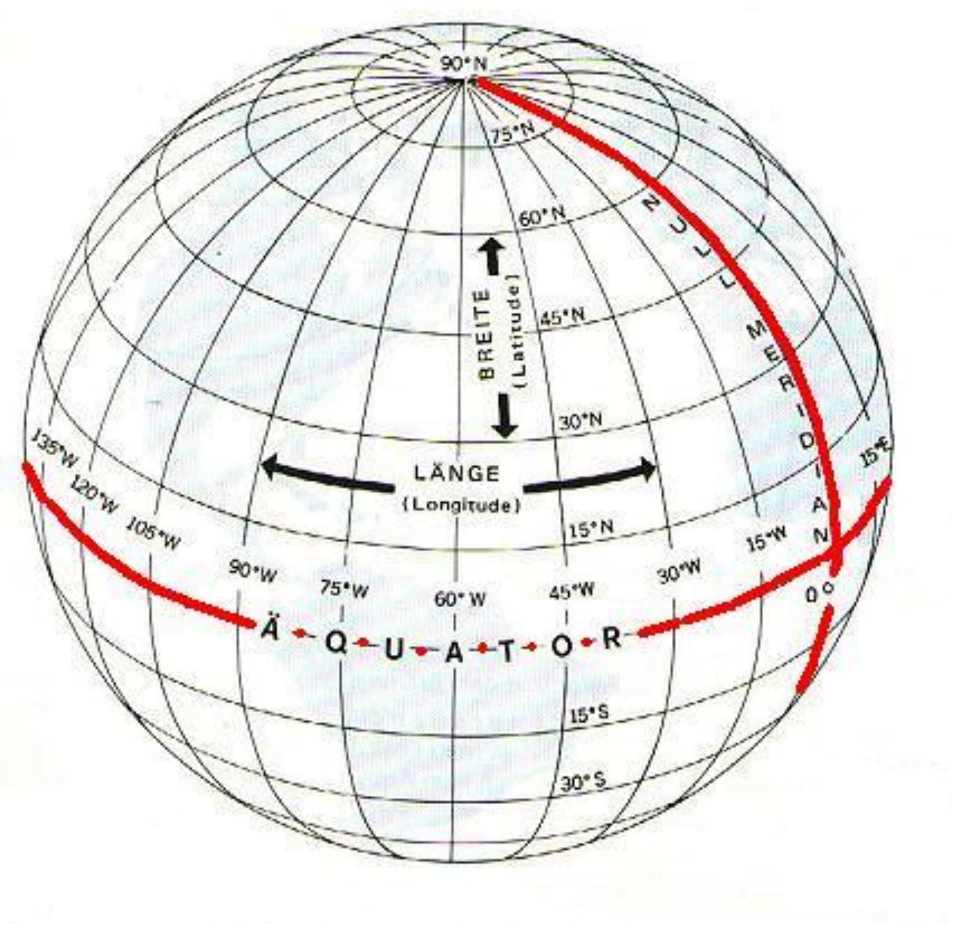
Geographische Breitengrade

Die geographische Breite eines Punktes ist "Bogenstück" auf der Erdkugel und wird als Winkel im Erdmittelpunkt gemessen. 1° = 60‘, 1‘ = 60“.

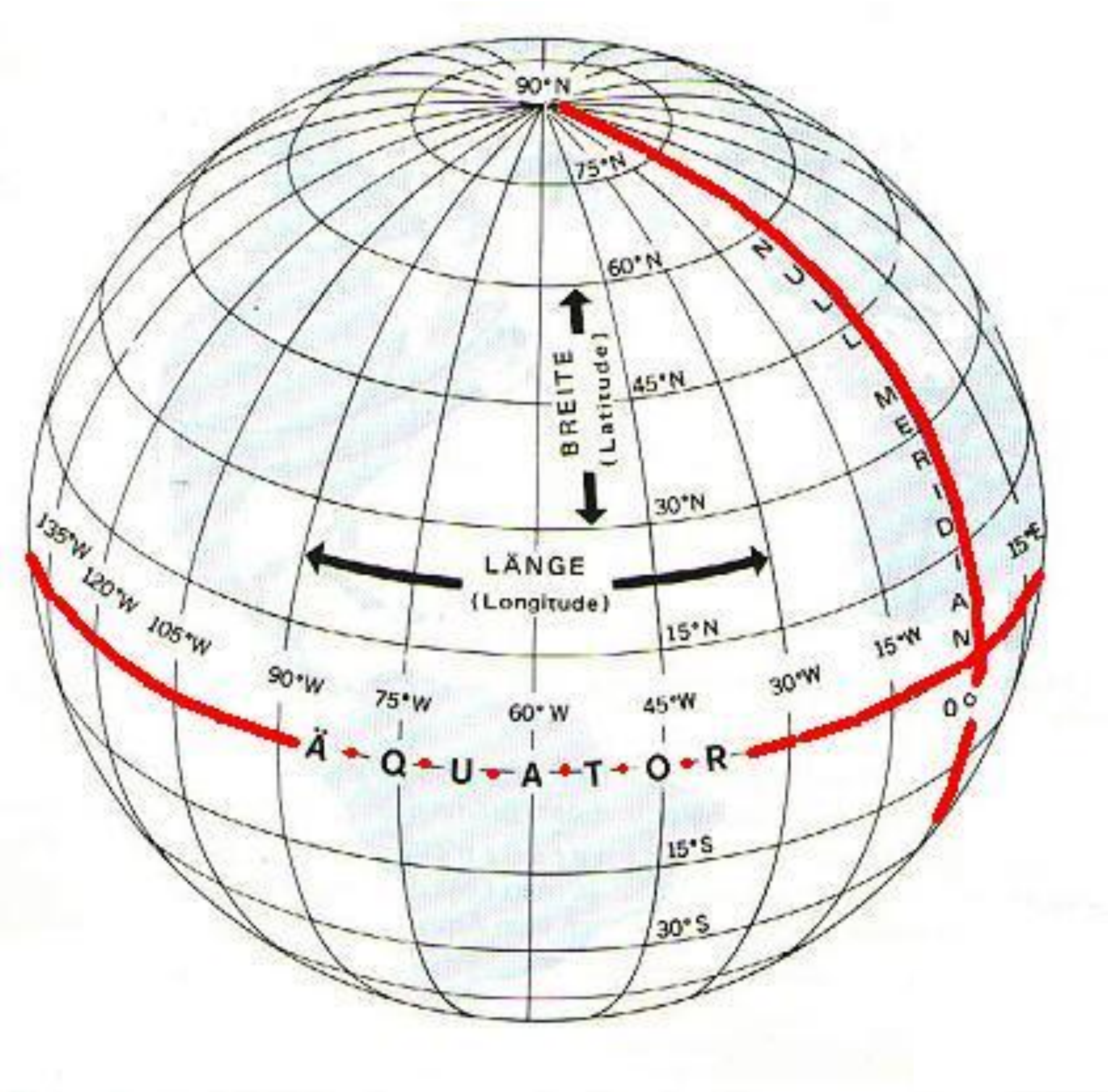


Geographische Breitengrade

Zählweise: Vom Äquator aus
- nach N von 0° bis 90° N (nördliche Breite) und
- nach S von 0° bis 90° S (südliche Breite) gezählt.

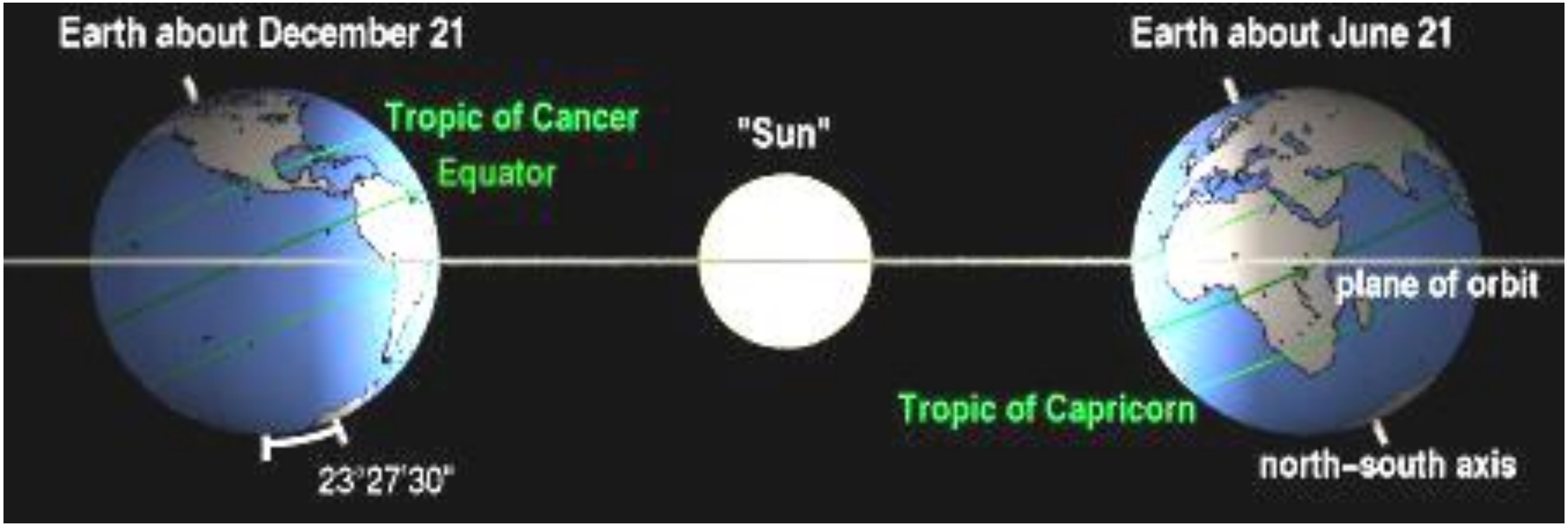


Breitengrade zusammenfassend anhand der Grafik erklären:



Besonderheiten: Wendekreise und Polarkreise

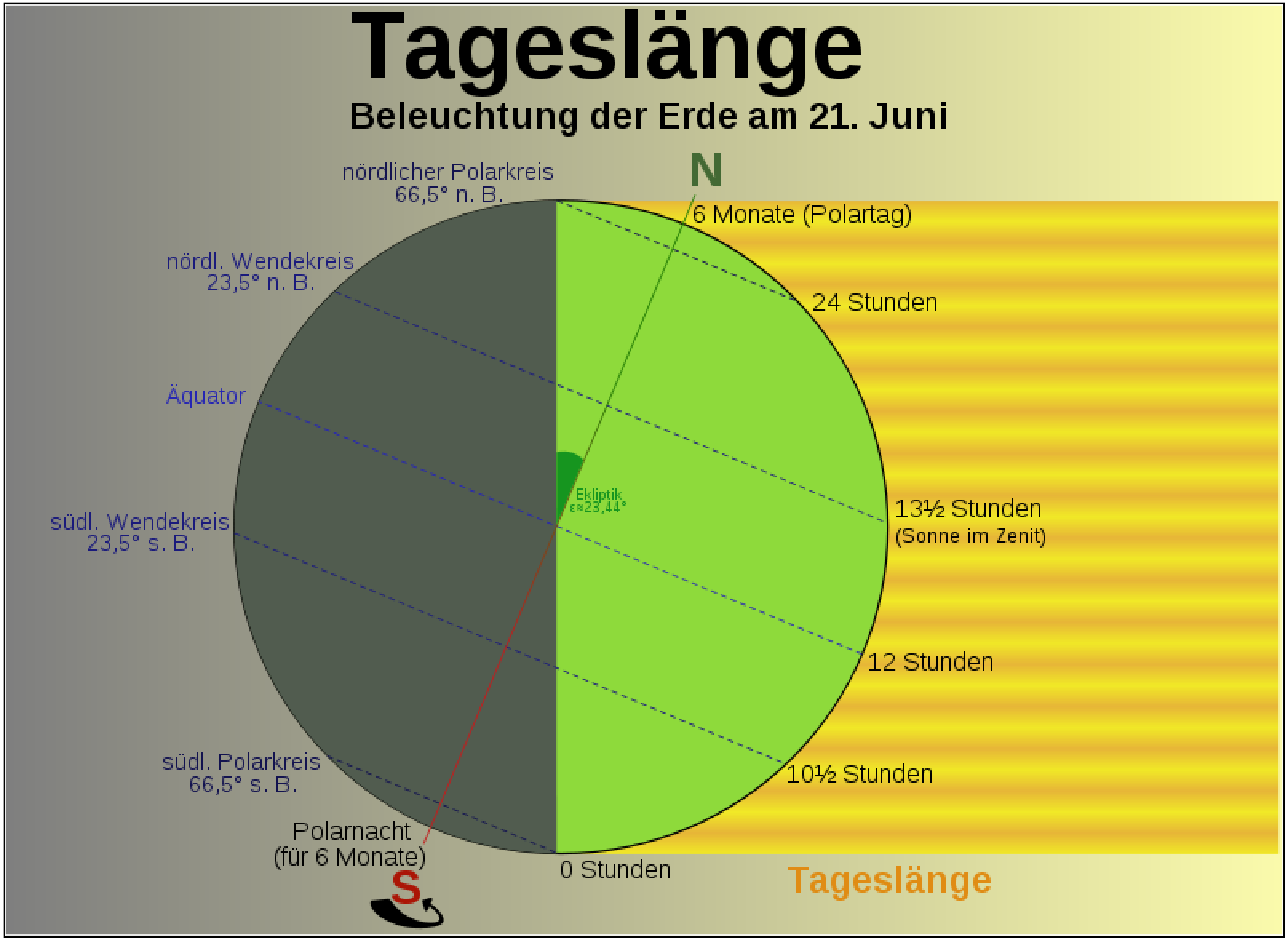
Wendekreise des Krebses und des Steinbocks bei 23°27´ N bzw. S.
Über diesen Breitenkreisen steht die Sonne zur Zeit der Sonnenwende (21.06. und 21.12.) senkrecht.



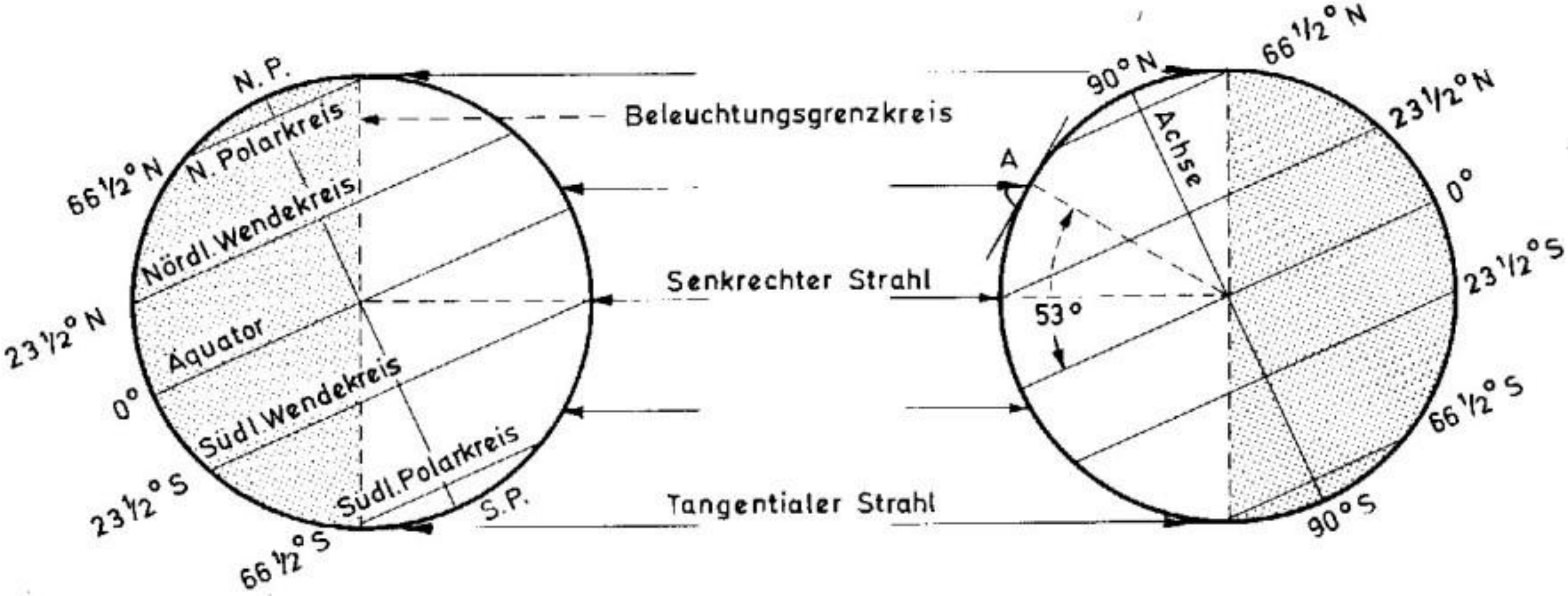
Besonderheiten: Polarkreise und Wendekreise

Polarkreise bei jeweils 66°33´ N und S:

- sie trennen die Polarzonen von den gemäßigten Zonen,
- sie bezeichnen diejenigen Breiten,
  von denen an die Sonne zum Zeitpunkt der Sonnenwende
  nicht mehr unter- bzw. aufgeht.



Quelle: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a4/Tageslaenge.svg



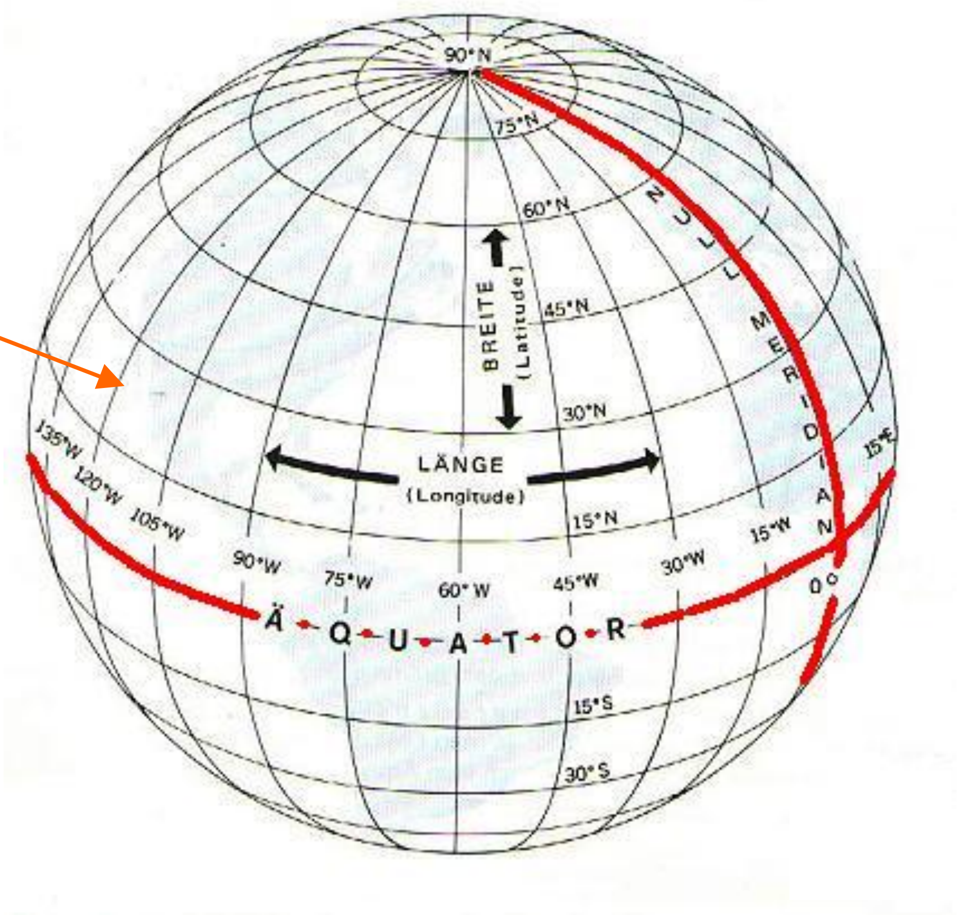
Quelle: www.easy-wetter.de/www_cd/hoch_tief/images/einfallswinkel.jpg

Geographische Längengrade

Geographische Längengrade

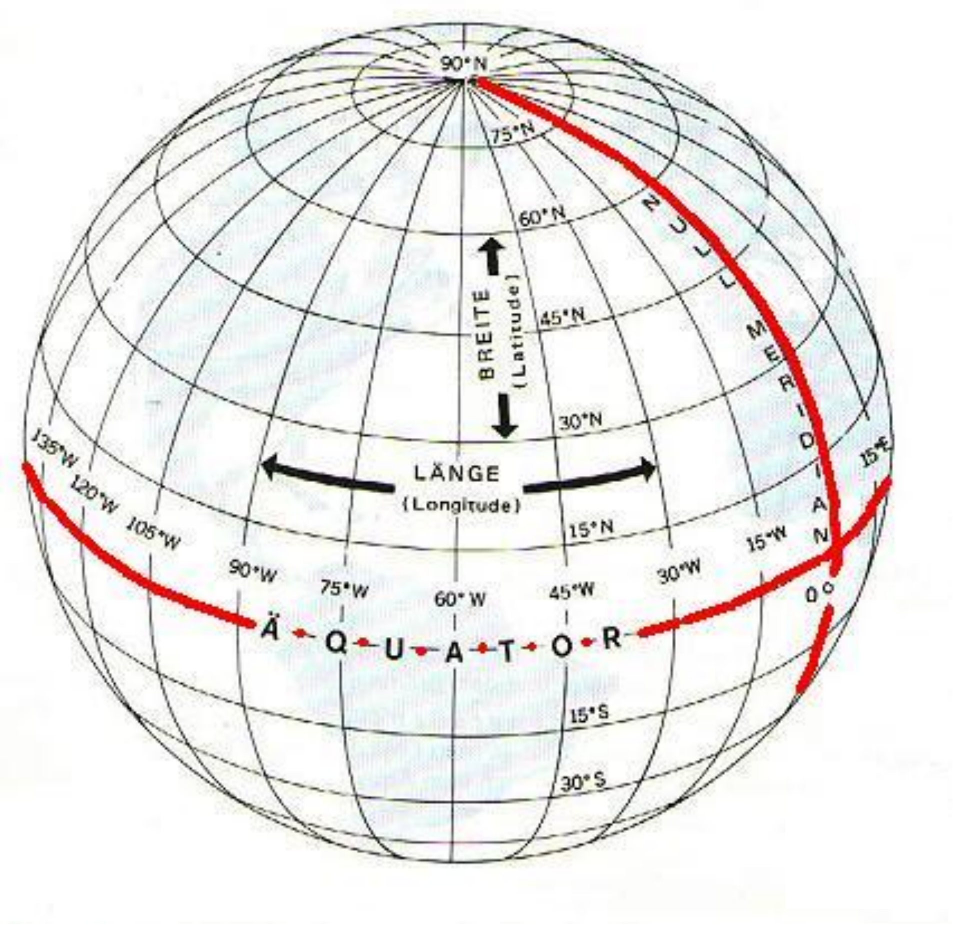
Längenkreise verlaufen senkrecht zu Breitenkreisen und kreuzen sich in den Polen.

Längenkreis



Geographische Längengrade

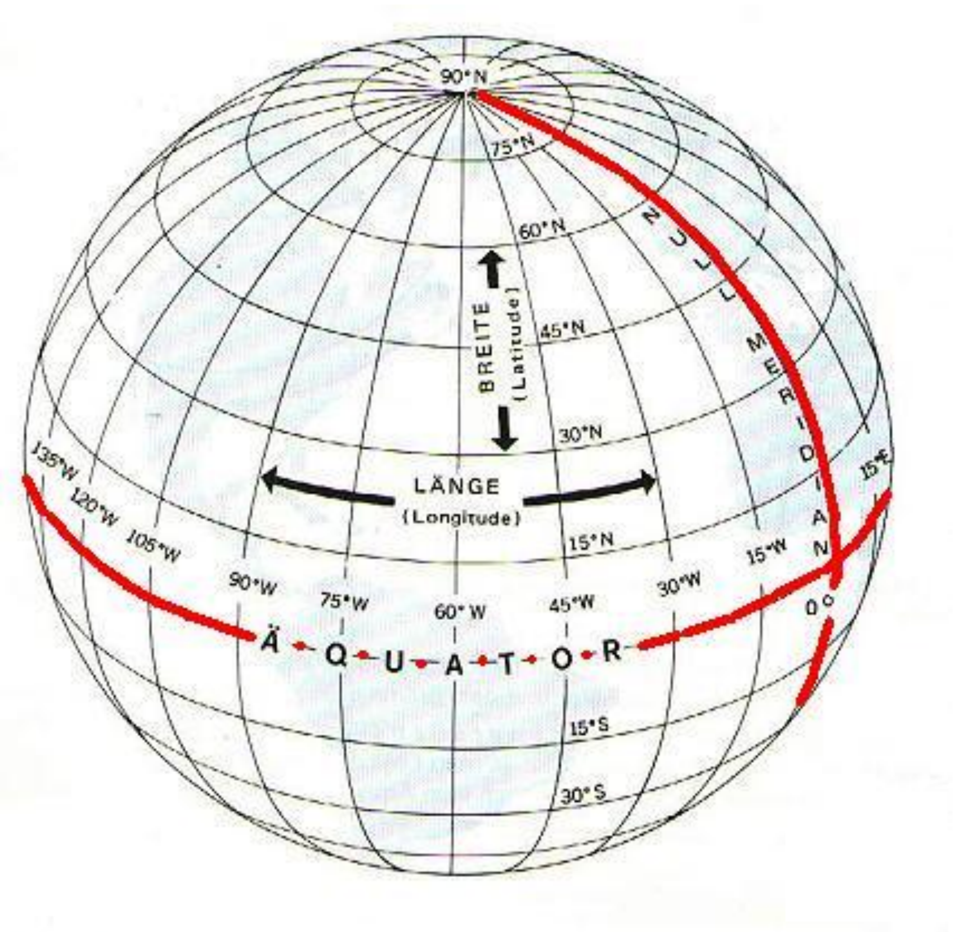
Insgesamt 180 Längenkreise → sind alle **Großkreise**!



