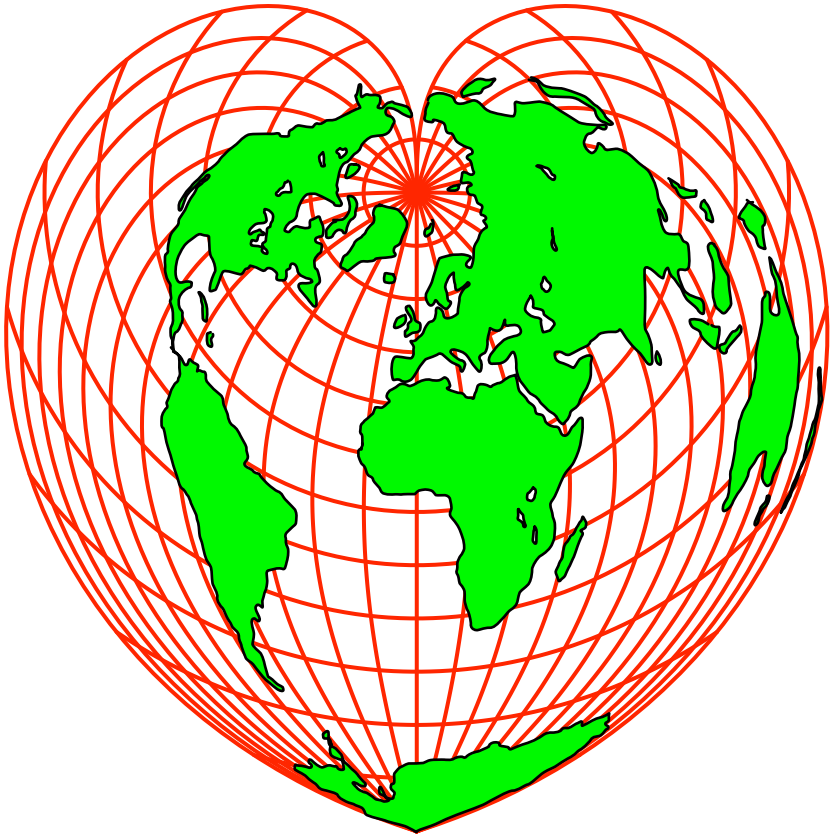