Geographische Längengrade

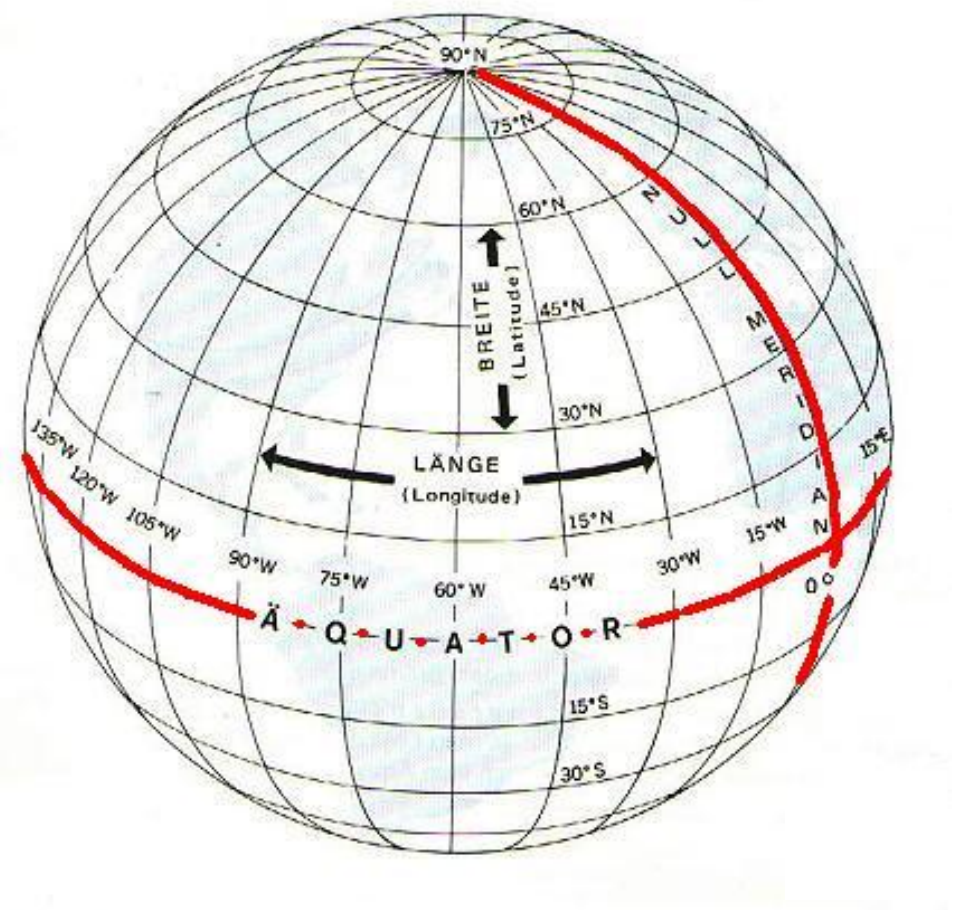
Ein Meridian ist ein halber Längenkreis, der von Pol zu Pol verläuft

~ 20.000 km lang



Geographische Längengrade

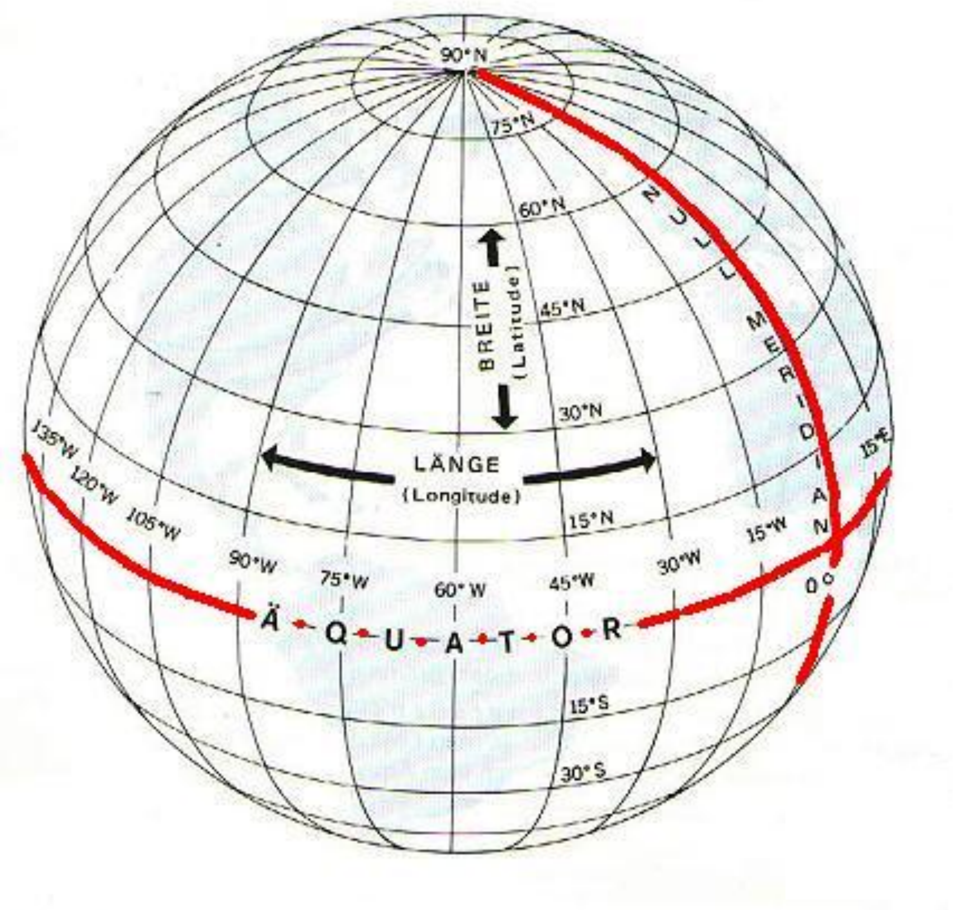
Zählweise: vom Nullmeridian aus. 0° bis 180° östliche Länge und
0° bis 180° westliche Länge.



Geographische Längengrade

→ Datumsgrenze bei 180° O/W

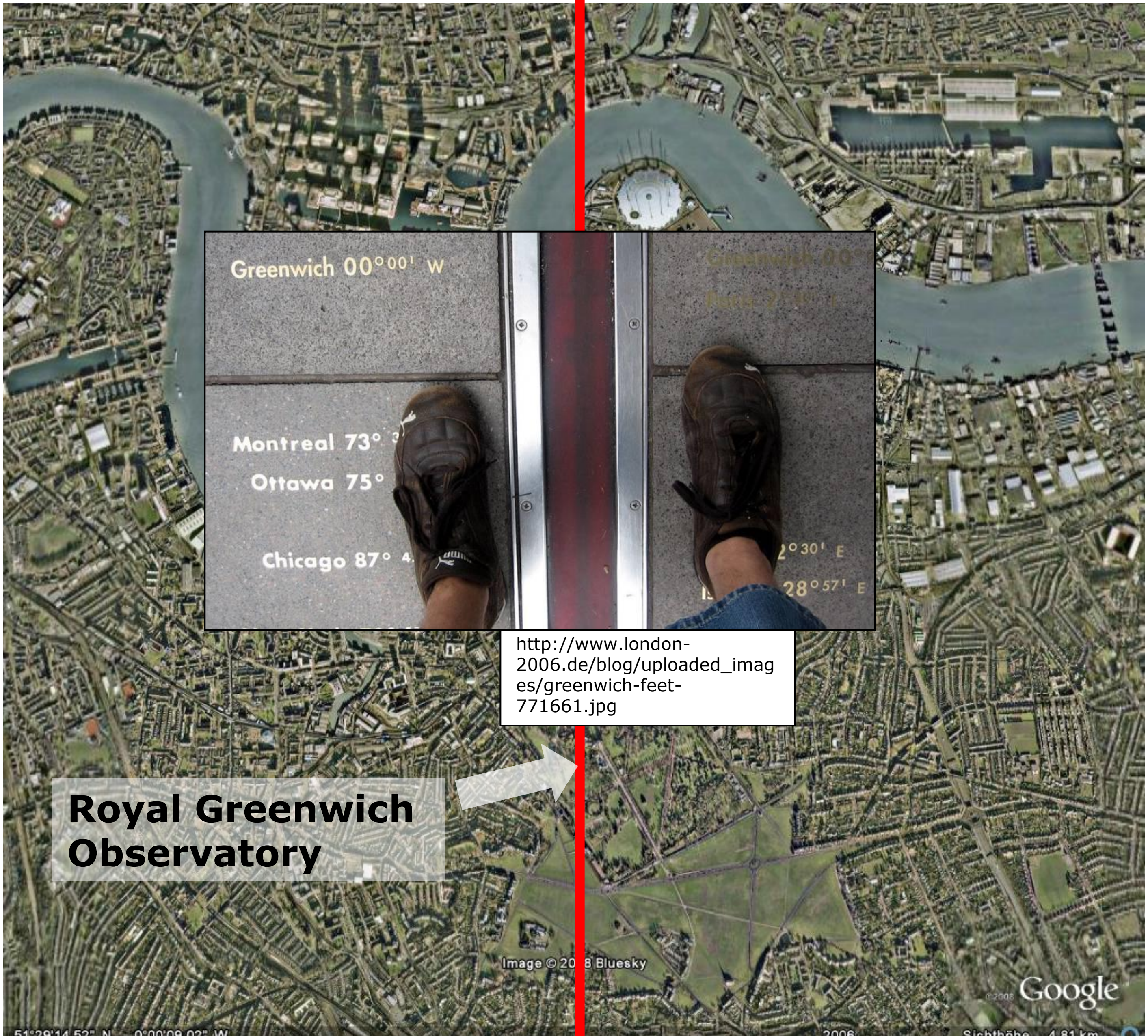
Nullmeridian und 180° Meridian teilen die Erde
in westliche und eine östliche Halbkugel.



Geographische Längengrade

Nullmeridian verläuft durch die alte Sternwarte von Greenwich, England.

Auf alten Karten individuell festgelegt:
z.B.: Paris (für Frankreich), Neapel (für Italien), Stockholm (für Schweden), Ferro (für Spanien).



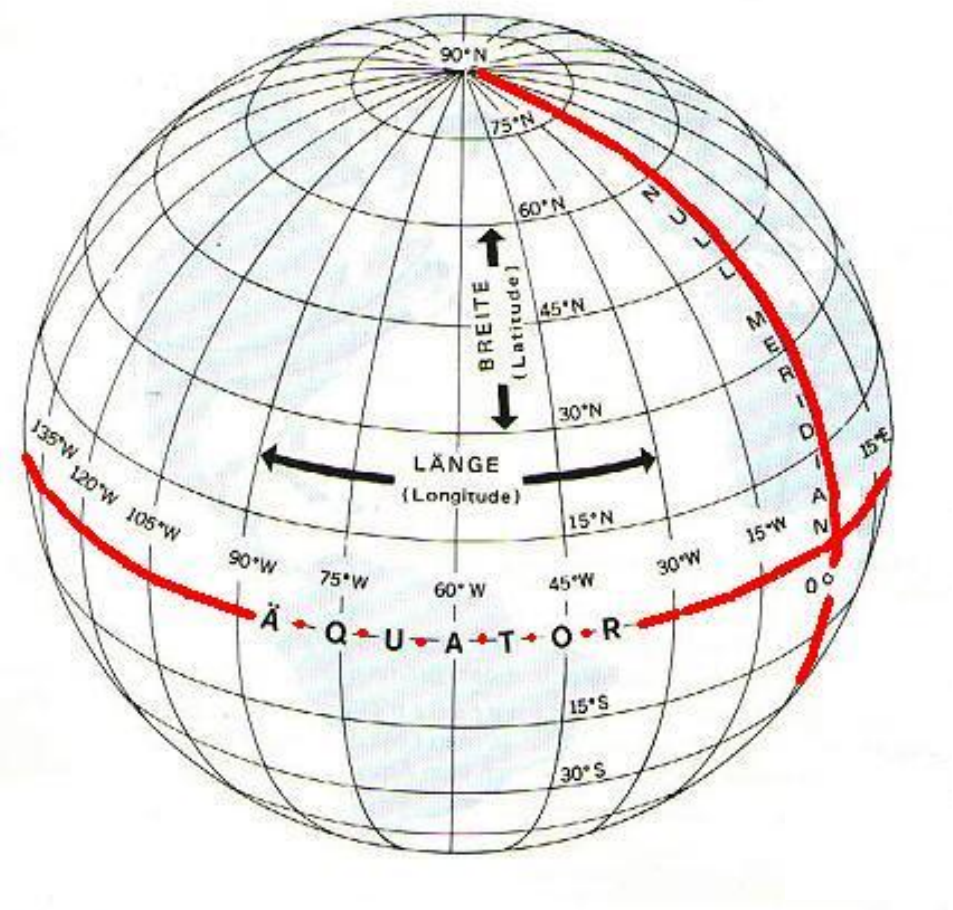
http://www.london-2006.de/blog/uploaded_images/greenwich-feet-771661.jpg

GoogleEarth

Definition:

Die geographische Länge eines Punktes ist das „Bogenstück“ zwischen dem Nullmeridian und dem Längenkreis des Punktes.

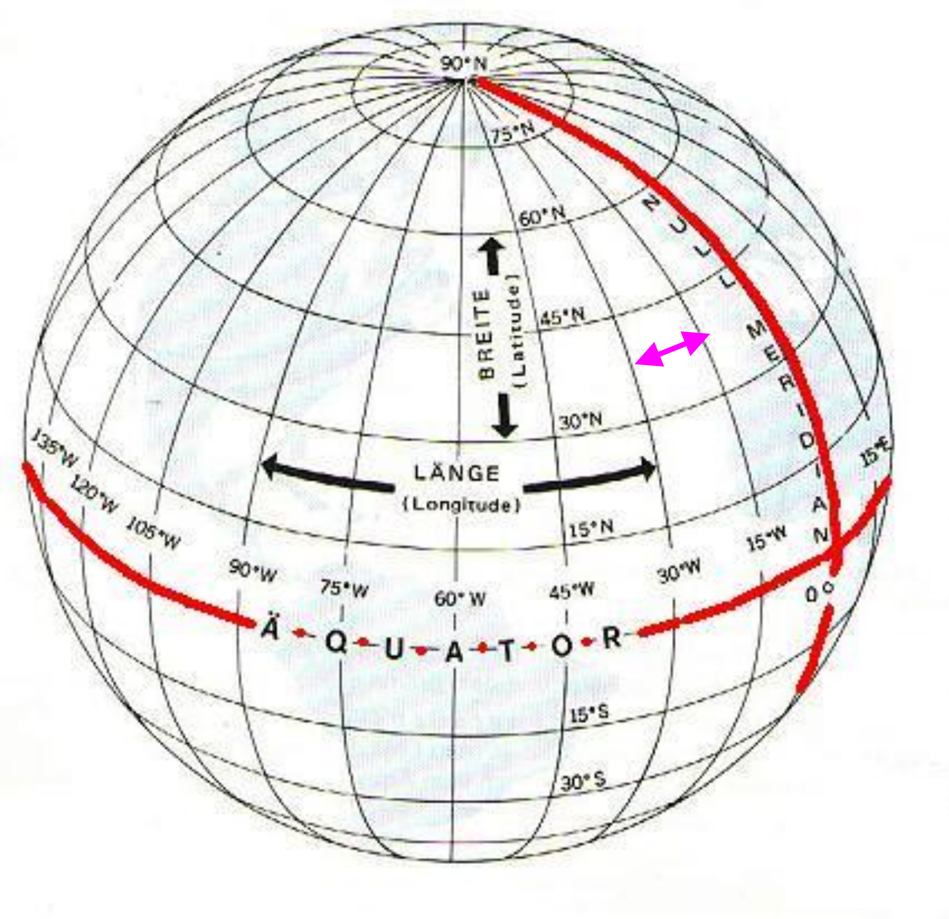
Die Längenangaben in ° (Grad), ‘ (Minute) und “ (Sekunde) enthalten als Zusatz W (westlich vom Nullmeridian) oder E (East oder Ost, östlich vom Nullmeridian).



Der Abstand zwischen Längenkreisen wird als **Abweitung** bezeichnet.

Da Längenkreise am Pol zusammenlaufen (konvergieren), nimmt der Abstand (die Abweitung) mit wachsender Breite ab.

→ am Äquator ist die Abweitung 111 km, polwärts geht sie gegen Null!

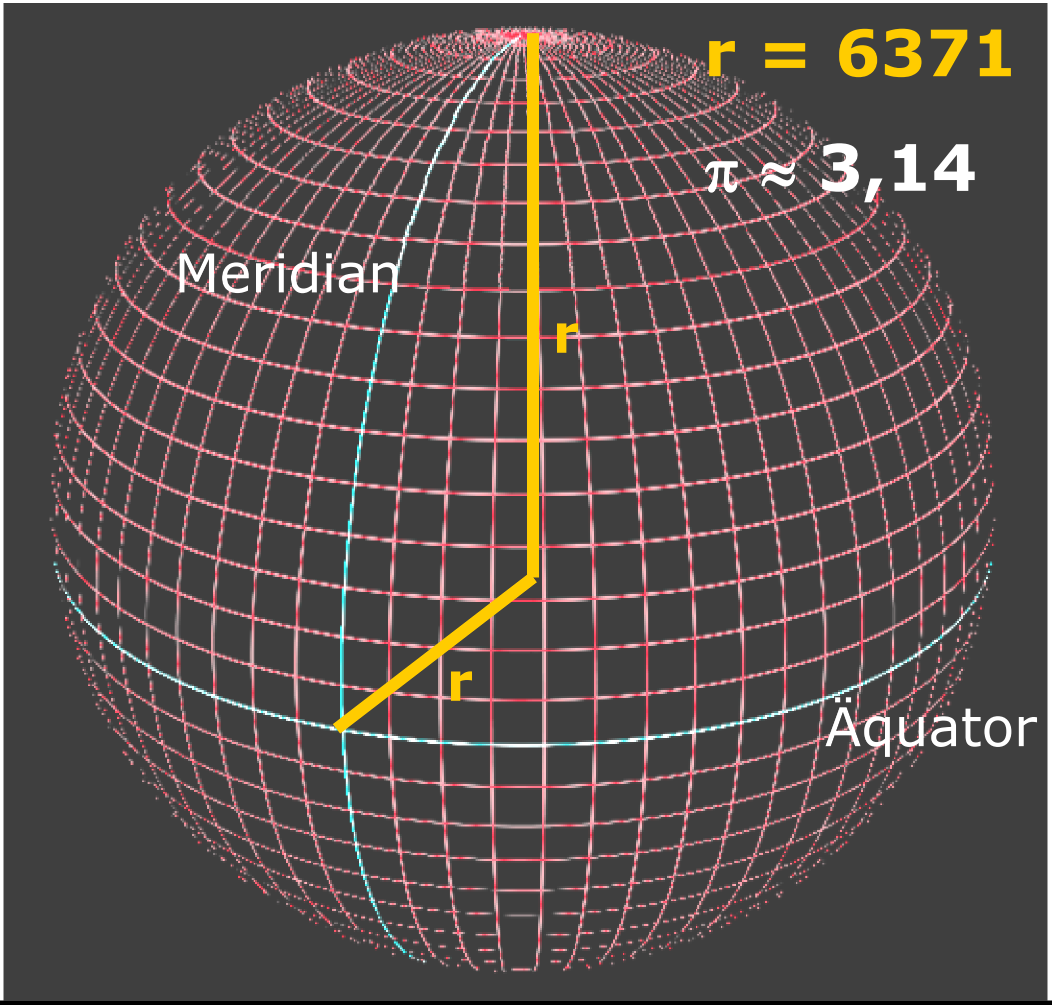


Einfache Berechnung der Längen- und Breitengrade bei Erdfigur als Kugel

Einfache Berechnung der Längen- und Breitengrade bei Erdfigur als Kugel

Erdradius: 6371 km

Umfang aller Großkreise (Äquator und Längenkreise): = 2 r π = 40 030,17 km



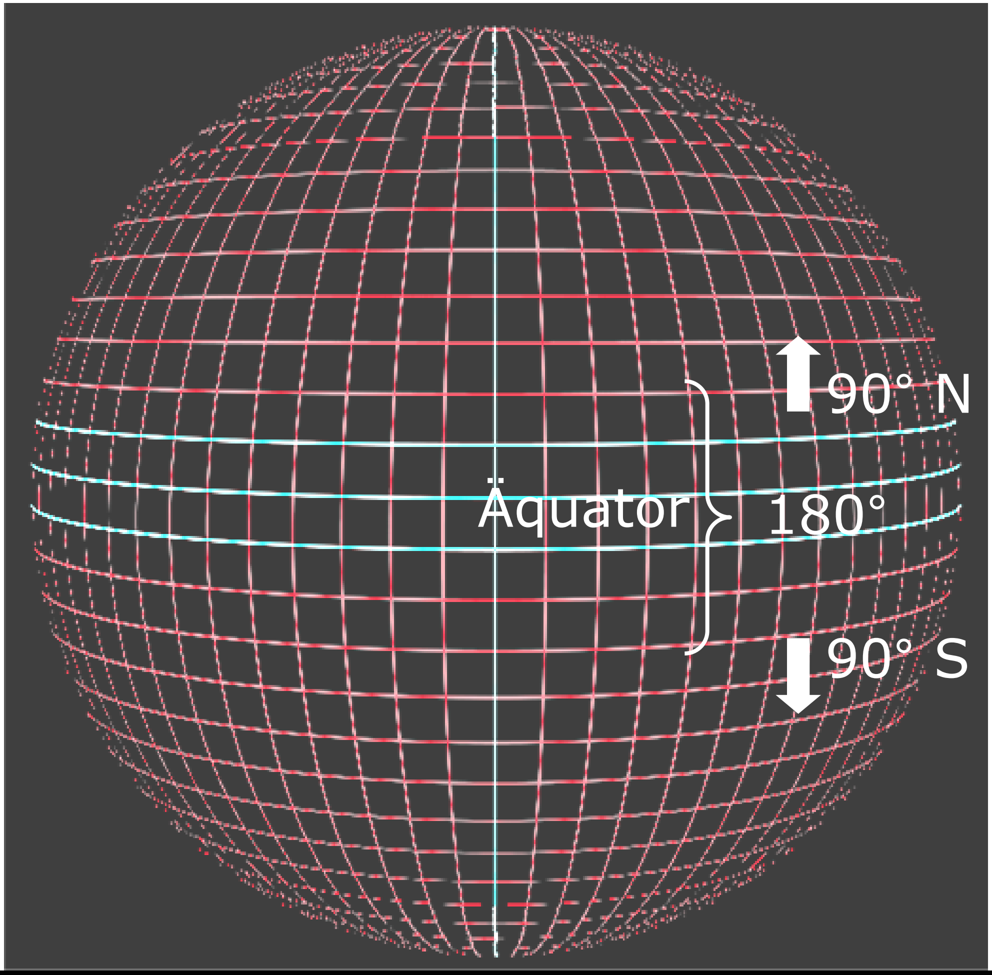
Berechnung der geographische Breitengrade

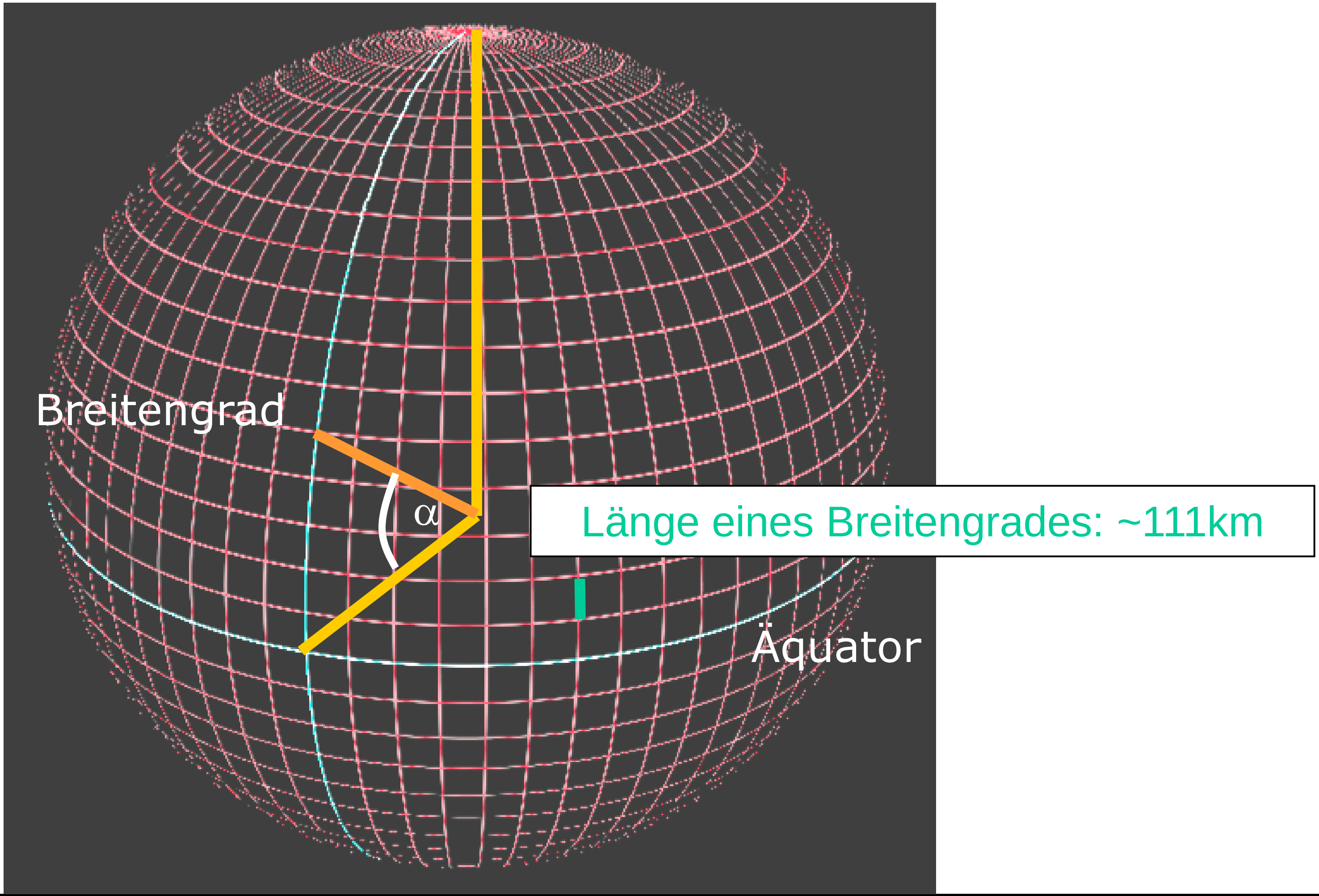
Breitengrad

Länge eines Breitengrades: 40 030,17 : 360 = 111,19 km = 111 km

Länge einer Breitenminute: 111 km : 60 = 1,85 km = **1 Seemeile**

Länge einer Breitensekunde: 1,85 km : 60 = 0,031 km = 30,8 m




Breitengrad
α
Länge eines Breitengrades: ~111km
Äquator

Berechnung der geographische Längengrade

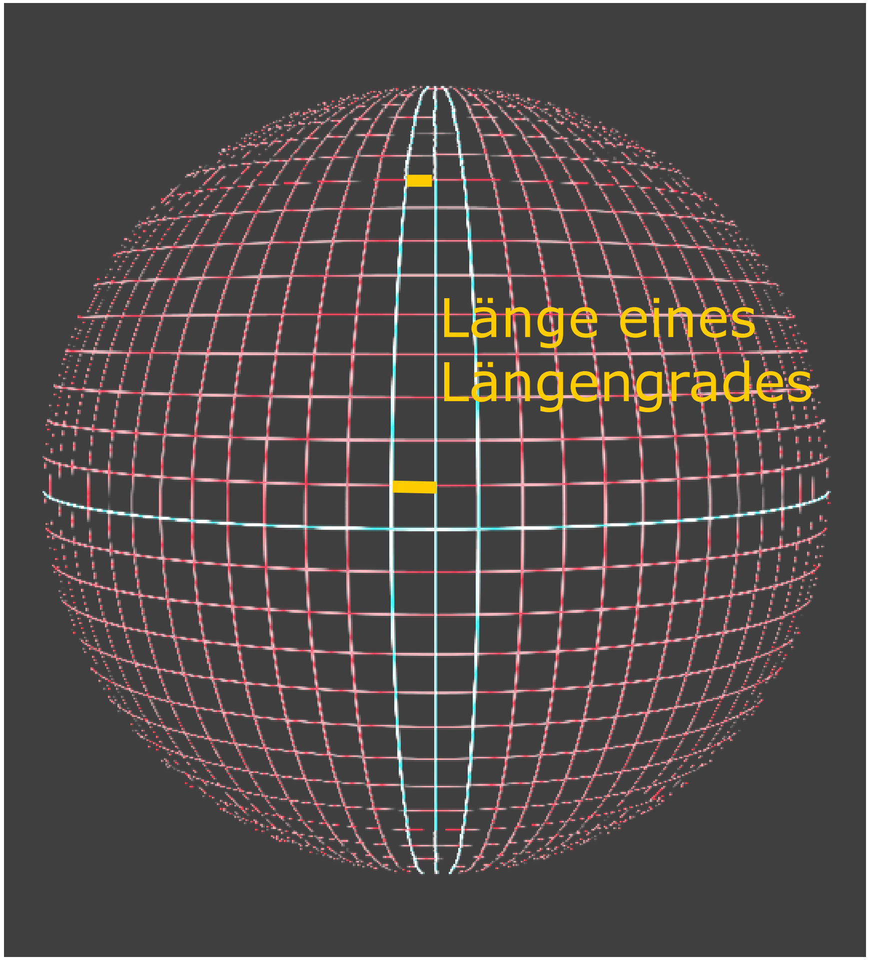
Längengrad

Länge eines Längengrades / Abweitung:

Je nach geographischer Breite verschieden,
da das sphärische Zweieck an den Polen spitz zuläuft.

Am Äquator: 111 km (40 030,17km : 360°)

Am Pol: 0 km

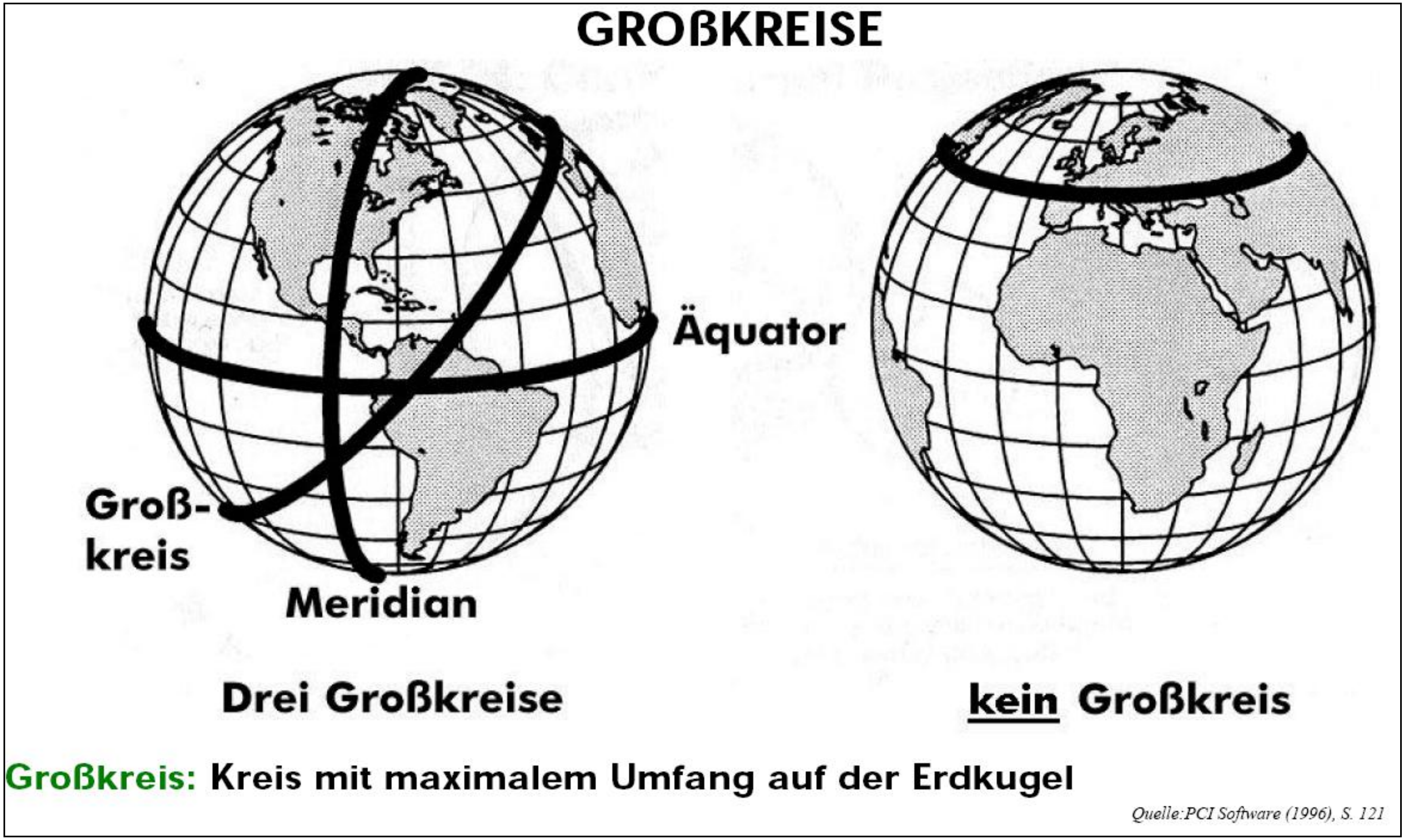


Formel für Länge eines Längengrades:
(bei Bessel Ellipsoid)

$$\boxed{\cos(\text{Breitengrad}) \cdot 111{,}325\ \text{km}}$$

Großkreise

Übersicht: Längenkreise, Breitenkreise und Großkreise



Geographische Länge und Zeit

Begriffe:

WOZ: Wahre Ortszeit (Sonnenstand)

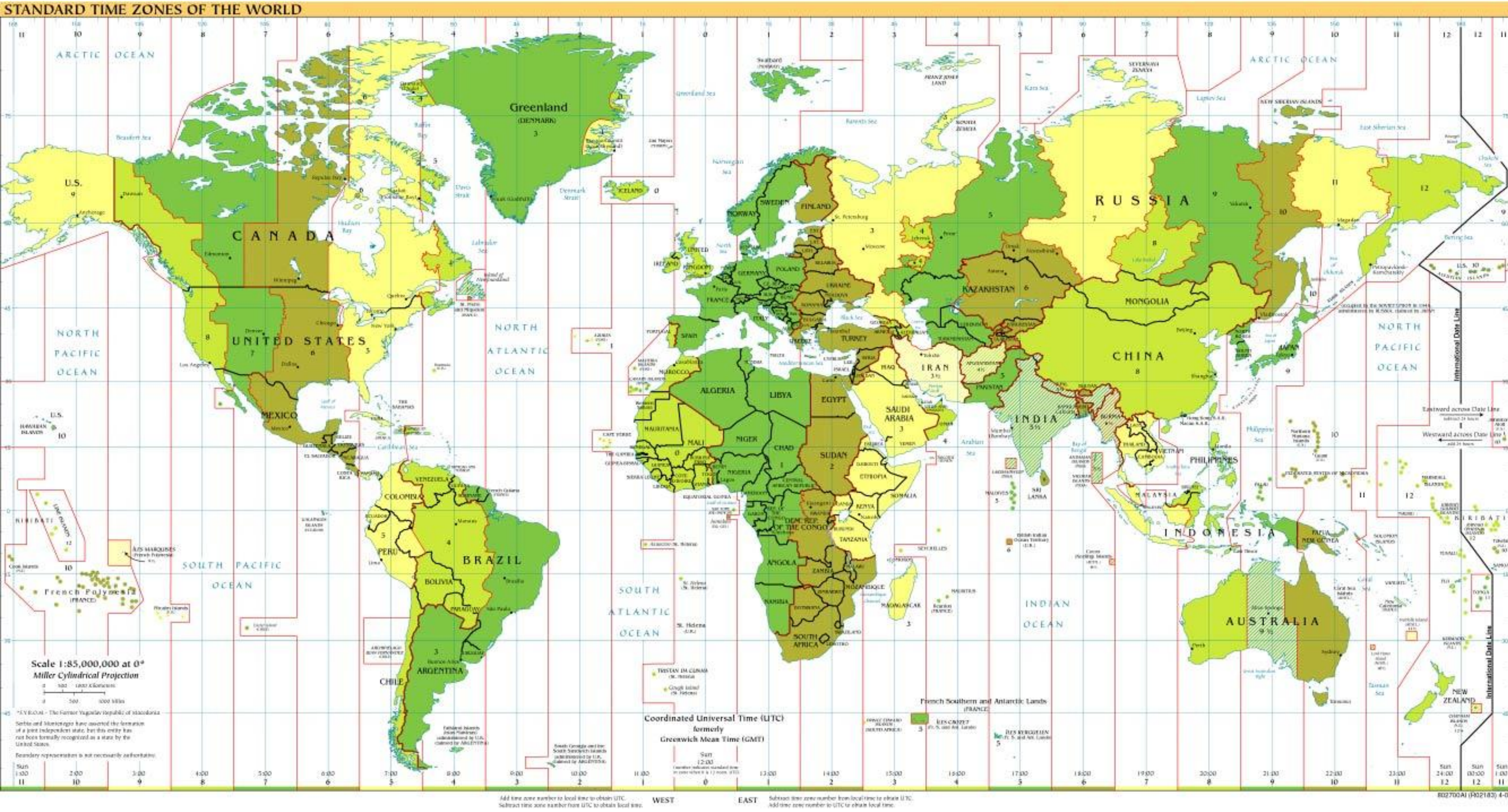
UTC: Universal Time Coordinated
Koordinierte Weltzeit,
entspricht der mittleren Ortszeit in Greenwich
auch Zulu-Zeit (von Zero = Nullmeridian) genannt

→ UTC + 1 = MEZ
→ UTC + 2 = MESZ

Gesetzliche Zeit :
- MEZ = Mitteleuropäische Zeit,
- MESZ = Mitteleuropäische Sommerzeit

Aus praktischen/politischen Gründen
→ Definition von Zeitzonen,
die von der WOZ bis zu 2,5h abweichen können.

Zeitzonen:

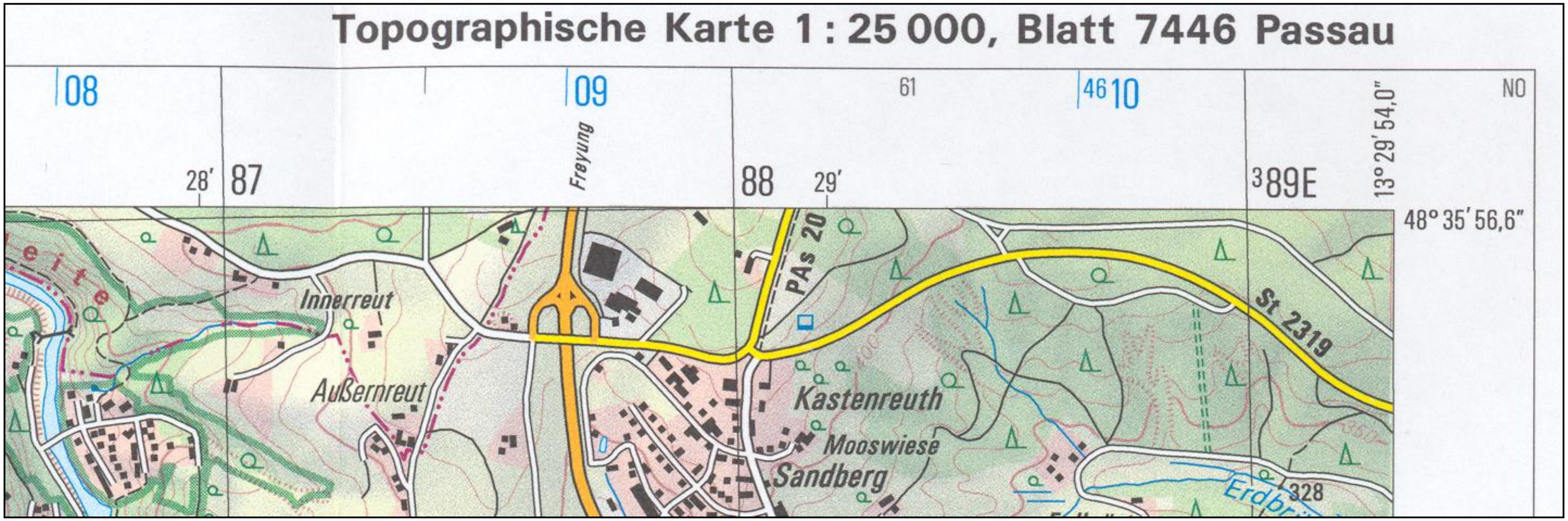


patrick.reidelstuerz@th-deg.de

Kleine Übung zum Thema

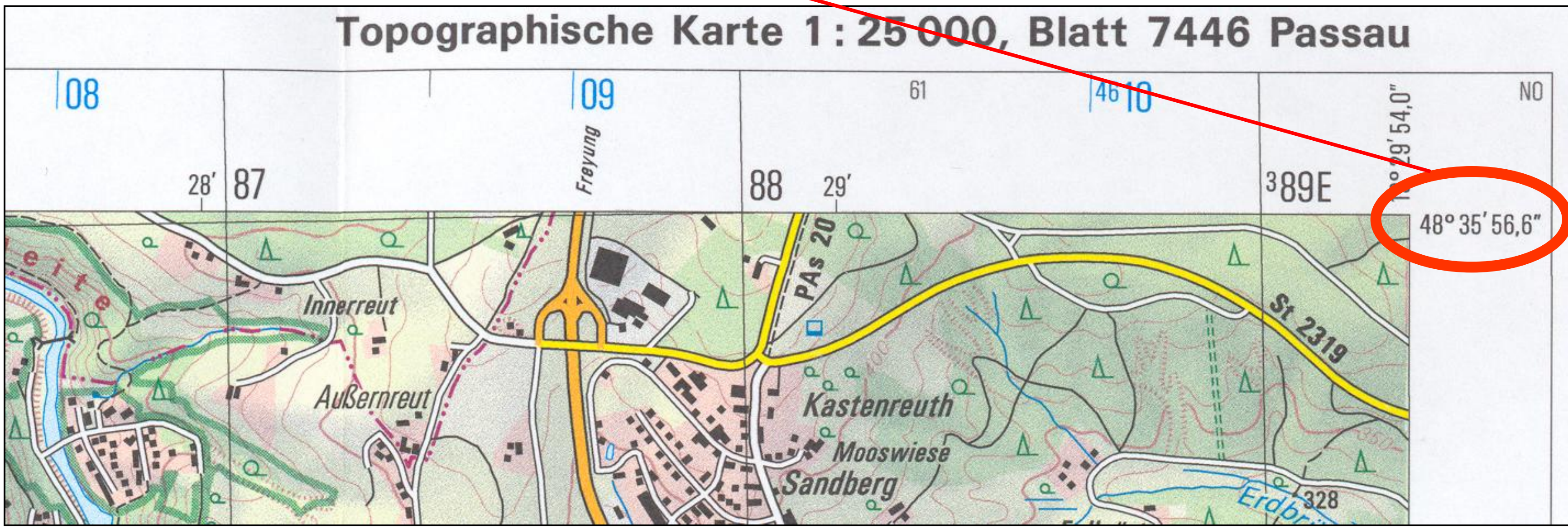
Wie lang ist ein Längengrad im Raum Passau?

Breite im Bereich Passau?



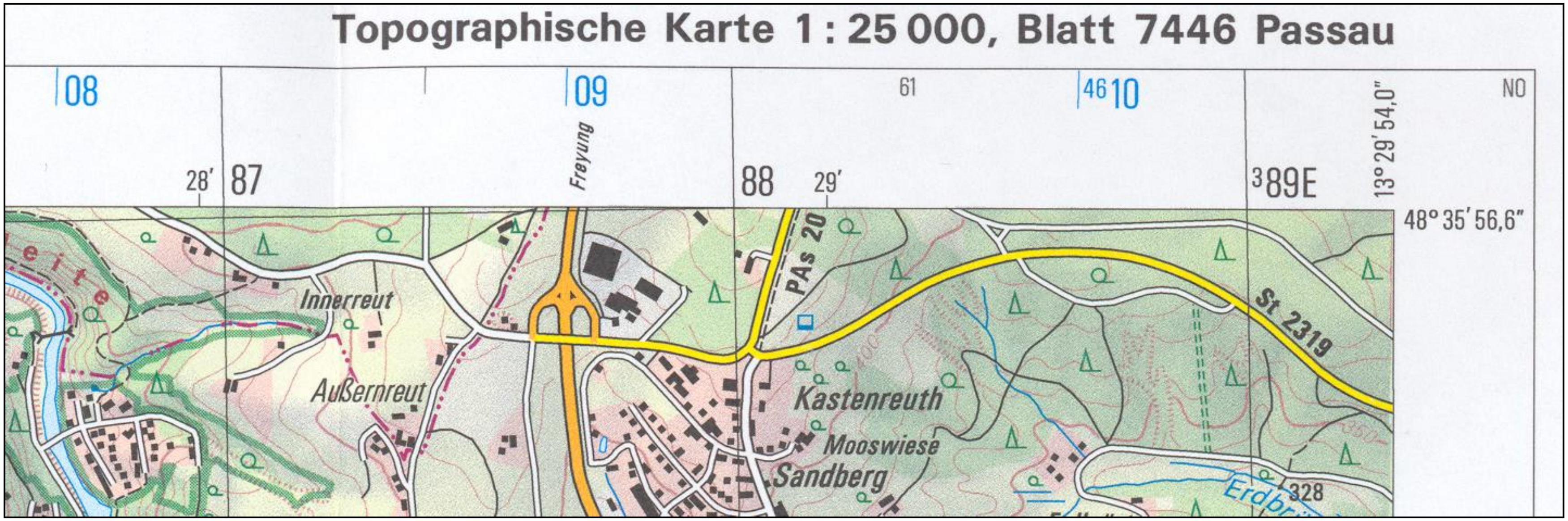
Wie lang ist ein Längengrad im Raum Passau?

Breite im Bereich Passau: 48°



Wie lang ist ein Längengrad im Raum Passau?

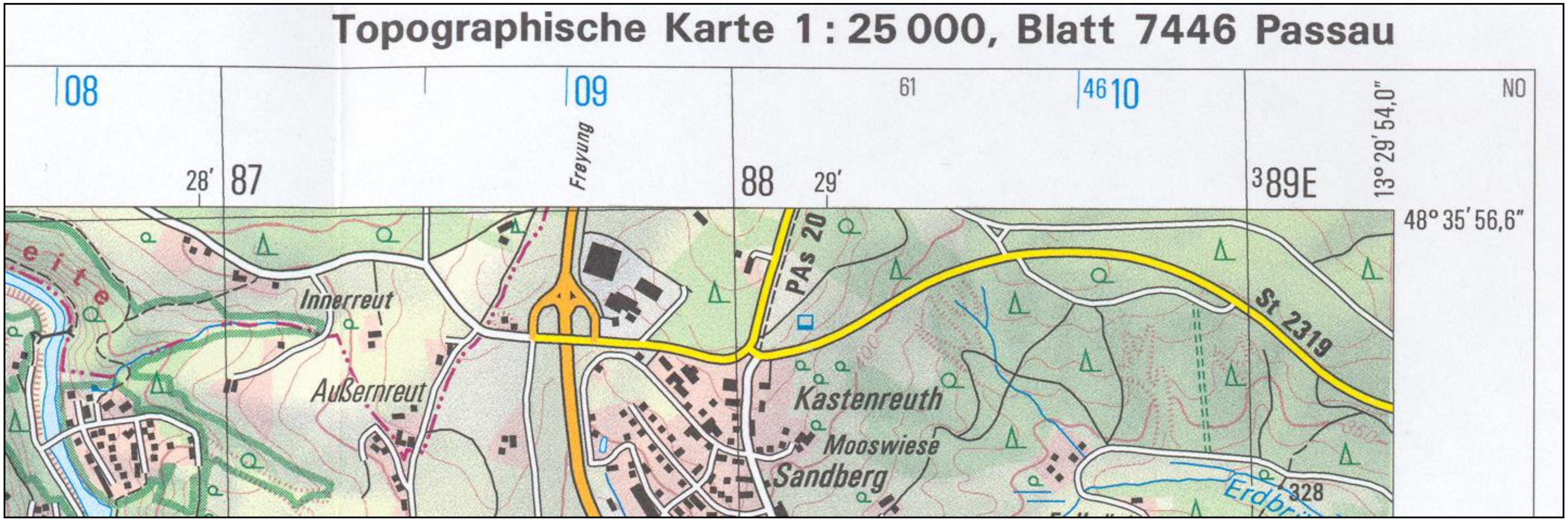
Breite im Bereich Passau: 48°



Formel für die Länge eines Längengrades:

Wie lang ist ein Längengrad im Raum Passau?

Breite im Bereich Passau: 48°

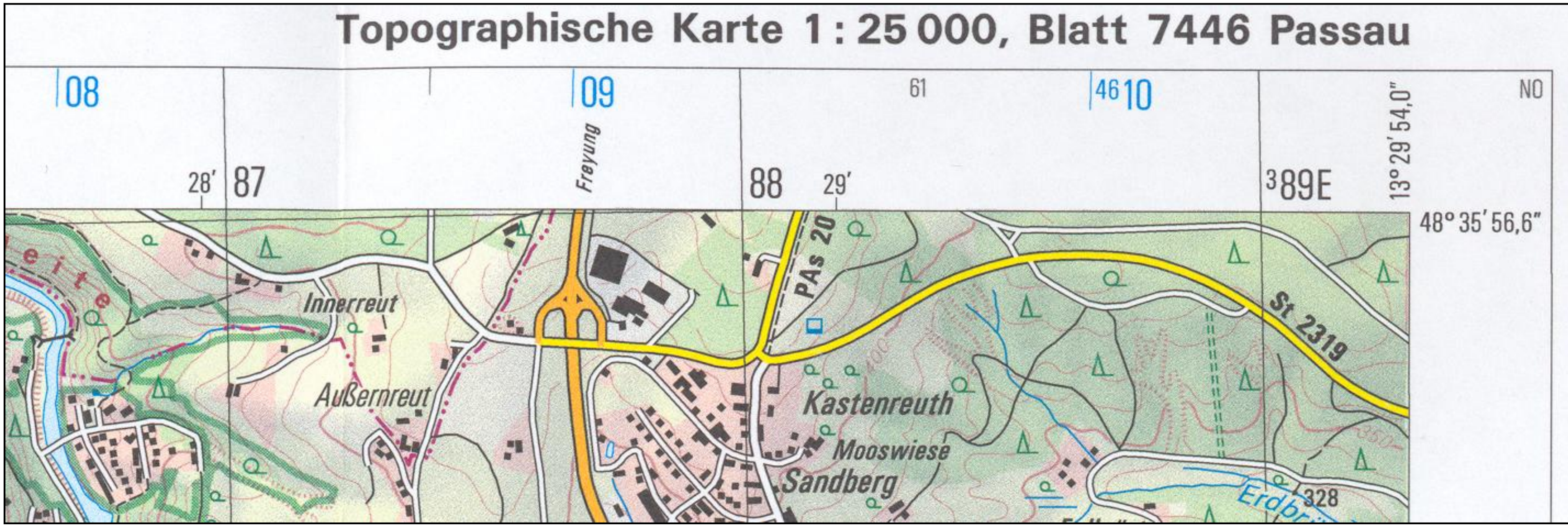


Länge des Längengrades = cos (Breitengrad) * 111,325 km

cos (48) = 0,6691

Wie lang ist ein Längengrad im Raum Passau?

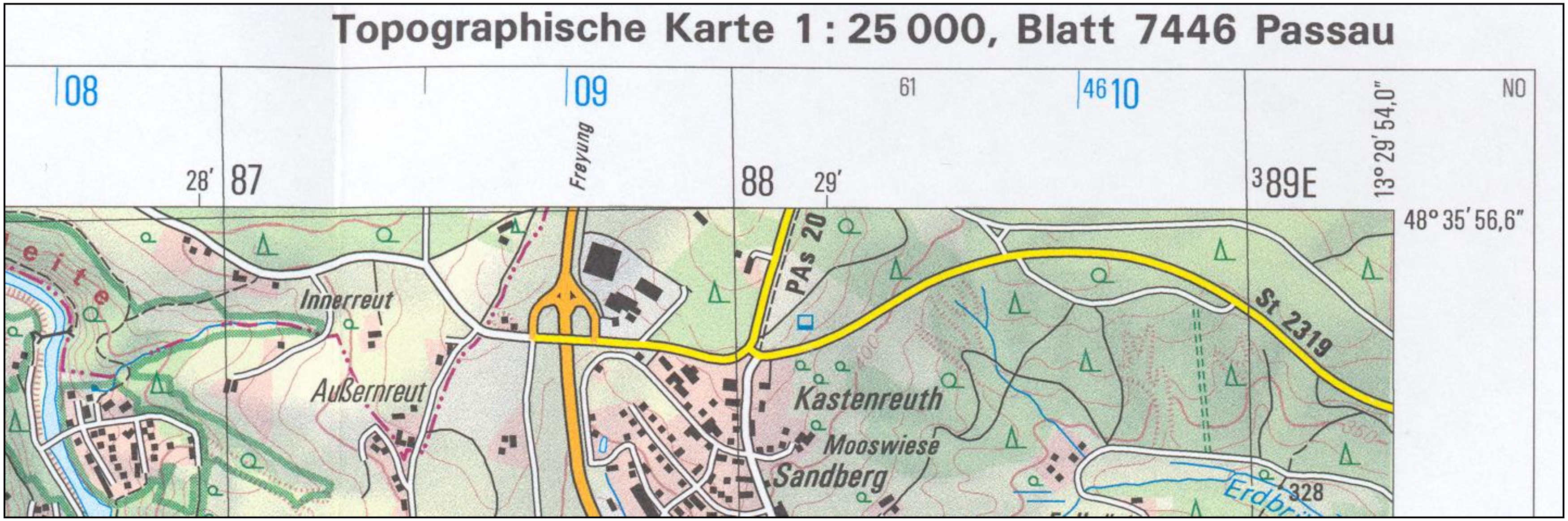
Breite im Bereich Passau: 48°



Länge des Längengrades = 0,6691 * 111,325 km

Wie lang ist ein Längengrad im Raum Passau?

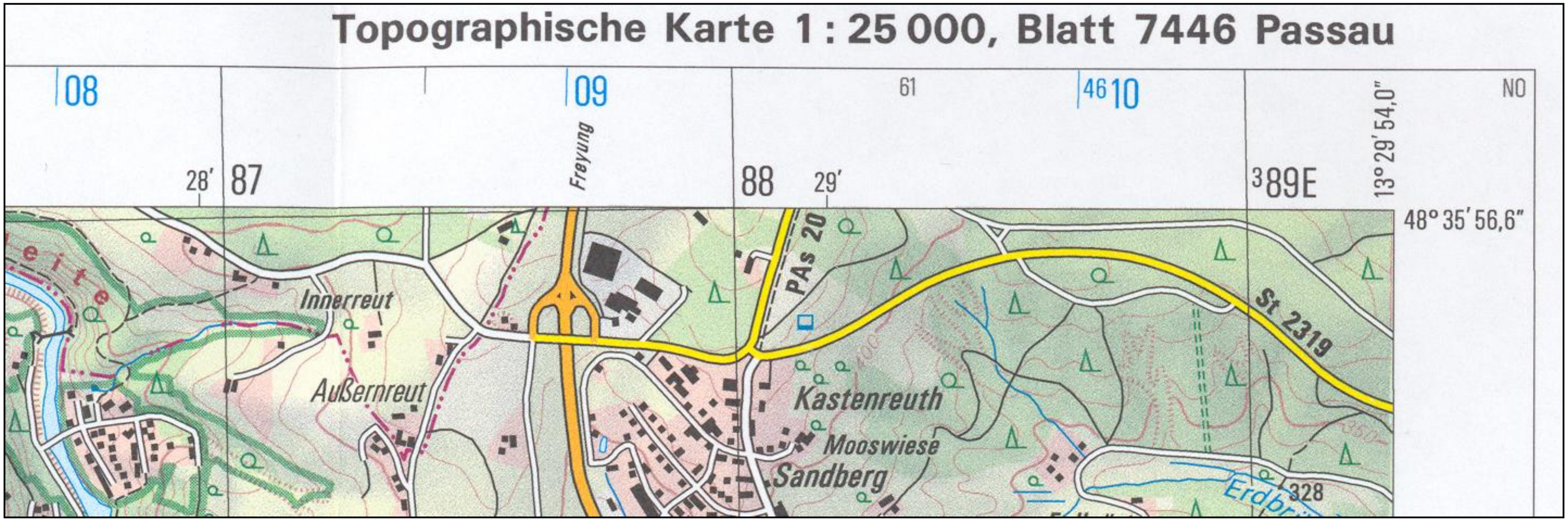
Breite im Bereich Passau: 48°



Länge des Längengrades = **74,5 km**

Wie lang ist ein Längengrad im Raum Passau?

Breite im Bereich Passau: 48°



Länge des Längengrades = **74,5 km**

Länge einer Bogenminute im Raum Passau:

Bogenminute (1´) = Breitengrad : 60

= 74,5 km : 60 = **1,24 km**

Bezugssystem zur Topographische Karte von Passau 1:25.000

Ausgabe 2002

Geodätische Grundlagen

Geodätisches Datum: Potsdam-Datum (Zentralpkt. Rauenberg), Bezugsfläche Bessel-Ellipsoid, Orientierung Berlin, Marienkirche

Höhensystem: Normalnull (NN) Abbildung: Gauß-Krüger-Abbildung

Koordinaten und Höhen der Karte

Geographische Koordinaten	Gauß-Krüger-Koordinaten	UTM-Koordinaten der Zone 33	Höhen
(bezogen auf Potsdam-Datum)	(bezogen auf Potsdam-Datum)	(bezogen auf WGS 84/ETRS 89)	Die Höhen sind in
13° 20' Geographische Länge	45 99 Rechtswert (in km)	3 77E Ostwert (in km)	Metern über Normal-
48° 30' Geographische Breite	53 75 Hochwert (in km)	53 74N Nordwert (in km)	null (NN) angegeben.

Bezugssystem zur Topographische Karte von Passau 1:25.000

Ausgabe 2002

Geodätische Grundlagen

Geodätisches Datum: Potsdam-Datum (Zentralpkt. Rauenberg), Bezugsfläche Bessel-Ellipsoid, Orientierung Berlin, Marienkirche

Höhensystem: Normalnull (NN) Abbildung: Gauß-Krüger-Abbildung

Koordinaten und Höhen der Karte

Geographische Koordinaten	Gauß-Krüger-Koordinaten	UTM-Koordinaten der Zone 33	Höhen
(bezogen auf Potsdam-Datum)	(bezogen auf Potsdam-Datum)	(bezogen auf WGS 84/ETRS 89)	Die Höhen sind in
13° 20' Geographische Länge	45 99 Rechtswert (in km)	3 77E Ostwert (in km)	Metern über Normal-
48° 30' Geographische Breite	53 75 Hochwert (in km)	53 74N Nordwert (in km)	null (NN) angegeben.

Ausgabe 2007:

Geodätische Grundlagen

Bezugssystem: Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989 (ETRS89), entspricht dem Weltweiten Geodätischen System 1984 (WGS84)

Abbildung: Universale Transversale Mercatorabbildung (UTM-Abbildung)

Höhensystem: Höhen in Meter über Normalnull (NN), Pegel Amsterdam. Umrechnung von Höhen über dem Ellipsoid des ETRS89/WGS84 in Höhen über NN: -45 m

Koordinaten

UTM-Koordinaten der Zone 33	Geographische Koordinaten	Gauß-Krüger-Koordinaten
(bezogen auf ETRS89/WGS84)	(bezogen auf ETRS89/WGS84)	(bezogen auf Potsdam-Datum)
3 77E Ostwert (in km)	13° 20' Geographische Länge	45 99 Rechtswert (in km)
53 74N Nordwert (in km)	48° 30' Geographische Breite	53 75 Hochwert (in km)
	(östliche Länge von Greenwich)	

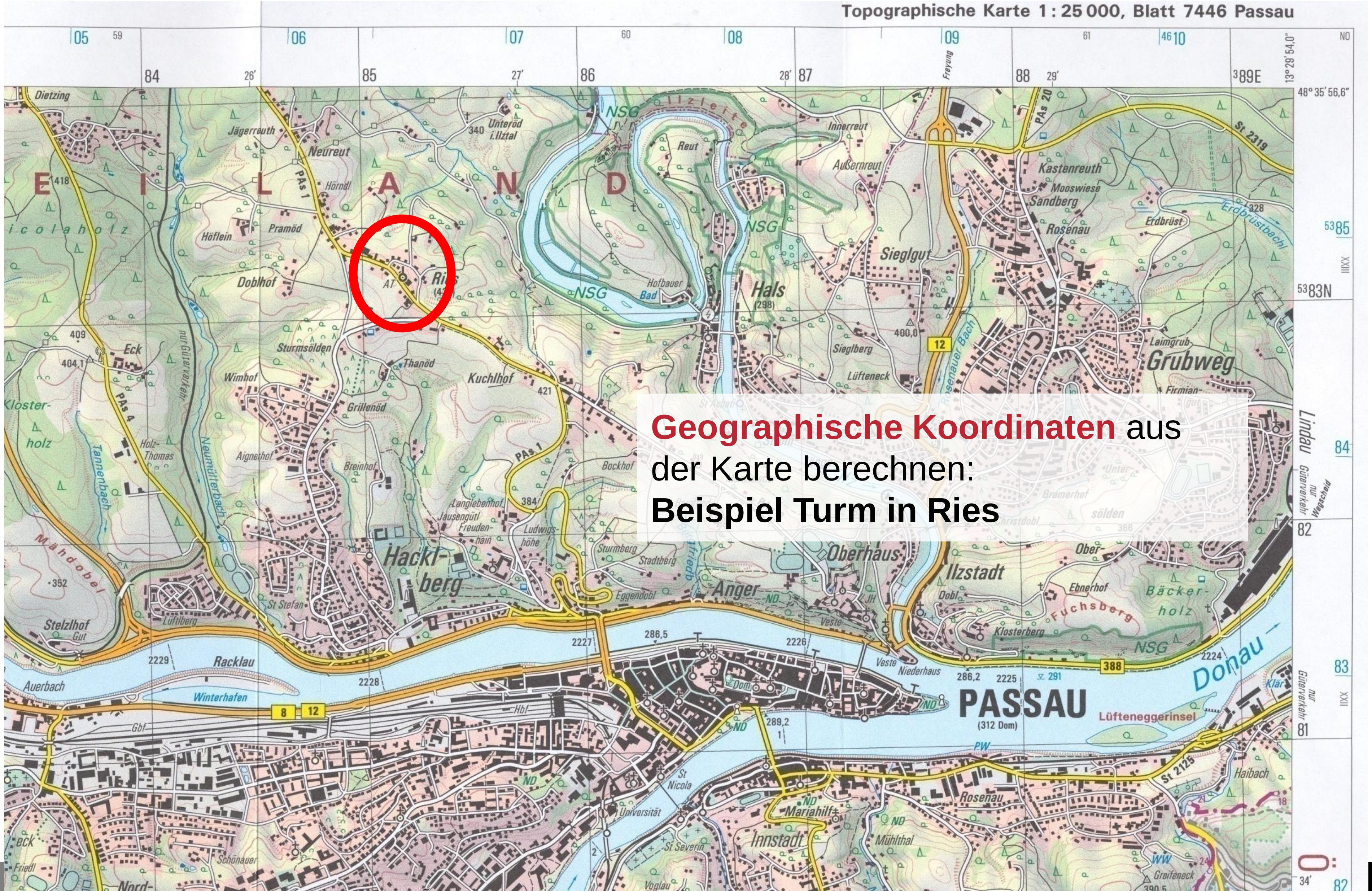
Änderung des Kartenbezugsystems!

→

Geographische Koordinaten aller Punkte auf der Karte ändern sich!

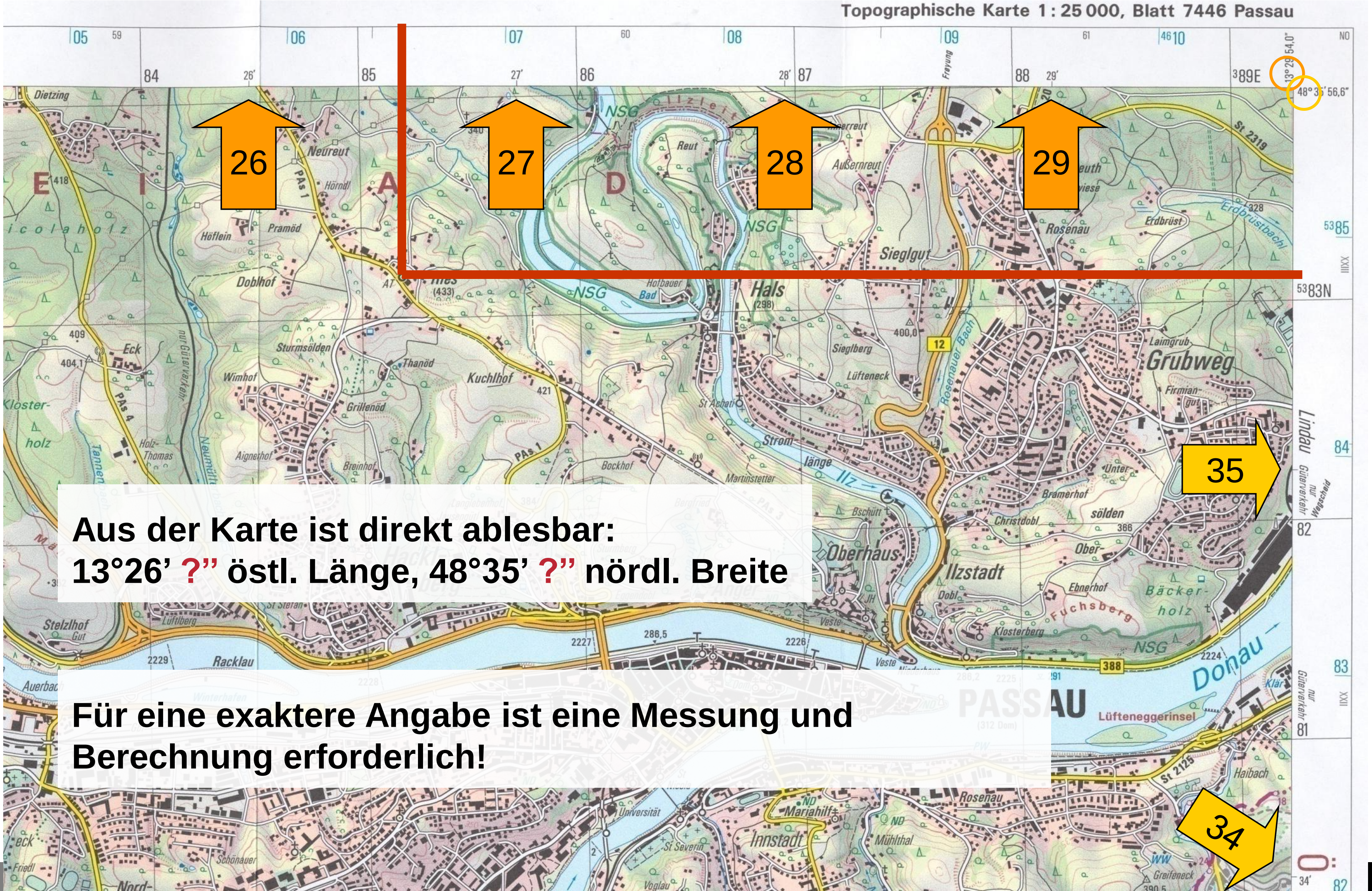
Und noch eine kleine Übung zum Thema

Beispiel **Turm in Ries** (neue Karte von 2007)



Geographische Koordinaten aus der Karte berechnen:
Beispiel Turm in Ries

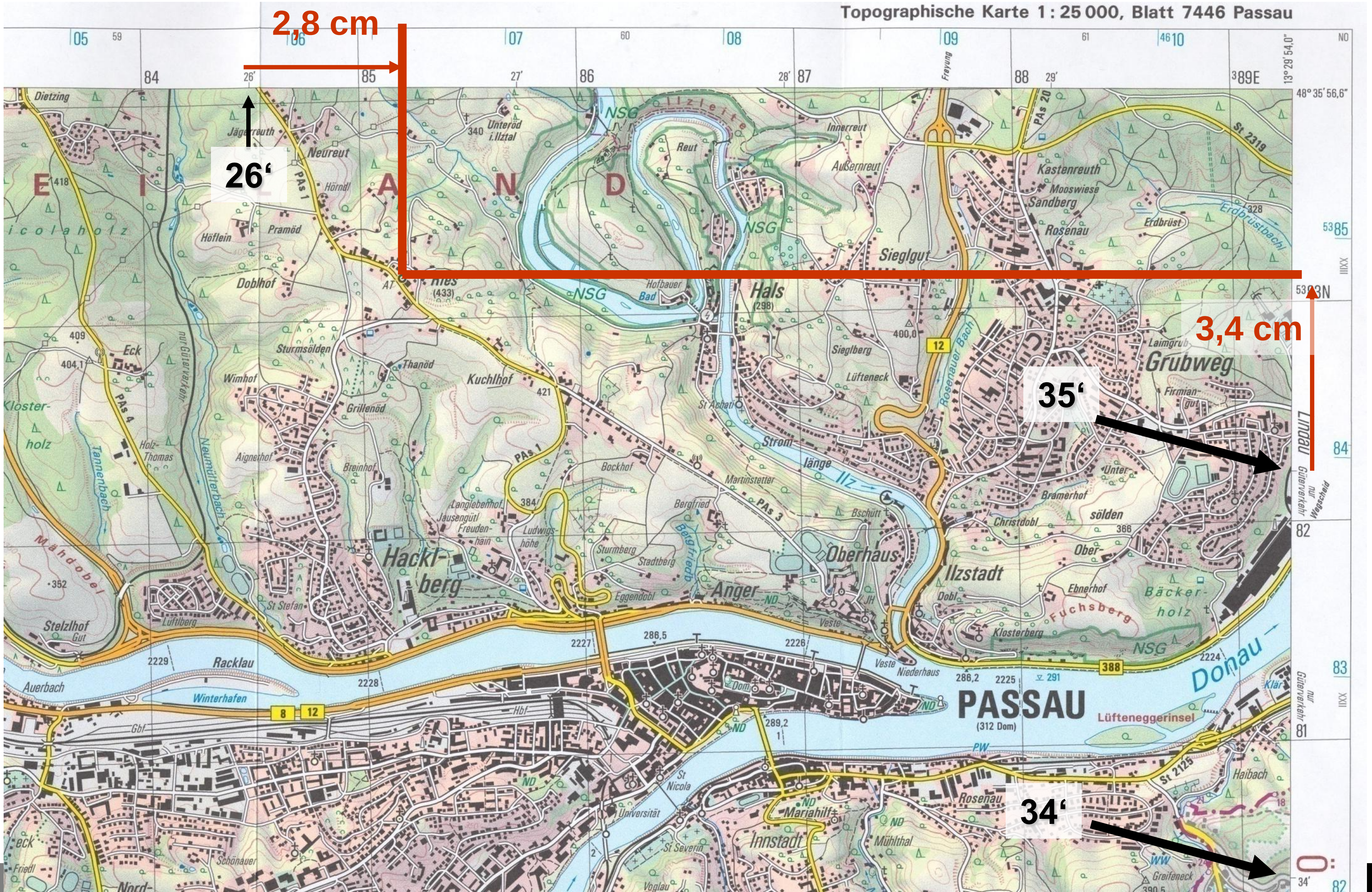
Zum Ermitteln von Koordinaten das Lot zum Kartenrand fällen!



Aus der Karte ist direkt ablesbar:
13°26' ?" östl. Länge, 48°35' ?" nördl. Breite

Für eine exaktere Angabe ist eine Messung und Berechnung erforderlich!

Beispiel Turm in Ries **NEUE KARTENAUSGABE 2007**



Problem: wir können die Strecke auf der Karte in cm messen, brauchen jedoch eine Gradangabe

(Grad, Minuten und Sekunden)

Frage: Wie viele cm auf der Karte entsprechen 1´ (60´´) (also einer Minute oder 60 Sekunden) **Länge**?

Wie viele cm auf der Karte entsprechen 1´ (60´´) (also einer Minute oder 60 Sekunden) **Breite**?

Umrechnung cm auf Karte in Längenminute

Wie viele cm auf der Karte entsprechen 1’ (60“) Länge?

Schritt 1

Länge eines Längenrades im Raum Passau: **74,3 km**
→ cos (48)*111 = 74,3

Schritt 2

Länge einer Längenminute: **1,24 km**
→ 74,3 : 60 = 1,24

Schritt 3

Bei einem Maßstab von 1:25.000 entsprechen 1,24 km wieviel cm?

1 cm	=	25.000 cm
x cm	=	124.000 cm (1 Längenminute)

x = 124.000 * 1 / 25.000 = 4,96 (in etwa 5 cm)

Einer Längenminute entspricht auf der Karte eine Strecke von etwa **5 cm**

Umrechnung „cm auf Karte“ in Breitenminute

Wie viele cm auf der Karte entsprechen 1’ (60“) Breite?

Schritt 1

Abstand eines Breitengrades immer: 111 **km**

Schritt 2

Länge einer Breitenminute immer: **1,85 km**

→ 111 : 60 = 1,85

Schritt 3

Bei einem Maßstab von 1:25.000 entsprechen 1,85 km wieviel cm?

1 cm	=	25.000 cm
x cm	=	185.000 cm (1 Breitenminute)

x = 185.000 * 1 / 25.000 = 7,4

Einer Breitenminute entspricht auf der Karte eine Strecke von etwa **7,4 cm**

Längensekunden?

Beispiel Turm in Ries **NEUE Kartenausgabe 2007**

Vervollständige nun die Koordinatenangabe

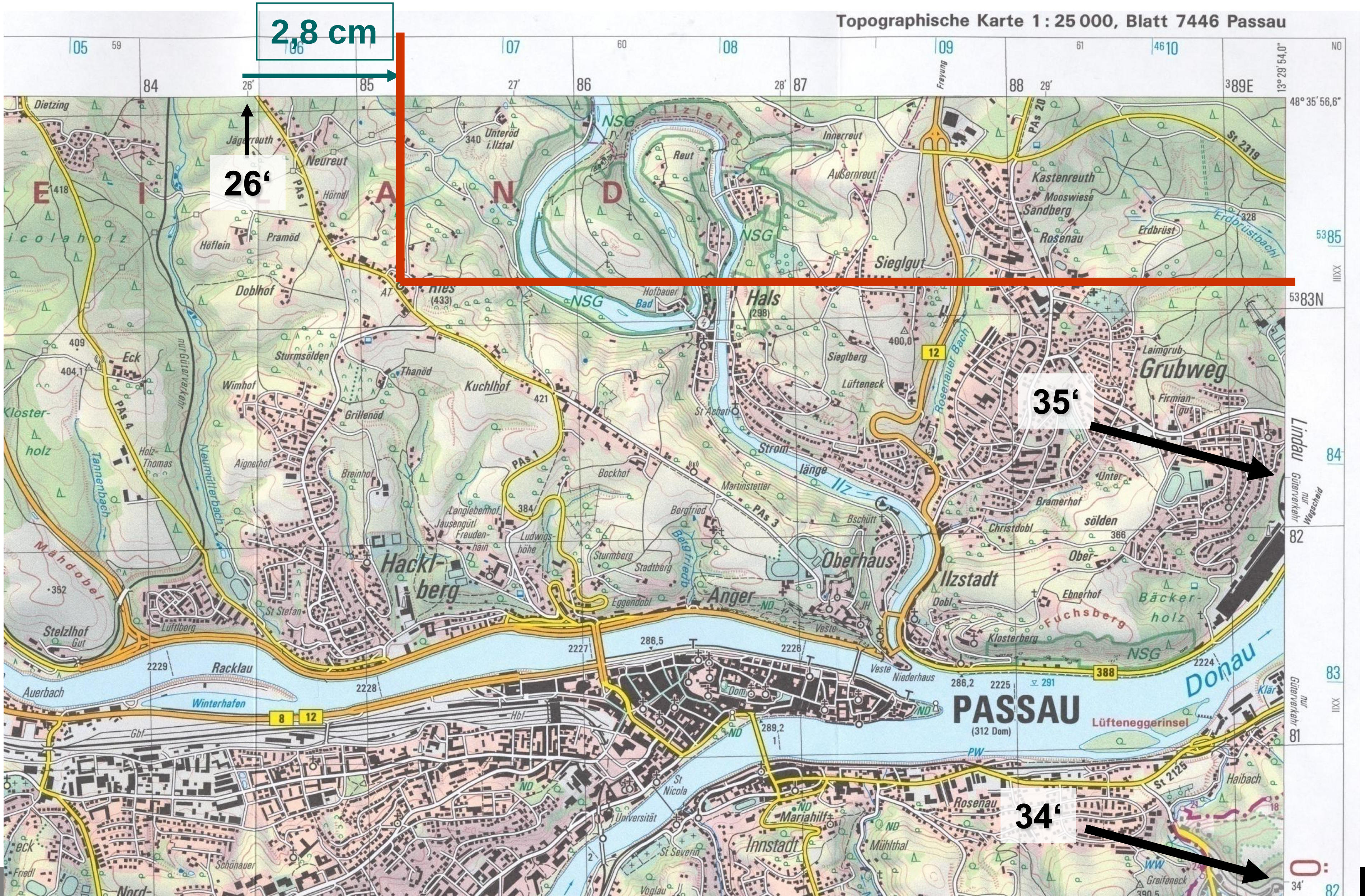
13°26’ ?” östl. Länge, 48°35’ ?” nördl. Breite

zur Berechnung der Längensekunden:

ab 26‘ am Kartenrahmen den Abstand zum Lot auf den Turm messen:

Abstand von 26’ bis zu abgetragenem Punkt = 2,8 cm

Beispiel Turm in Ries **NEUE KARTENAUSGABE 2007**



Beispiel Turm in Ries **NEUE Kartenausgabe 2007**

Vervollständige nun die Koordinatenangabe

13°26’ ?” östl. Länge, 48°35’ ?” nördl. Breite

zur Berechnung der Längensekunden:

ab 26‘ am Kartenrahmen den Abstand zum Lot auf den Turm messen:

Abstand von 26’ bis zu abgetragenem Punkt = 2,8 cm

x” = (60” * 2,8 cm) / 5 cm = 33,6”

Meßwert

Eine Längenminute beim gegebenen Kartenmaßstab

Ableitung:

5cm = 60sec´´

2,8cm = x sec´´

x sec´´ = (2,8cm *60sec´´) / * 5cm

13°26’ 33,6´´ östl. Länge, 48°35’ ?” nördl. Breite

Breitensekunden?

Beispiel Turm in Ries **NEUE Kartenausgabe 2007**

Vervollständige nun die Koordinatenangabe

13°26’ 33,6´´ östl. Länge, 48°35’ ?” nördl. Breite

zur Berechnung der Breitensekunden:

zur Berechnung der Breitensekunden:

Abstand von 35’ bis zu abgetragenem Punkt = 3,4 cm

Beispiel Turm in Ries **NEUE KARTENAUSGABE 2007**

Beispiel Turm in Ries **NEUE Kartenausgabe 2007**

Vervollständige nun die Koordinatenangabe

13°26' 33,6´´ östl. Länge, 48°35' ?" nördl. Breite

<u>zur Berechnung der Breitensekunden:</u>

Abstand von 35' bis zu abgetragenem Punkt = 3,4 cm

y" = (60" * 3,4 cm) / 7,4 cm = 27,6"

Meßwert

Eine Breitenminute beim gegebenen Kartenmaßstab

<u>Herleitung:</u>

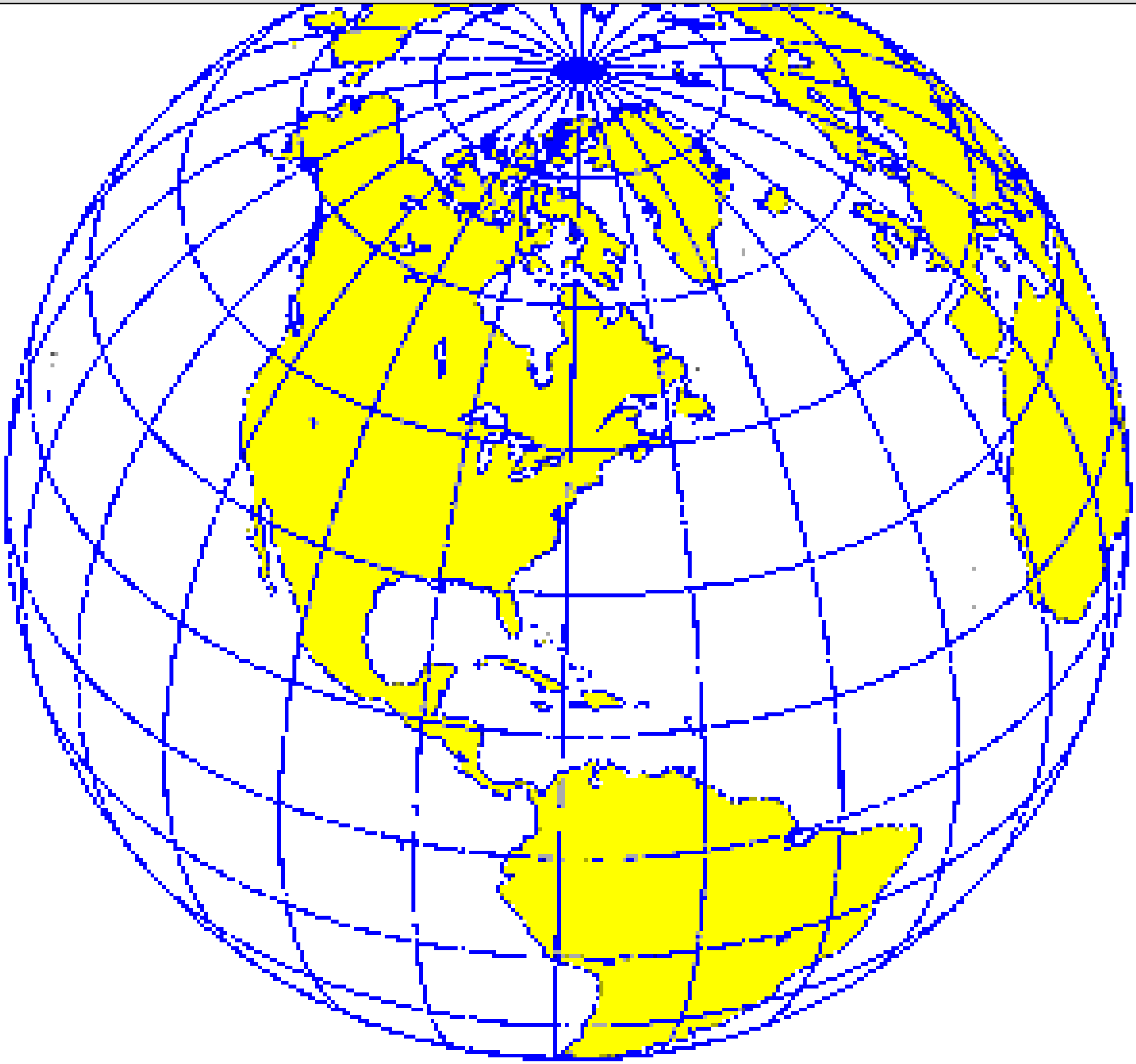
7,4cm = 60sec´´

3,4cm = x sec´´

X sec´´ = (3,4cm *60sec´´) / * 7,4cm

→ 13°26' 33,6" östl. Länge, 48°35' 27,6" nördl. Breite

Kartenprojektion



Kartenprojektion

Kartennetzentwürfe stellen Koordinatenreferenzsysteme dar.

Sie konvertieren ein mathematisches Erdmodell in die Ebene.

Es sind über 400 Abbildungssysteme bekannt.

Kartenprojektion

Projektion in der Geographie bedeutet:

Erdoberfläche (Kugel, Geoid, 3-D Raum)	→	**Karte** (2-D Ebene)

Kartenprojektion

Zum Erhalt von Kartennetzentwürfen sind grundsätzlich 3 Schritte notwendig:

(1) Auswahl eines geeigneten Modells für die Form der Erde (Kugel, Ellipsoid)

(2) Umwandlung der geographischen Koordinaten in ein kartesisches Koordinatensystem

(3) Skalierung der Karte

Kartenprojektion

Geographische Koordinaten:

Länge, Breite

Kartesische Koordinaten:

X und y, oder Rechts und Hochwert (von einem Ursprung aus)

Was ist eine Kartenprojektion?
Das Wort Projektion beschreibt die mathematische Formel die angewendet wurde, um die gekrümmte, dreidimensionale Oberfläche der Erde auf einer flachen und somit zweidimensionalen Karte darzustellen.

…

Je nach Wahl der Projektion kann der Betrachter einer Karte bezüglich Flächen, Distanzen und Winkeln ein von der Realität abweichendes Bild erhalten. Diese Längen-, Flächen- und Winkelverzerrungen werden mit Hilfe der Abbildungs-gleichungen minimiert, so dass ein Kompromiss gefunden wird, der für die jeweilige Aufgabenstellung die optimale Darstellung bietet.

Quelle: http://www.kartenwelten.de/hilfe-suche-tipps/kartografie-wissenswertes/projektion.html

3 Anforderungen

- **Flächentreue** (flächentreu)
- **Abstandstreue** (equidistant)
- **Winkeltreue** (conformal)

Mit einer Projektion kann immer nur eine Anforderung ins Optimum gebracht werden → nie alle!

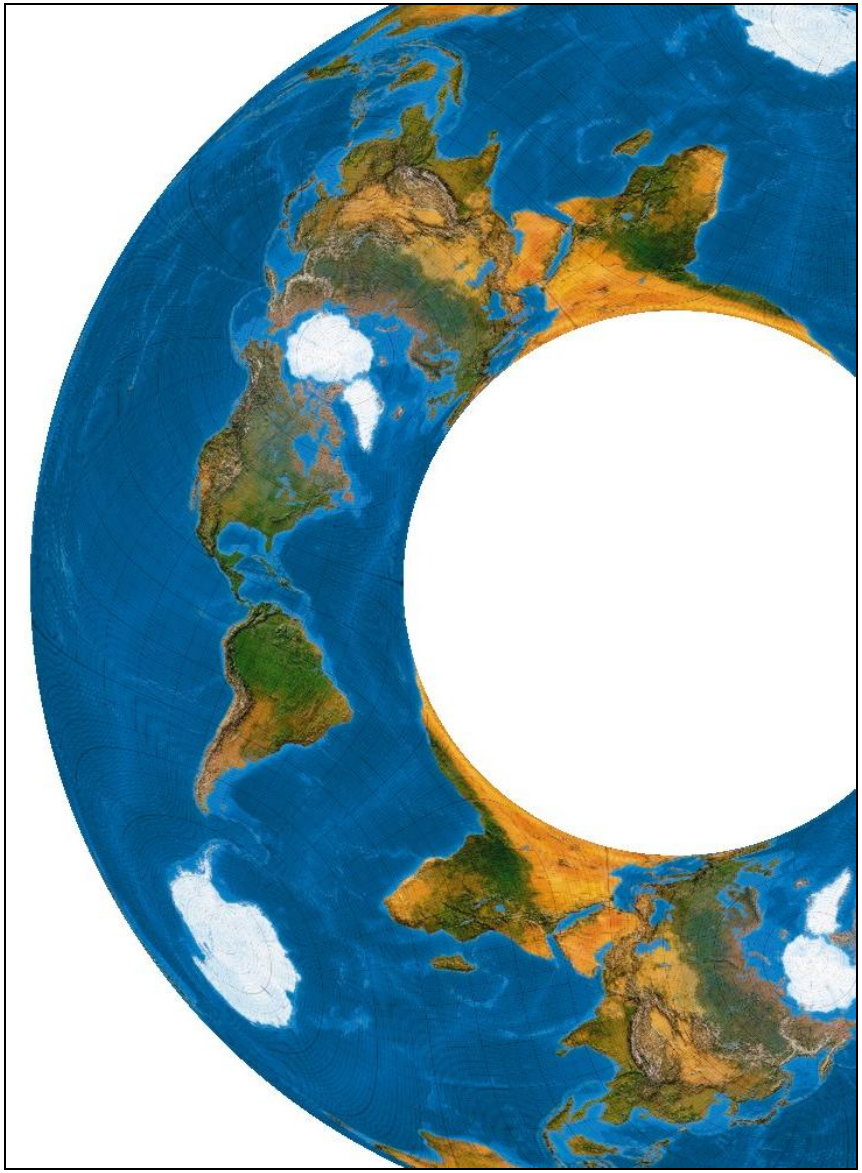
Man unterscheidet daher zwischen

- Flächentreuen Projektionen oder
- Winkeltreuen Projektionen und
- Abstandstreuen Projektionsentwürfen

→ nur ein Globus als dreidimensionales Modell erfüllt alle Anforderungen

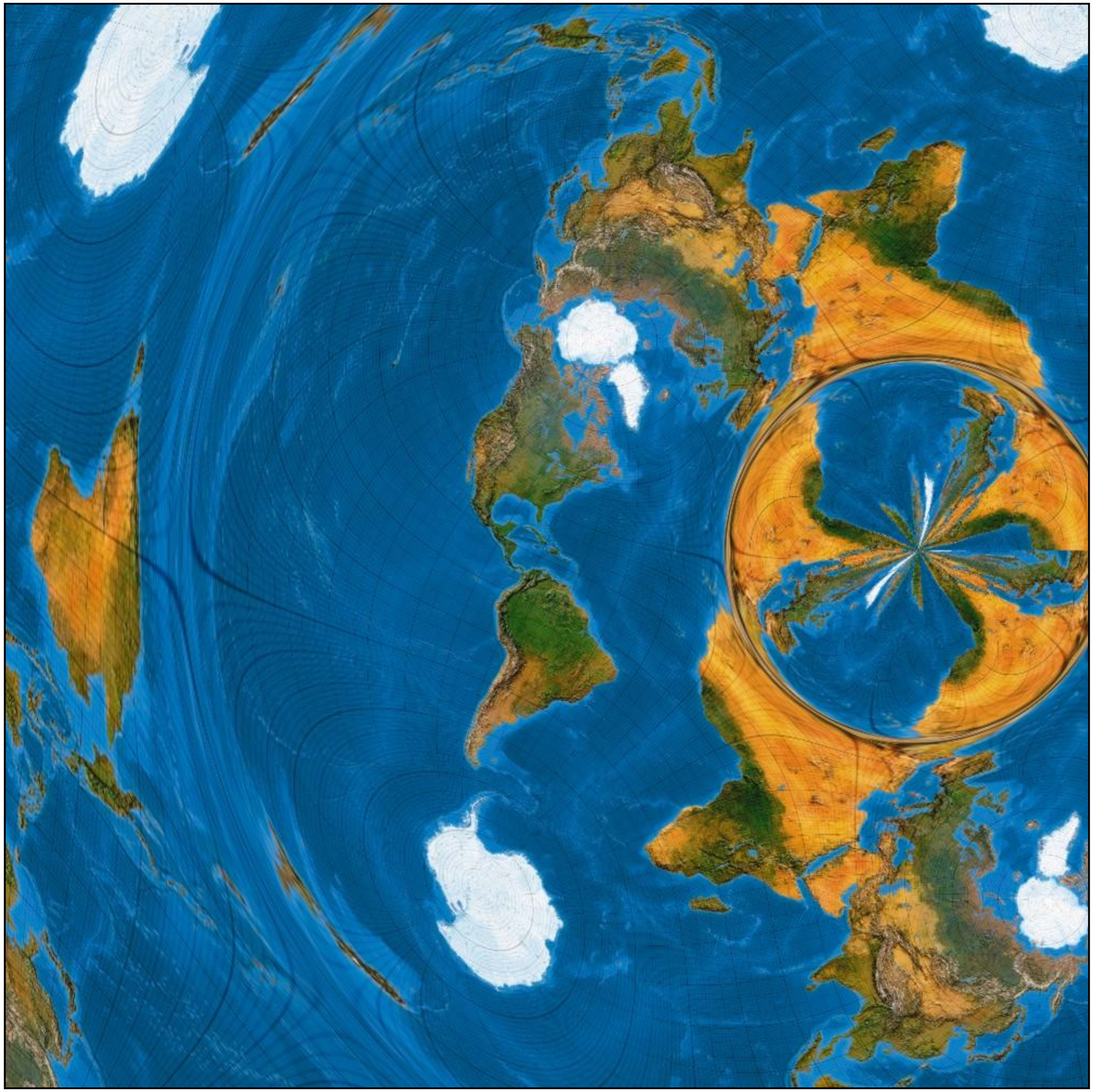
Beispiele

Flächentreue Projektion



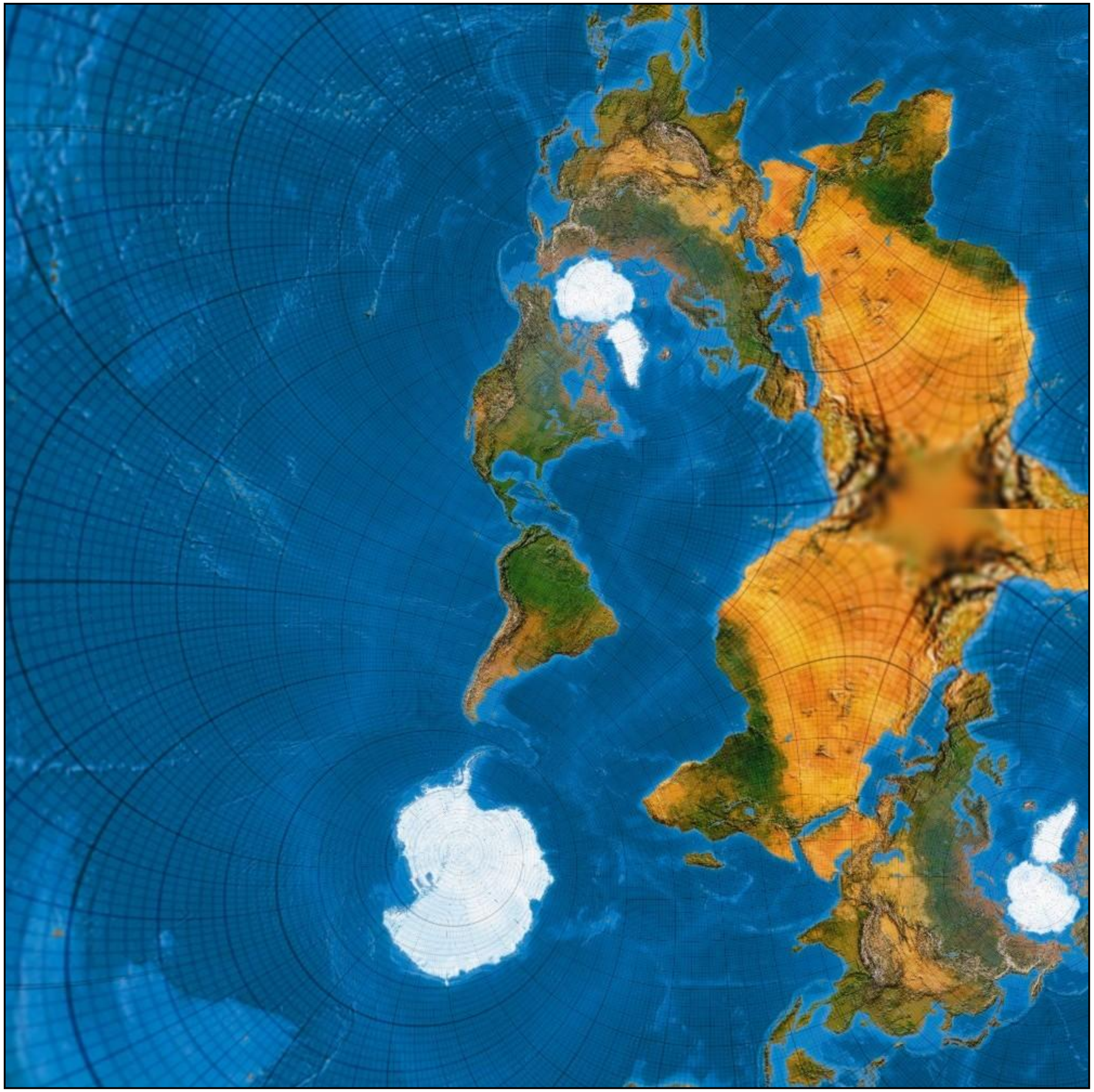
Abstandstreue Projektion

(äquidistant)



Winkeltreue Projektion

(conformal)



Entwurfsarten

Entwurfsarten

Die kartographischen Abbildungen können nach **3** verschiedenen Kriterien eingeteilt werden: nach

1. Art der Projektionsfläche

2. Lage des Projektionszentrums

3. Lage der Projektionsfläche

(1) Entwurfsarten nach Art der Projektionsfläche

(1) Entwurfsarten nach Art der Projektionsfläche

Kegelige
Kartennetzentwürfe

Nicht - Kegelige
Kartennetzentwürfe

(Kegel mit Höhe 0)

(Oberer Kegeldurchmesser = unterer)

Sonderfall:

Projektion auf die **Ebene**

Sonderfall:

Projektion auf den **Zylinder**

→ Man projiziert also zunächst auf den Kegel oder den Zylinder und rollt diese dann auf.

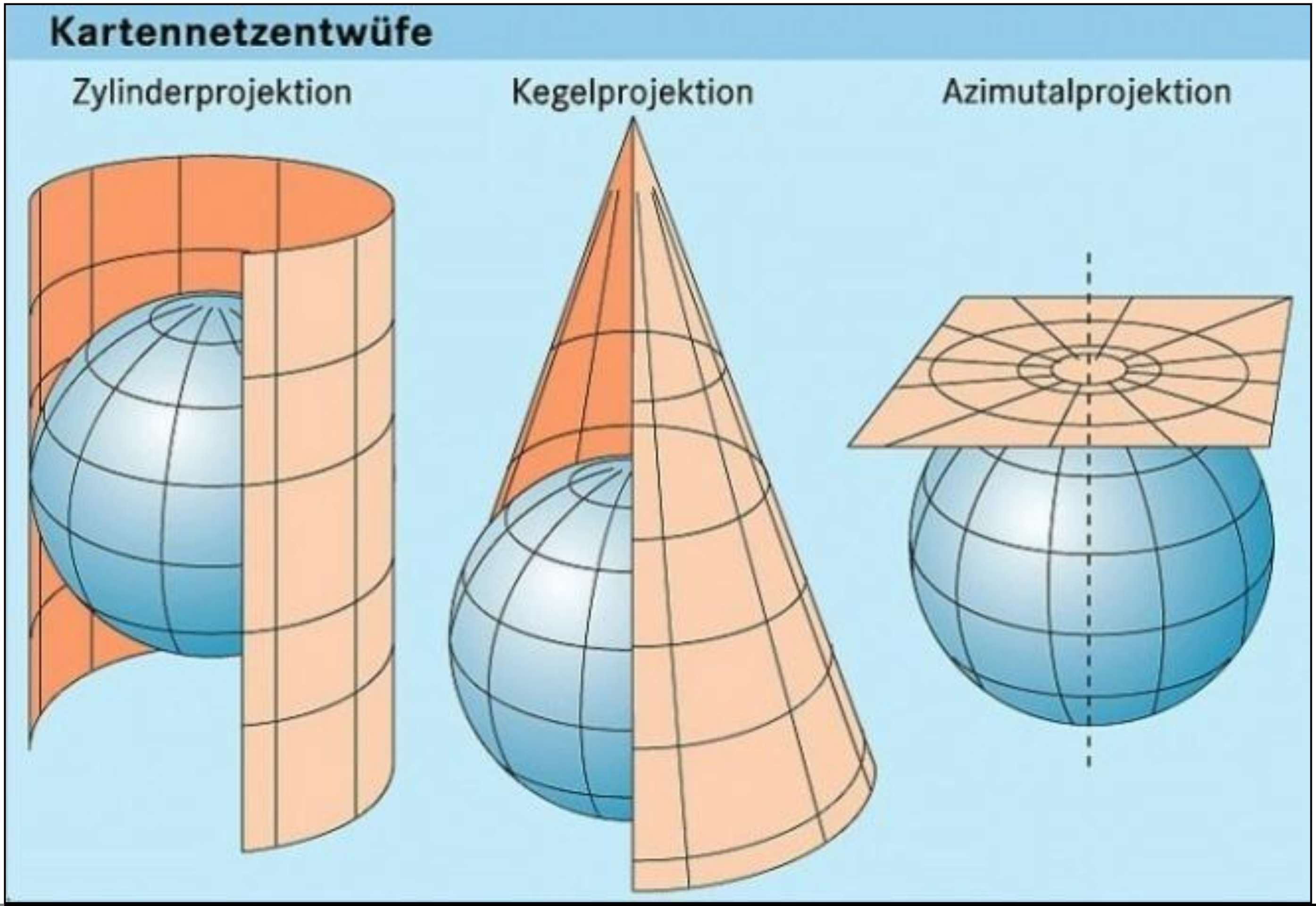
Bei der Projektion auf die Ebene entfällt das natürlich.

(1) Entwurfsarten nach Art der Projektionsfläche

Azimutalprojektion: (Berührung in einem Punkt, azimutal)

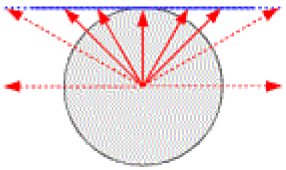
Kegelprojektion: (Berührung als Kegelmantel, konisch)

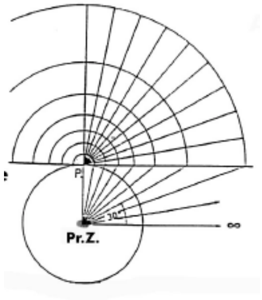
Zylinderprojektion: (Berührung an einem Zylinderrand, zylindrisch)



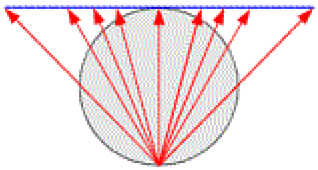
(2) Entwurfsarten nach Lage des Projektionszentrums

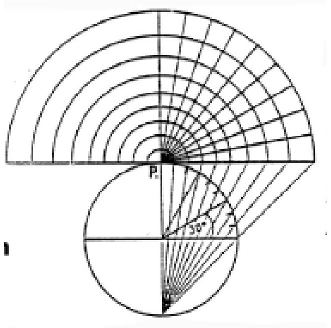
Gnomonische/zentrale Projektion (Erdmittelpunkt)



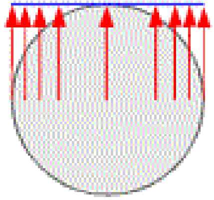


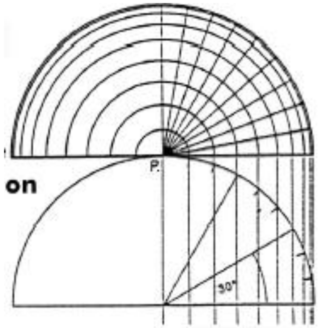
Stereographische Projektion (Gegenpol)





Orthographische Projektion (im Unendlichen)

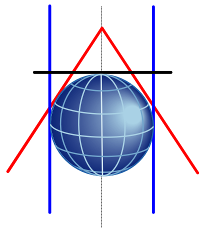




(3) Entwurfsarten nach Lage der Projektionsfläche

Normale Lage (polständig, erdachsig)

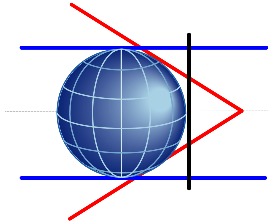
- Achsen des Kegels oder des Zylinders bzw. das Lot der Projektionsebene des Azimutalentwurfs fallen mit der Erdachse zusammen



Normale Lage

Transversale Lage (äquatorständig)

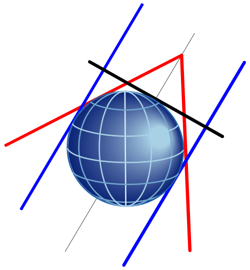
- Achsen von Zylinder und Kegel bzw. Lot der azimutalen Projektionsfläche stehen rechtwinklig zur Erdachse
- Berühungsflächen von Zylinder und Kegel parallel zum Äquator, d.h. Berührung an den Polen oder an zwei Längenkreisen
- azimutaler Berührungspunkt ist am Äquator



Transversale Lage

Schiefachsige Lage (schiefständig)

- Achsen von Zylinder/Kegel bzw. Lot der azimutalen Projektionsfläche stehen in einem beliebigen spitzen Winkel zur Erdachse

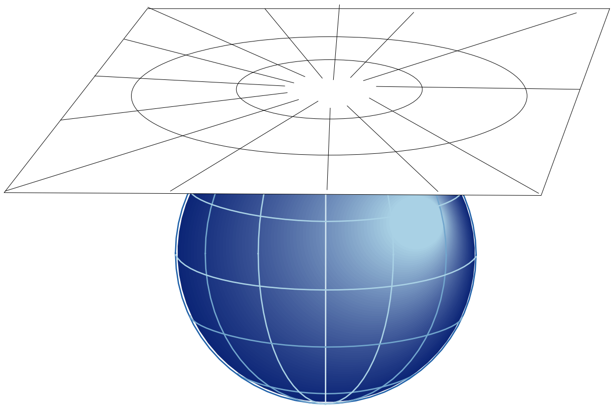


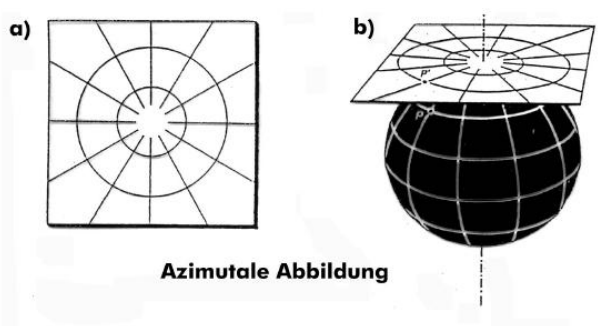
Schräge Lage

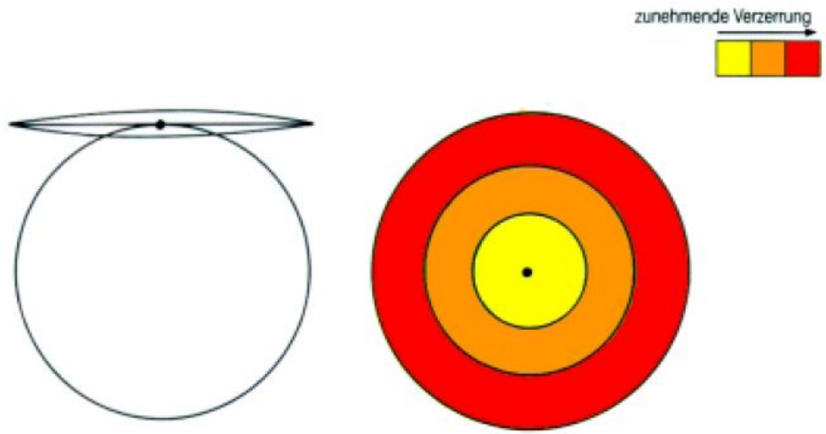
patrick.reidelstuerz@th-deg.de

Azimutalprojektion

(a) Die Azimutalprojektion - polständig

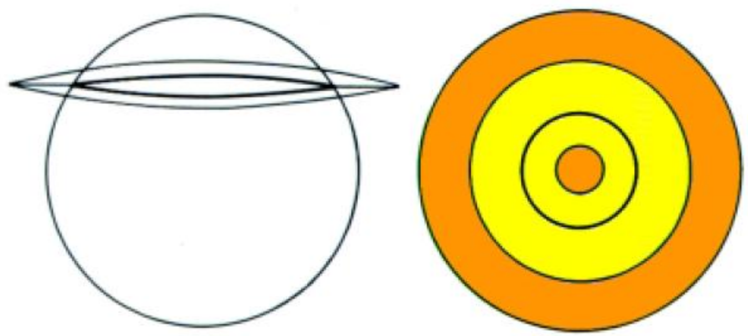






Berührungsfläche

Eine ebene Fläche berührt die Globusoberfläche in einem einzigen Punkt, nicht in einer Linie. Die sogenannten *Azimutalabbildungen* sind in diese Kategorie zu stellen.



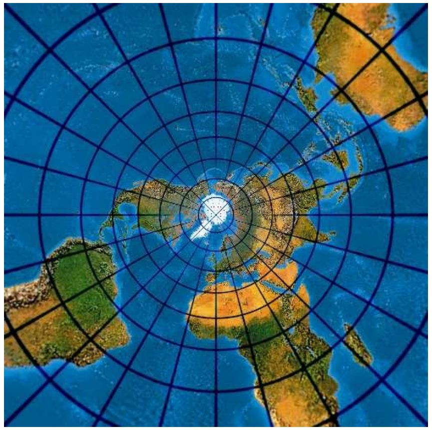
Schnittfläche

Eine Fläche schneidet den Globus entlang des Breitenkreises. Anders als im Fall der punktuellen Berührung verstärken sich die Verzerrungen sowohl gegen das Schnittkreiszentrum als auch gegen die Peripherie hin.

Quelle: Knaurs Großer Weltatlas1999.

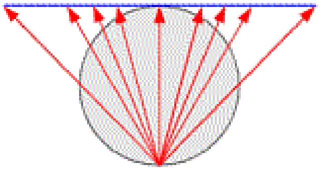
(a) Die Azimutalprojektion - polständig

Stereographische Projektion

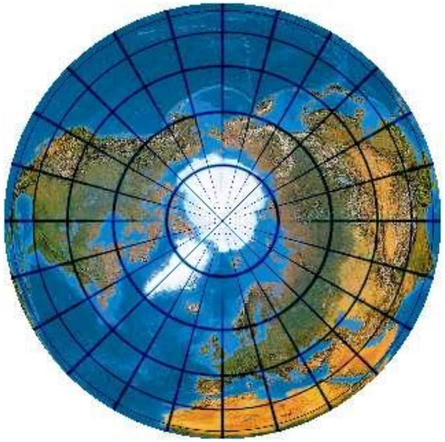


Projektionszentrum am Gegenpol

- winkeltreu,
- nicht flächentreu
- nicht längentreu

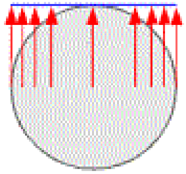


Orthographische Projektion

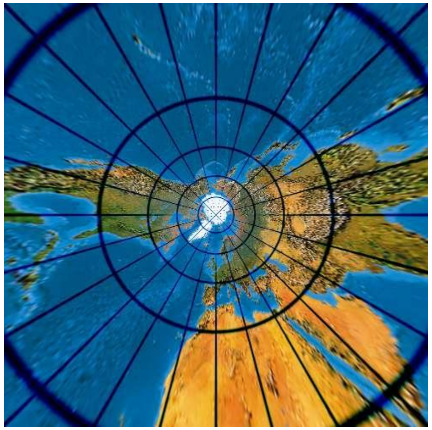


Projektionszentrum im Unendlichen

- längentreu an allen Breitenkreisen,
- nicht flächentreu
- nicht winkeltreu

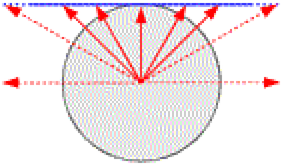


Gnomonische Projektion



Projektionszentrum im Erdmittelpunkt

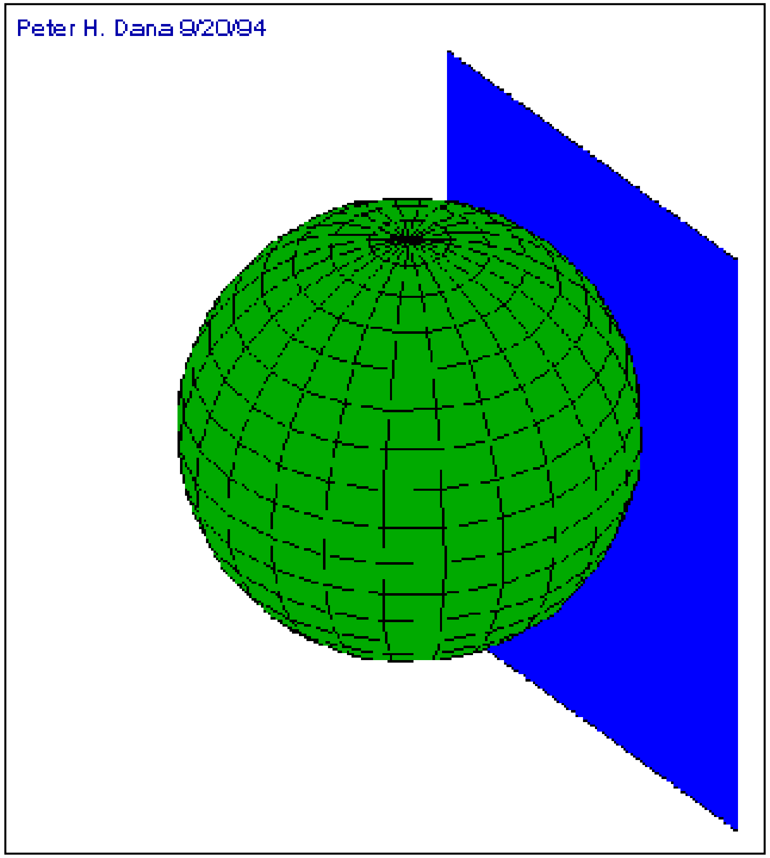
- winkeltreu vom Pol aus,
- nicht flächentreu
- nicht längentreu



http://www.boehmwanderkarten.de/kartographie/is_netze_azi_weitere.html

patrick.reidelstuerz@th-deg.de

(b) Die Azimutalprojektion - äquatorständig

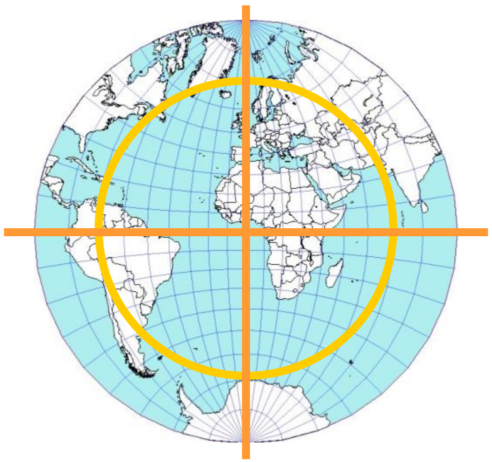


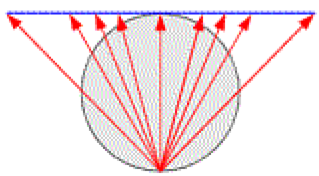
Die Projektionsfläche berührt im Schnittpunkt von Äquator und Mittelmeridian des darzustellenden Gebietes, die dann ein rechtwinkliges Achsenkreuz bilden.

Quelle:http://www.utexas.edu/depts/grg/gcraft/notes/mapproj.html

(b) Die Azimutalprojektion - äquatorständig

Stereographische Projektion

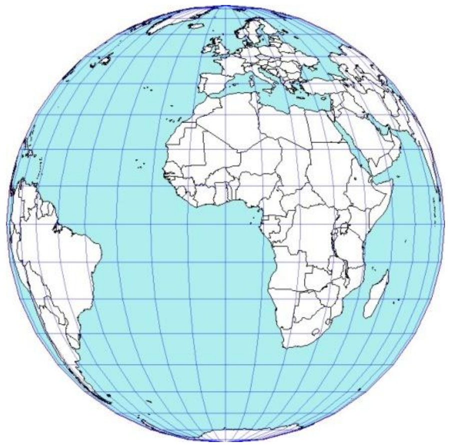


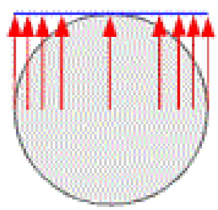


Äquatorständige Azimutal-projektion, Projektionszentrum im Gegenpol

- winkeltreue Projektion

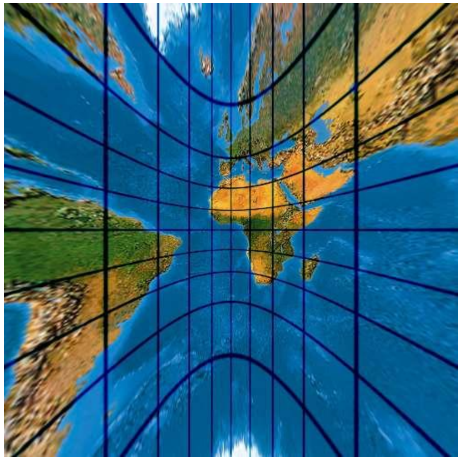
Orthographische Projektion

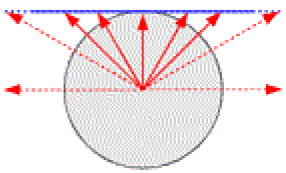




Äquatorständige Azimutalprojektion, Projektionszentrum im Unendlichen

Gnomonische Projektion





Äquatorständige Azimutalprojektion, Projektionszentrum im Erdmittelpunkt

(c) Die Azimutalprojektion - zwischenständig

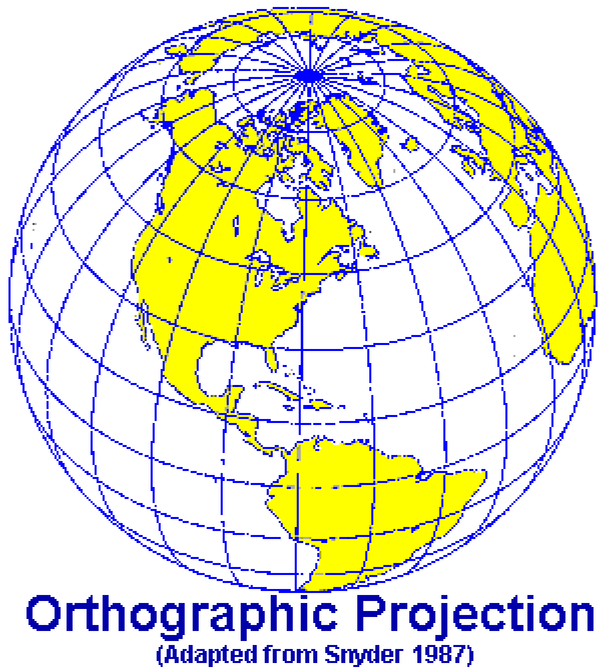
Bei der Darstellung von Gebieten in den mittleren Breiten (Europa, Nordamerika) ist die Verwendung von zwischenständigen (schiefachsigen) Azimutalprojektionen sinnvoller, da die Verzerrung sonst zu groß wird.

Die Konstruktion solcher Abbildungen ist möglich, erfordert jedoch spezielle Berechnungen.

- Der Pol wandert ins Kartenbild,

- polnahe Breitenkreise werden als Ellipsen, andere als Hyperbeln [1)] abgebildet

→ es entsteht eine plastische, globusartige Halbkugeldarstellung.

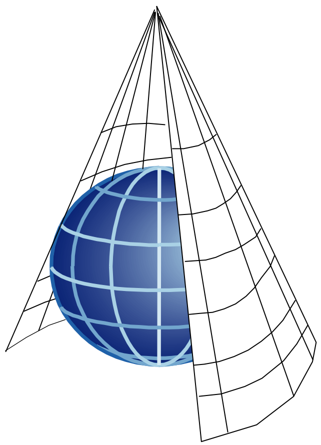


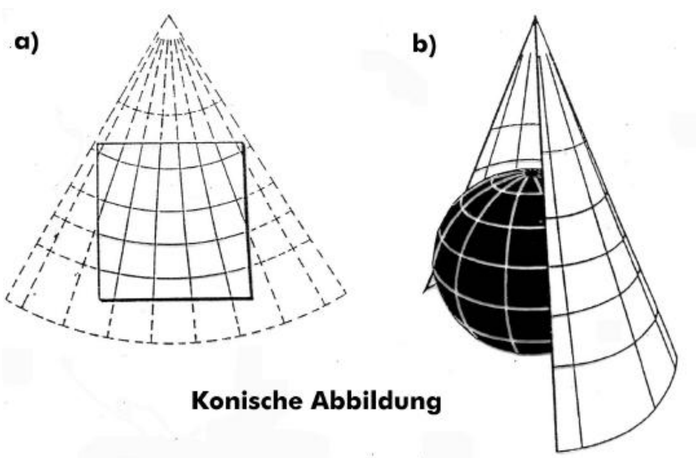
Schiefständige, orthographische Azimutalprojektion mit Berührungspunkt in New York

[1)] Hyperbel ist eine Funktion der Form $f(x)=x^{-n}$

Die Kegelprojektion

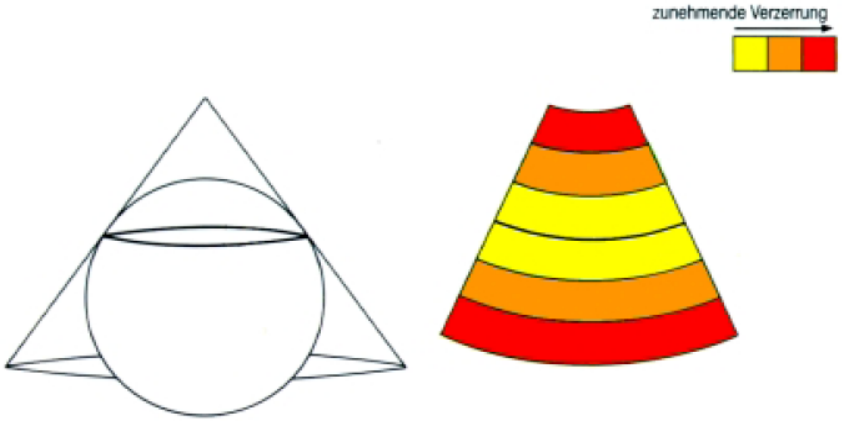
Kegelprojektionen





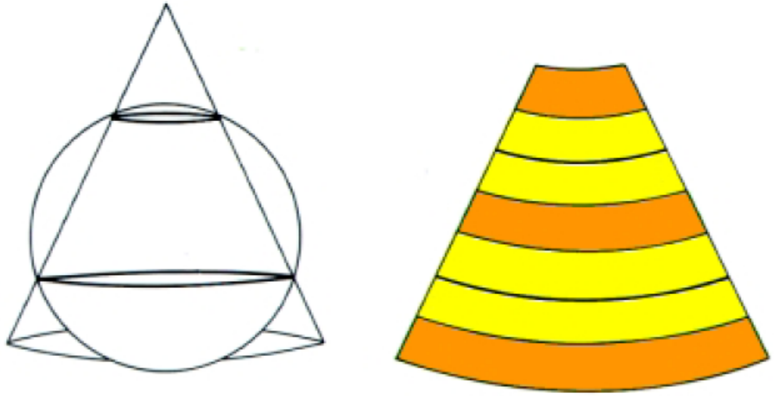
Konische Abbildung

Quelle: Hake/Grünreich (1994), S. 44-46



Berührungskegel

In diesem Fall wird ein gedachtes Blatt Papier in Form eines *Kegels* über den Globus gestülpt. Wie beim Zylinder berührt hier der Kegelmantel einen Breitenkreis des Erdballs.



Schnittkegel

Eine zweite Möglichkeit der Kegelprojektion bedient sich des Kegelschnitts. Anders als beim Zylinderschnitt, wo beide Sekanten gleicher Länge sind, haben wir hier zwei Schnittkreise verschiedenen Umfangs.

Quelle: Knaurs Grosser Weltatlas1999

(a) Die Kegelprojektion - Polständig

(a) Die Kegelprojektion - Polständig

Albers‘ flächentreue Schnittkegelprojektion

Albers Equal-area Conic;
H. C. Albers; 1805

→ flächentreu
Abstände der Breitenkreise verringern sich polwärts (Südpol).
→ Pol als unvollständiger Kreis abgebildet.

Lamberts winkeltreue Kegelprojektion, 1772

Lambert Conformal Conic;
Johann Heinrich Lambert; 1772

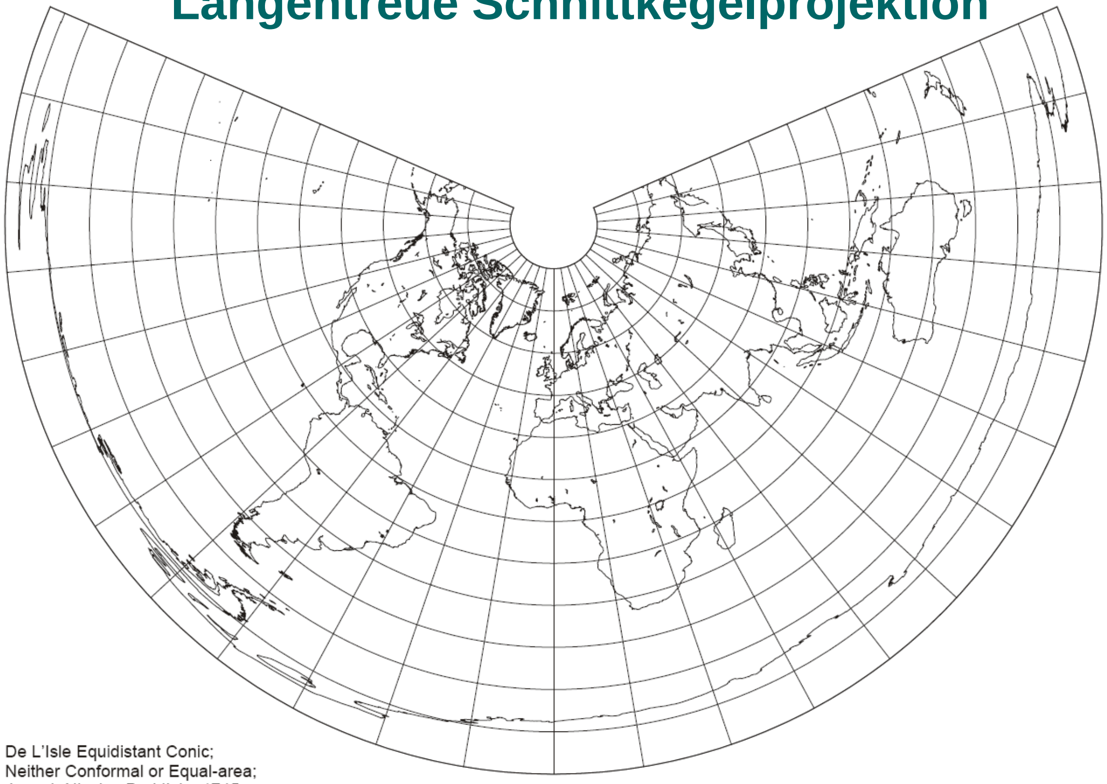
→ winkeltreu
Abstände der Breitenkreise erhöhen sich polwärts (Südpol).
→ Nordpol als Punkt abgebildet.

Quelle: http://www.galleryofmapprojections.com/index.html

patrick.reidelstuerz@th-deg.de

(a) Die Kegelprojektion - Polständig

Längentreue Schnittkegelprojektion



De L'Isle Equidistant Conic;
Neither Conformal or Equal-area;
Joseph Nicolas De L'Isle; 1745

→ Längentreue an den zwei Schnittparallelkreisen

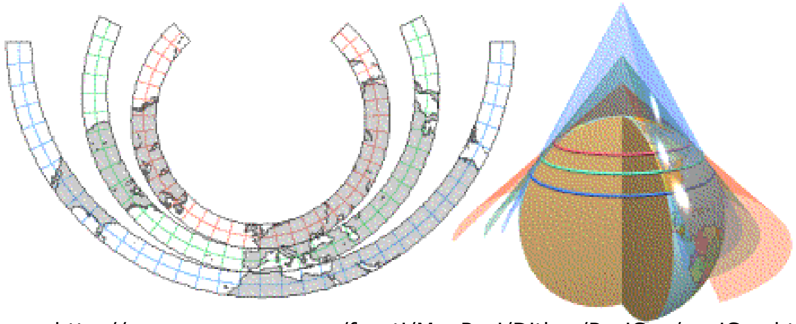
Zuerst vom französischen Kartographen *Joseph Nicolas L'Isle* angewendet.

→ keine Flächentreue, keine Winkeltreue

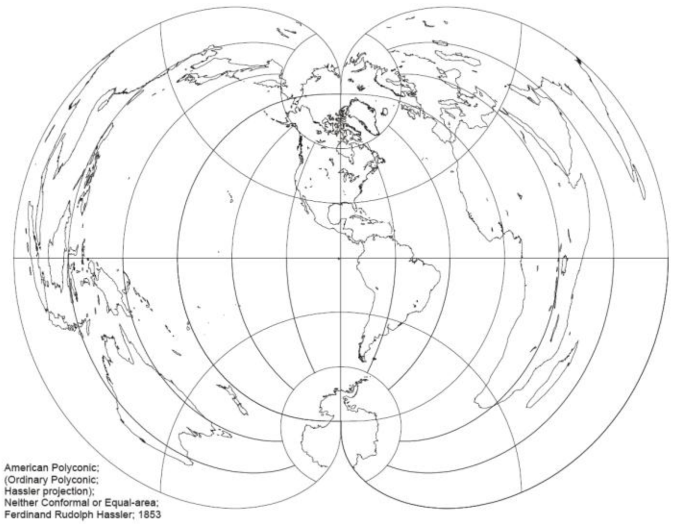
http://www.galleryofmapprojections.com/index.html

(a) Die Kegelprojektion – Polykonische Abbildungen

Amerikanische Polykonische Projektion mit Zentralmeridian bei 100°W



http://www.progonos.com/furuti/MapProj/Dither/ProjCon/projCon.html

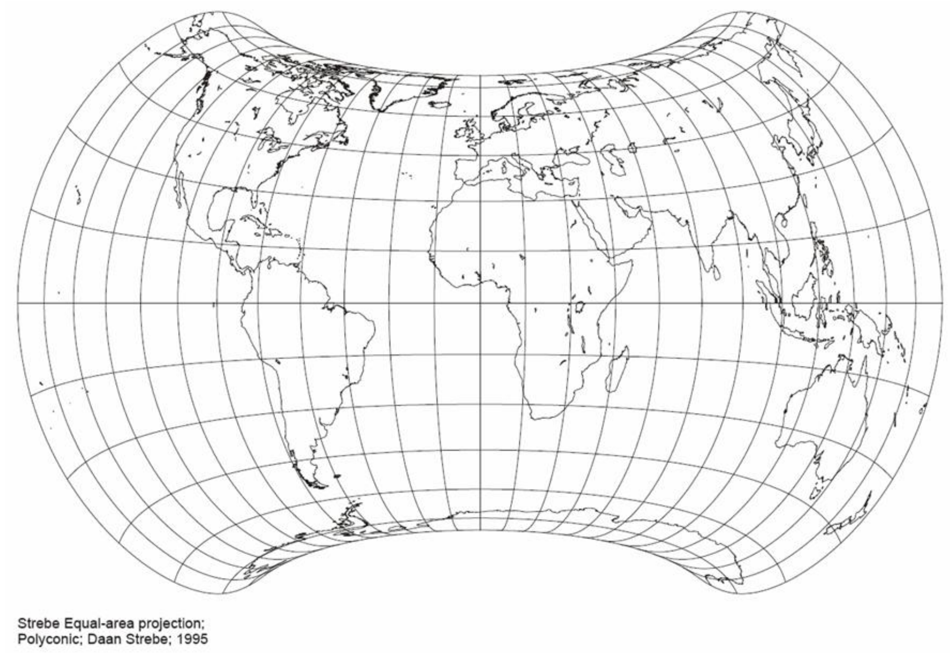


Quelle: http://www.galleryofmapprojections.com/index.html

→ weder flächen- noch winkeltreu

(a) Die Kegelprojektion – Polykonische Abbildungen

Strebe Polykonische Projektion



http://www.galleryofmapprojections.com/index.html

→ flächentreu

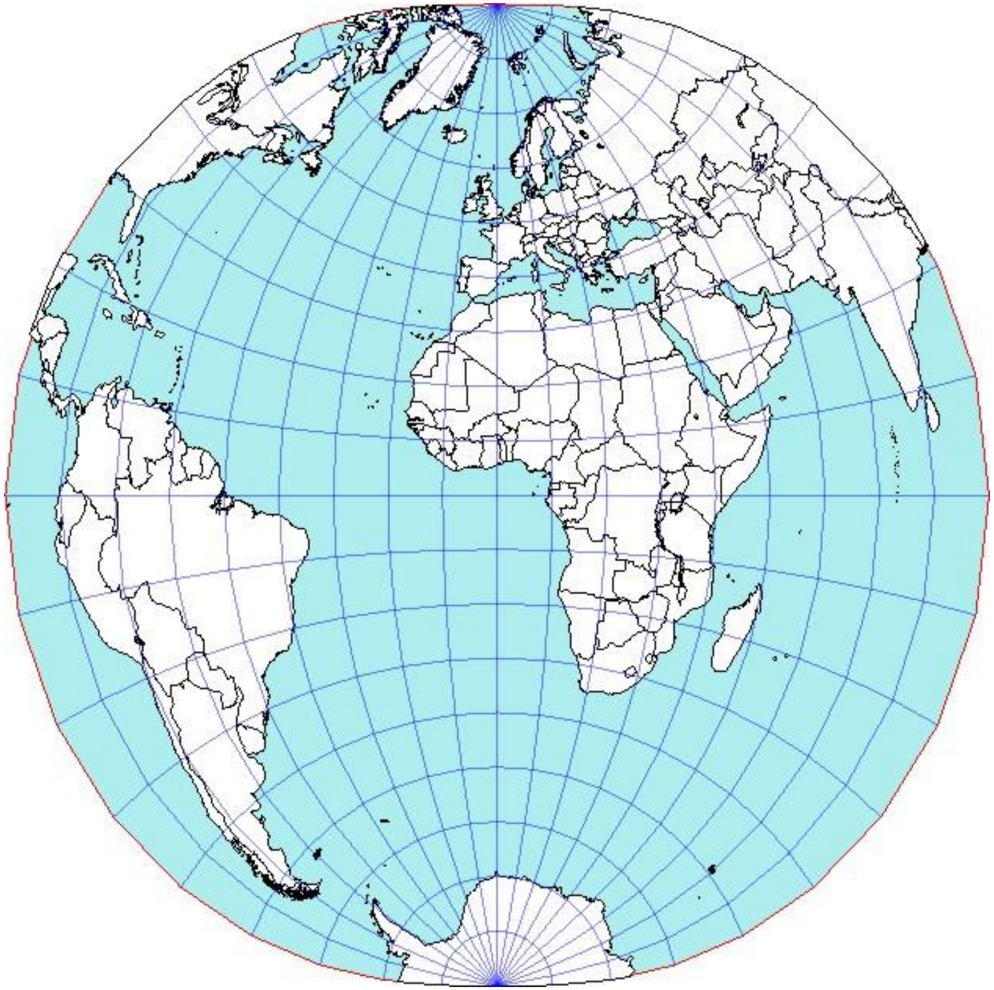
(a) Die Kegelprojektion – Polykonische Abbildungen

Längentreu entlang des Zentralmeridians und entlang jeden Breitenkreises,

aber weder flächentreu noch winkeltreu

nur entlang des Zentralmeridian ohne Verzerrungen,

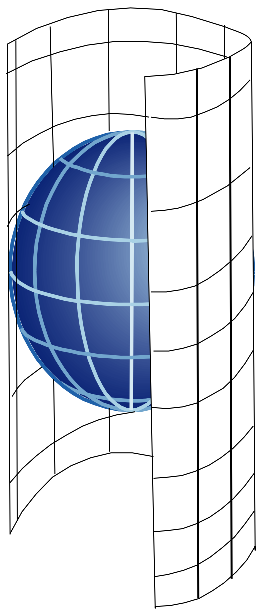
→ sollte deswegen nur für sich nordsüd erstreckende Länder verwendet werden

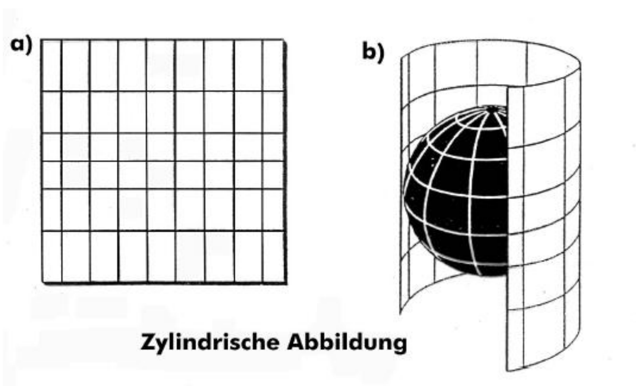


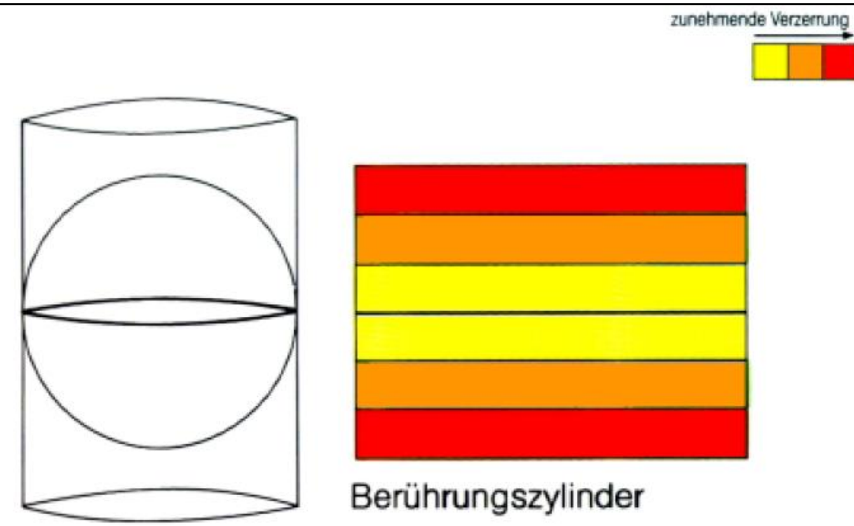
http://www.mgaqua.net/AquaDoc/Projections/Projectionsc

Die Zylinderprojektion

Die Zylinderprojektion

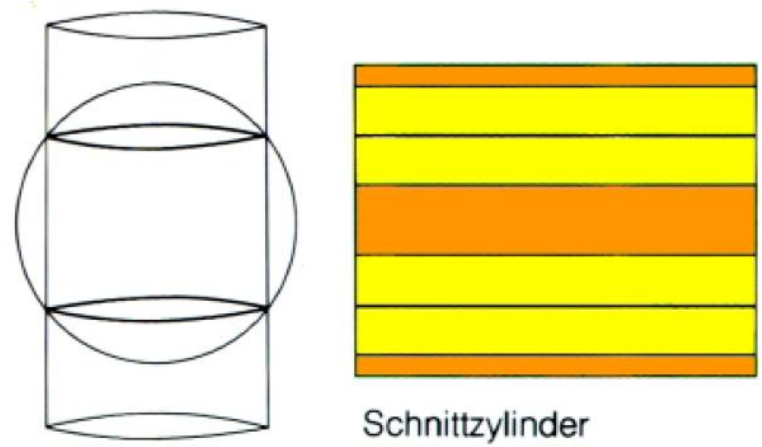






Berührungszylinder

Der umhüllende Zylinder tangiert einen *Großkreis* geographischer Breite. Nördlich oder südlich davon erscheinen alle weiteren Breitenkreisparallelen auf der Karte gedehnt.



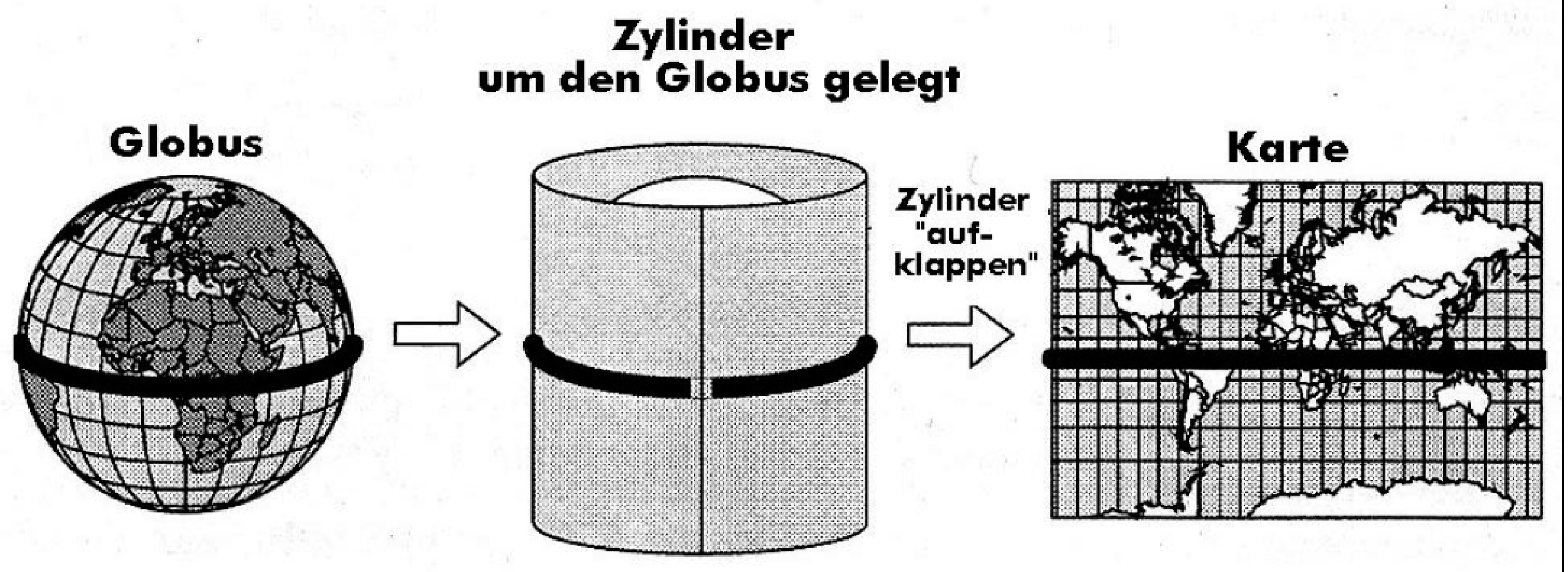
Schnittzylinder

Schneidet der abbildende Zylinder die Erdoberfläche (d.h. schneidet er zwei Kugelkalotten heraus), ergibt dies zwei Linien auf der Karte, auf denen der Abbildungsmaßstab erhalten bleibt.

Quelle: Knaurs Grosser Weltatlas1999.

(a) Die Zylinderprojektion – polständig

→ Entstehung einer zylindrischen Abbildung



Quelle: PCI (1996), S. 114

Bei der normalständigen Zylinderprojektion werden vom Projektionszentrum in der Erdmitte alle Punkte vom Globus auf den Zylinder übertragen.

Rollt man danach den Zylinder ab, so erhält man eine plane Karte der Erdoberfläche

→ **quadratische Plattkarte** (Plate Carrée).
→ Meridiane längentreu, im Äquatorbereich **annähernd** flächentreu

Plate Carrée (Equirectangular Cylindrical); Neither Conformal or Equal-area; Unknown Origin; Ancient

Die Mercatorprojektion

Die Mercatorprojektion

Nach ihrem Erfinder *Gerhard Kremer* benannt (lat. *Gerhard Mercator*)

Winkeltreue Kartenprojektion, die besonders zur Navigation in der Schiffahrt eingesetzt wird, da Loxodrome als gerade Linie auf Karte darstellbar → Kursberechnung

- Winkeltreu
- nicht flächentreu

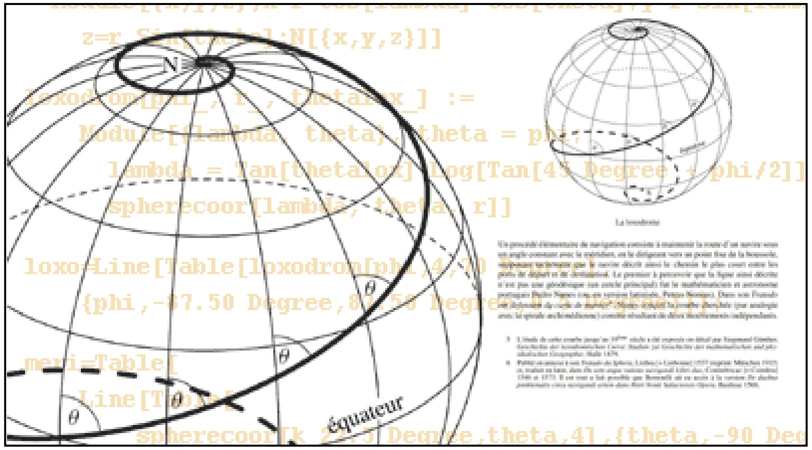
Flächenvergleiche nur
- bei kleineren Flächen,
- in Äquatornähe oder
- bei gleicher geographischer Breite der Flächen möglich.

Das Projektionsverfahren ist die Grundlage vieler moderner topographischer Kartenwerke und wurde 1927 als amtliche Vermessungsmethode und damit Grundlage der geodätischen Abbildungen in Deutschland eingeführt

(z.B. Gauss-Krüger System, UTM-System).

Loxodrom zur Kursberechnung

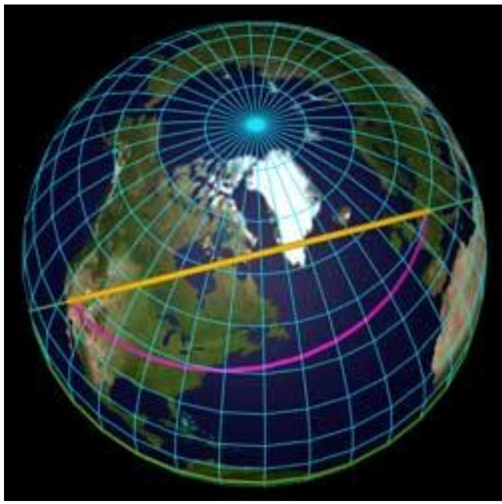
Loxodrom = Kurve auf einer Kugeloberfläche



Quelle: http://www.art-satz.de/portfolio/images/bernoulli01.gif

Loxodrome werden bei der Merkatorprojektion

als gerade Linien auf der Karte dargestellt:



Orthodrom (Linie auf Kugel): geflogene Route (kürzeste Strecke: 9 300km)

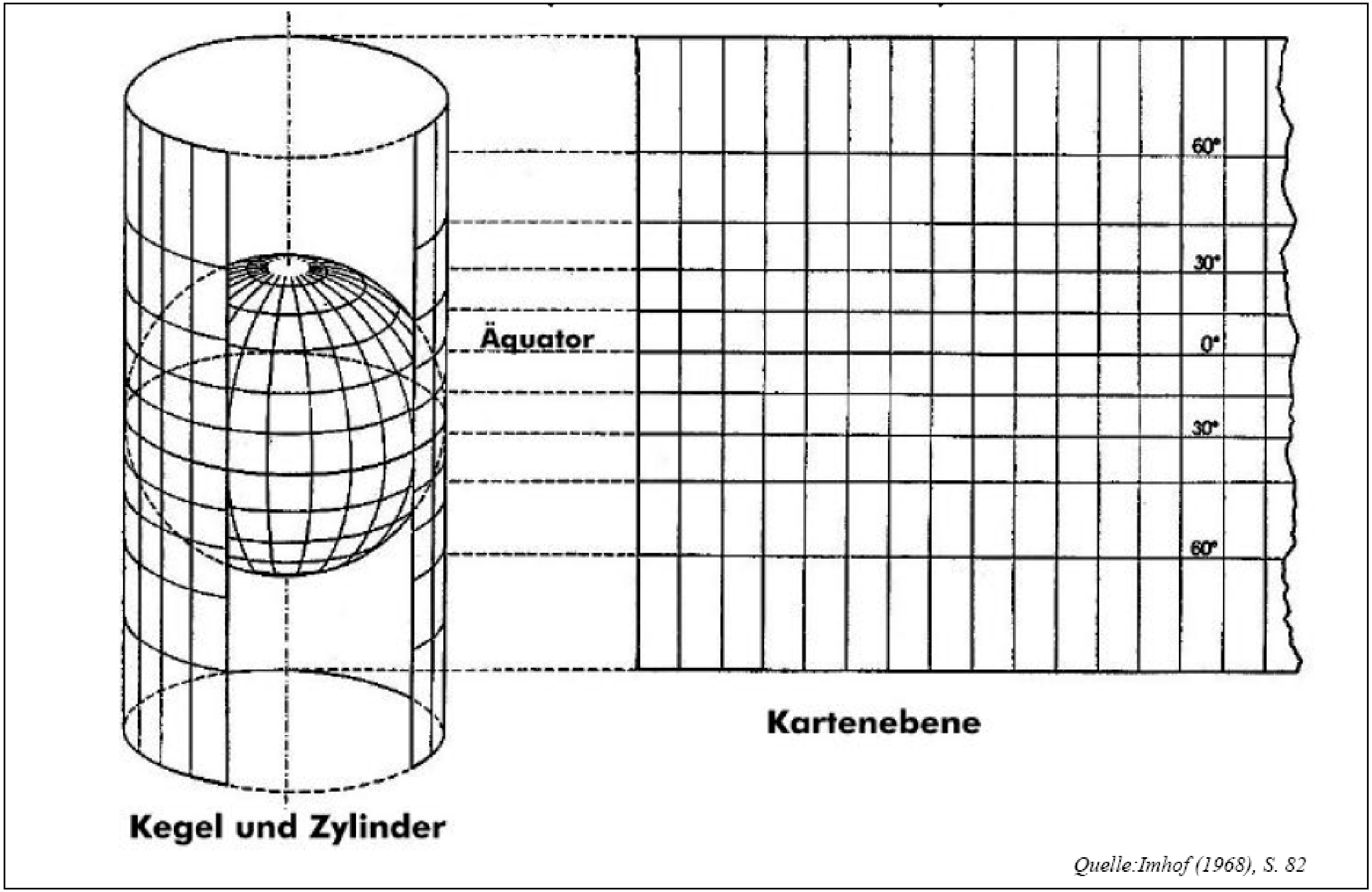
Loxodrom (Kurve auf Kugel): vermeintlich kürzeste Route (106 00km)

Die kürzeste Linie auf einer Kugel führt immer über einen **Großkreis**
(ein Großkreis ist ein Kreis, der den gleichen Radius wie die Kugel selbst hat)

Quelle: http://www.kowoma.de/gps/geo/grosskreise.htm

Die Mercatorprojektion

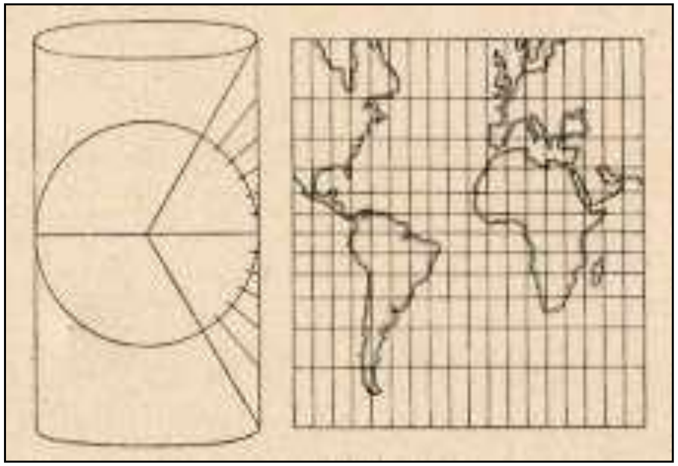
Normale winkeltreue zylindrische Abbildung (Merkatorkarte)

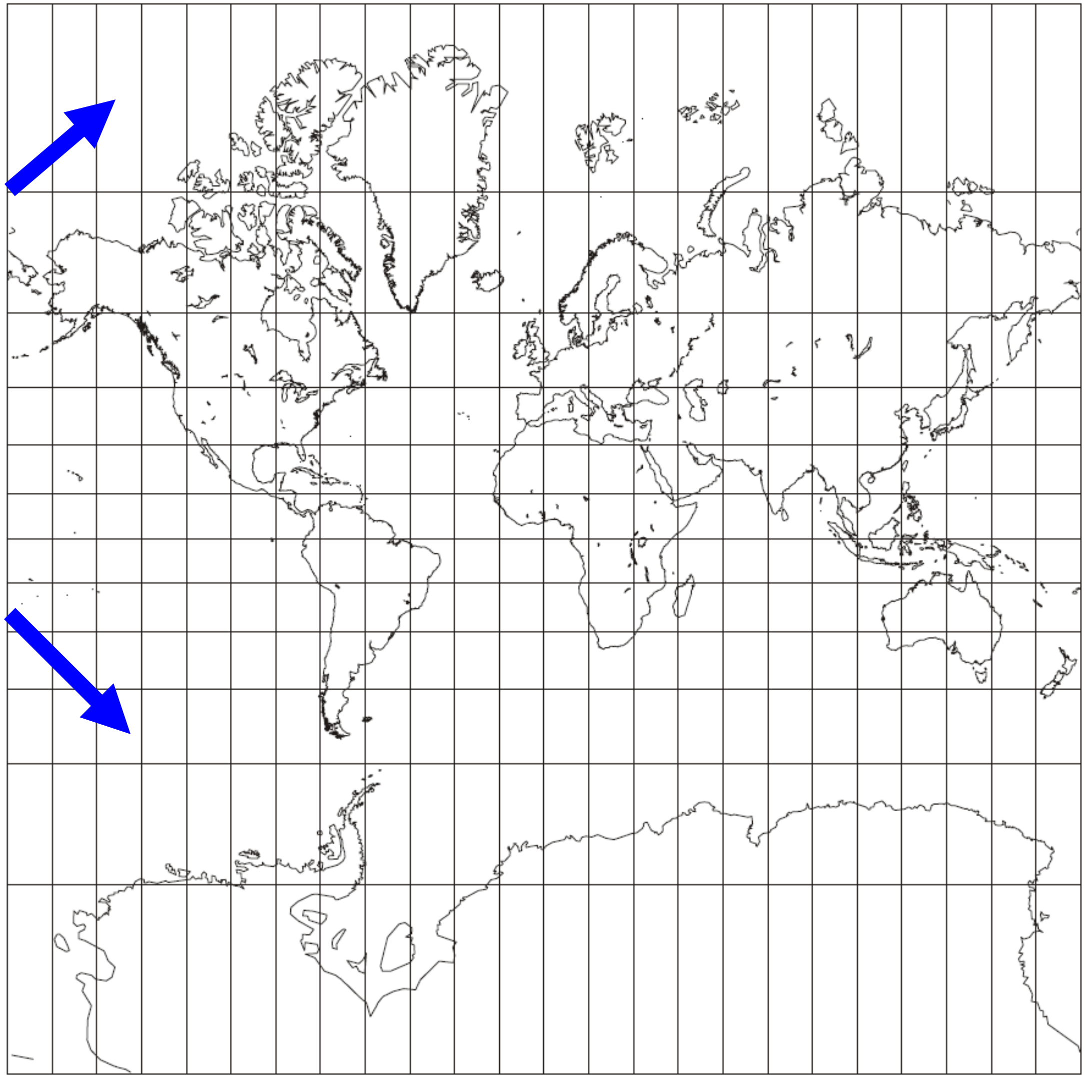


Die Mercatorprojektion

- Gnomonisch
- winkeltreu
- Verzerrung zu den Polen hin.

Flächenvergleiche nur in Äquatornähe oder bei kleineren Flächen in ähnlicher Breitenlage möglich!!!

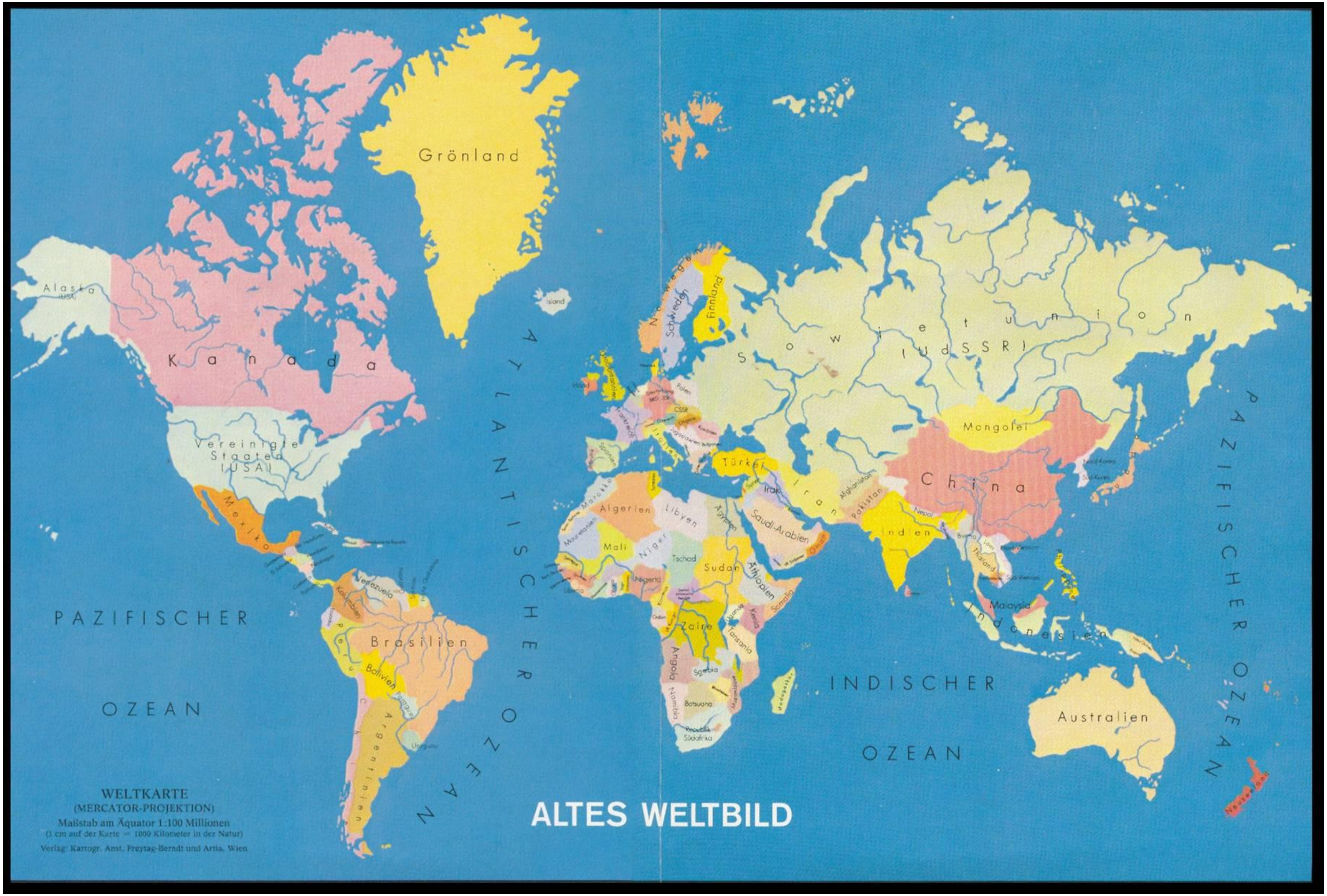




Mercator projection; Cylindrical; Conformal; Gerardus Mercator; 1569

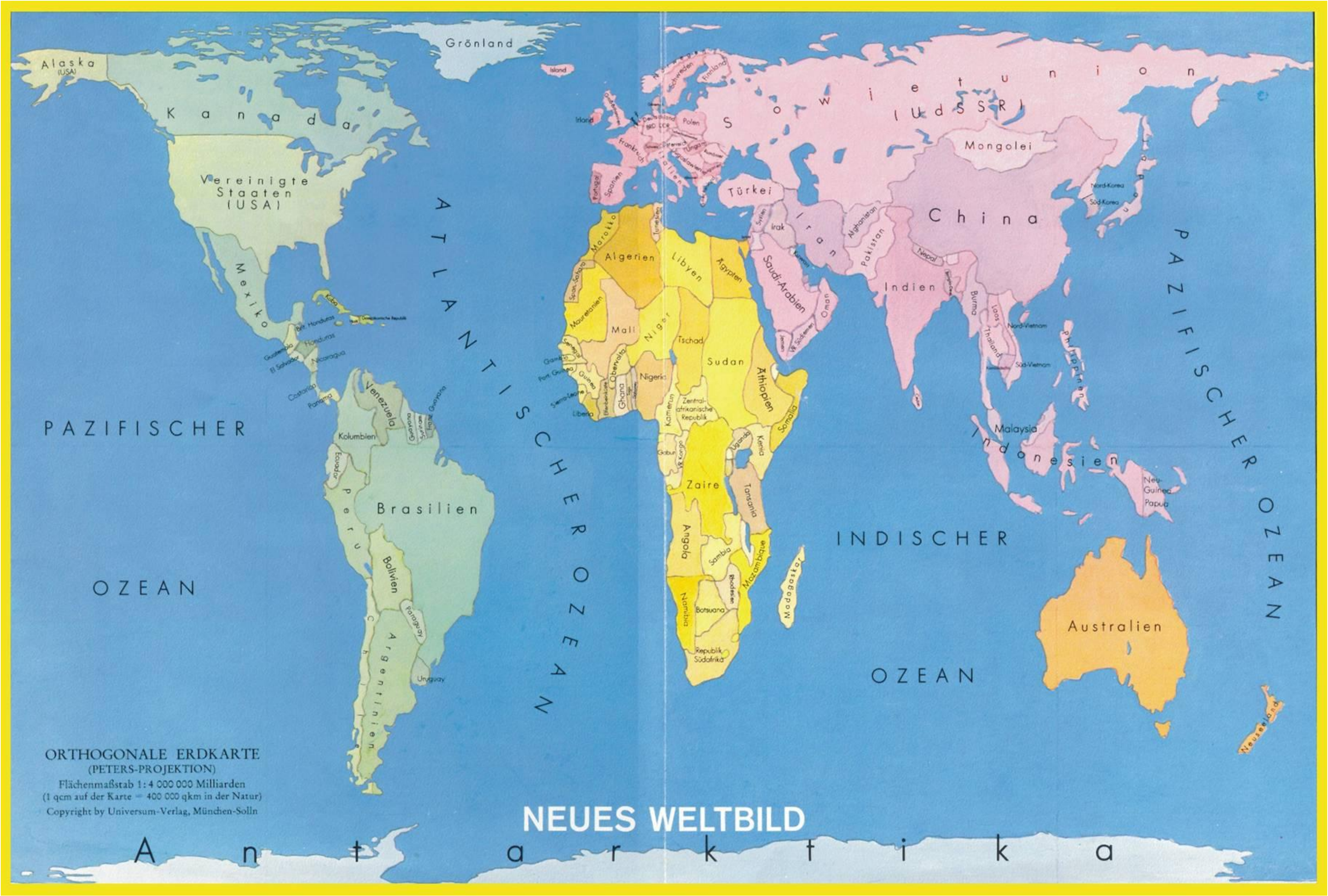
Beispiele von Optimierungen

Die Mercatorprojektion als winkeltreue Karte



Quelle: http://www.heliheyn.de/Maps/Ungarn_E.htm

Die Petersprojektion als flächentreue Karte



Quelle: http://www.heliheyn.de/Maps/Ungarn_E.htm

Echte und Unechte Projektionen

Echte und Unechte Projektionen:

Man unterscheidet je nach Konstruktionsmethode zwischen

- echten und
- unechten Projektionen.

Die **echten** (perspektivischen) Projektionen beruhen auf einer geometrischen Konstruktion.

Die **unechten** Projektionen beruhen hingegen auf mathematische Berechnungen:

- Sie sind also keine „Projektionen“ im eigentlichen geometrischen Sinn.
- Ihnen kommt größere praktische Bedeutung zu, da die Erdoberfläche „wirklichkeitsgetreuer“ darstellbar ist.

(1) Unechte Projektionen

- für sehr kleinmaßstäbige Karten, die große Teile der Erde oder die komplette Erde (Planisphäre) zusammenhängend abbilden.

- die Verzerrungen der echten Projektionen würden hier zu stark anwachsen
- oder die vollständige Abbildung ist mit echten Projektionen nicht möglich.

- die Eigenschaften einer echten Abbildung treffen nicht zu:
- die Netzlinien schneiden sich nicht mehr rechtwinklig.

→Die Abbildungsgleichungen sind tatsächlich zweidimensionale Abbildungen.

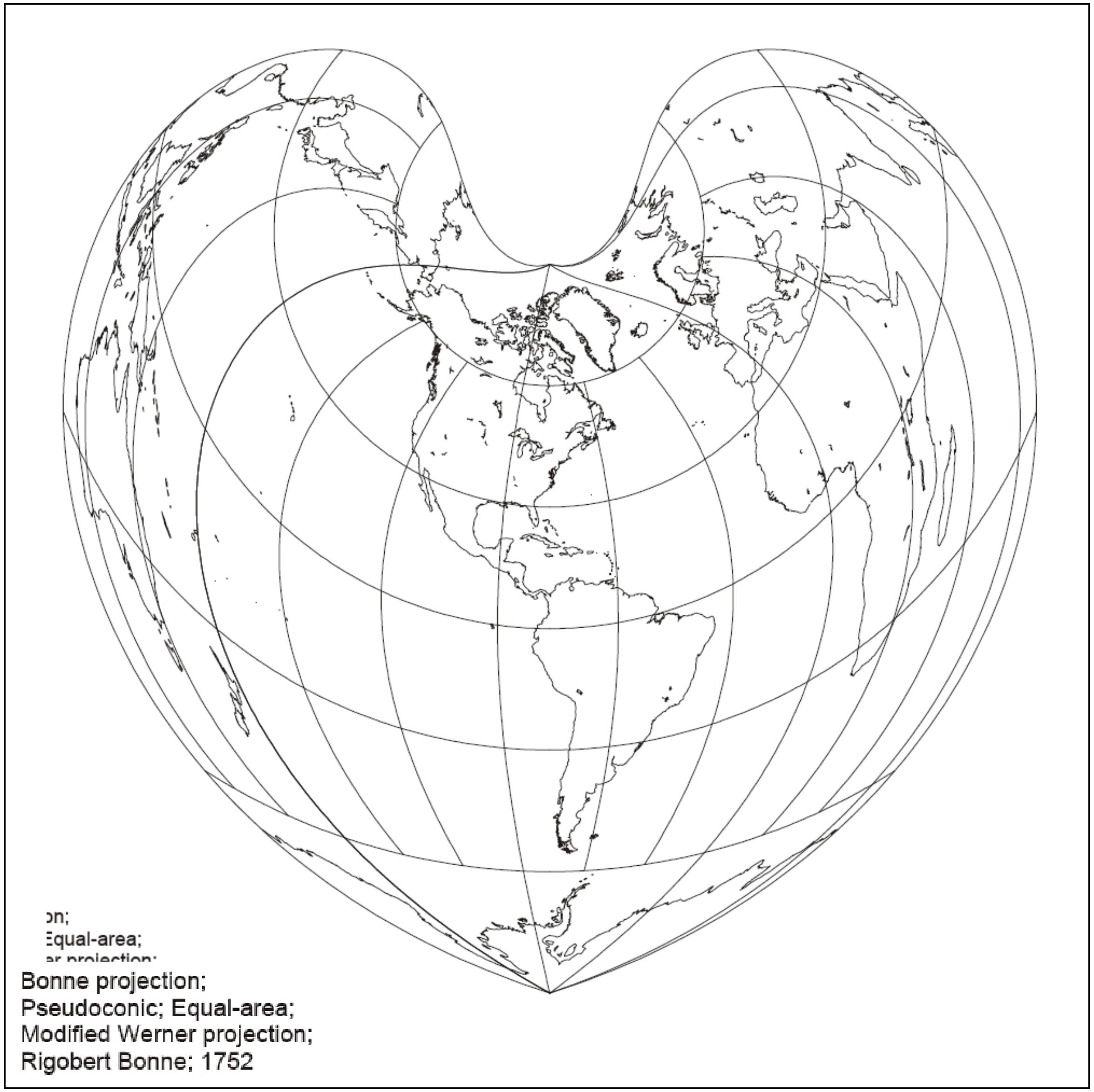
Für Planisphären-Darstellungen*) werden meist echte Projektionen zu unechten modifiziert, (vor allem zylindrische und azimutale Netzentwürfe
→ eine flächentreue Wiedergabe wird bevorzugt.

*) Planisphärisch: von einer dreidimensionalen (Sphärischen) Realität auf eine zweidimensionale Ebene abgebildet

Beispiel - Unechte Kegelprojektion – Bonnesche Projektion

1752 von R. Bonne entworfene unechte flächentreue Kegelprojektion.

Meridiankurven in polnahen Gebieten und im Kartenzentrum wenig gekrümmt, in den mittleren Breiten stark.

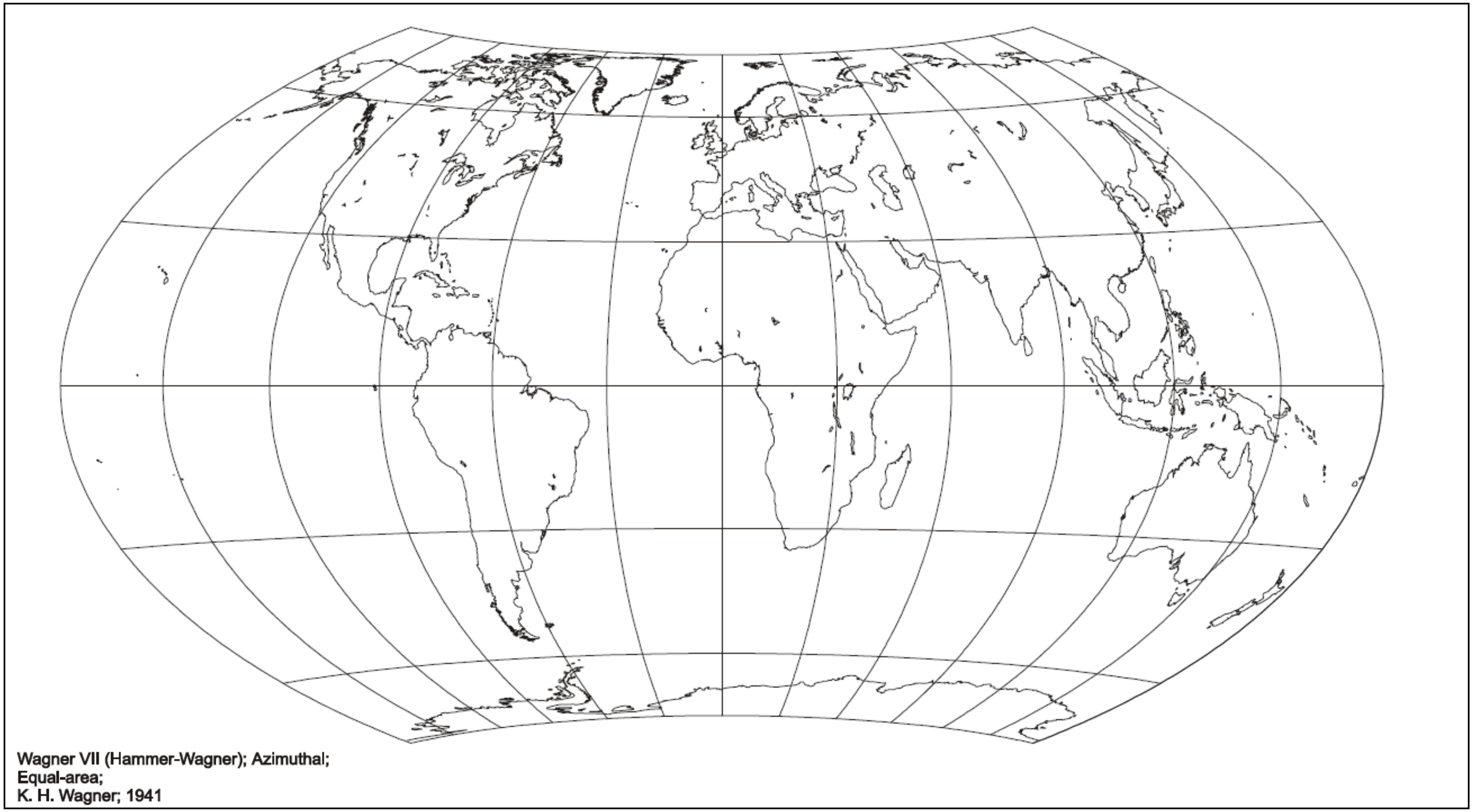


Quelle: http://www.galleryofmapprojections.com/index.html

Beispiel - Unechte Azimutalprojektion – Wagner VII

Auf Entwurf von Hammer (1892) basierend,
bildet den Pol nicht als Punkt, sondern als gekrümmte Linie ab

→ günstigere Verzerrungsverteilung

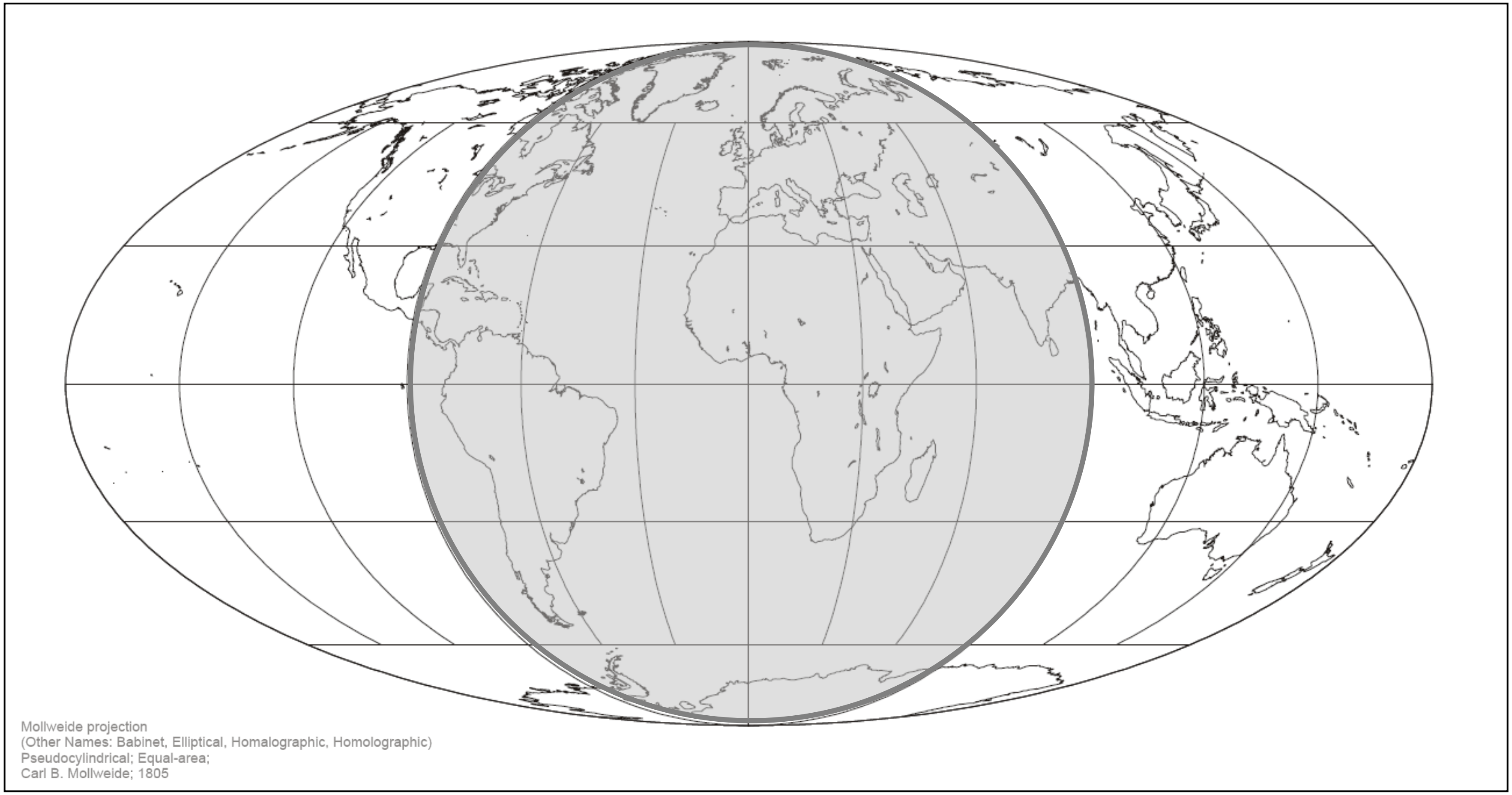


Quelle: http://www.galleryofmapprojections.com/index.html

Beispiel - Unechte Zylinderprojektion – Mollweidesche Projektion (K. Mollweide 1805)

Flächentreue Darstellung der halben Erde auf Kreisfläche,

durch Fortsetzung der Berechnung ist die Darstellung der ganzen Planisphäre möglich, dabei entsteht eine starke periphere Verzerrung der Kontinente.



Quelle: http://www.galleryofmapprojections.com/index.html

Vermittelnde Projektionen (Mischprojektionen)

Vermittelnde Projektionen (Mischprojektionen)

Konstruktion oder Kombination zweier Projektionen, hier „Winkels vermittelnde Projektion“:

→ Mittelweg zwischen Flächen- und Winkeltreue (aber beides nicht wirklich),

→ vermittelnd, gefällige Darstellung, zur Navigation nicht geeignet.

Winkel II projection;
Pseudocylindrical;
Neither Conformal or Equal-area;
Oswald Winkel; 1921

Quelle: http://www.galleryofmapprojections.com/index.html

Zusammenfassung der mathematischen Grundforderungen

Zusammenfassung der mathematischen Grundforderungen

• *winkeltreu* (konform)	Die Winkel auf der Karte entsprechen den Winkeln in der Natur	wichtig für navigatorische Zwecke
• *flächentreu* (äquivalent)	Die aus der Karte berechneten Flächen entsprechen den Horizontalflächen in der Natur	wichtig für thematische Karten und für geographische Vergleiche
• partiell *längentreu* (äquidistant)	Für ausgewählte Linien (z.B. Meridiane oder Breitenkreise) ist die Länge gleich. Längentreue kann nur in bestimmten Richtungen, bzw. entlang bestimmter Linien erreicht werden.	wichtig für Streckenmessungen, etc.
• *vermittelnd* (Mischform)	keine der o.g. Forderungen ist erfüllt. Jedoch versucht die Projektsart für das dargestellte Gebiet die Verzerrungen insgesamt möglichst klein zu halten.	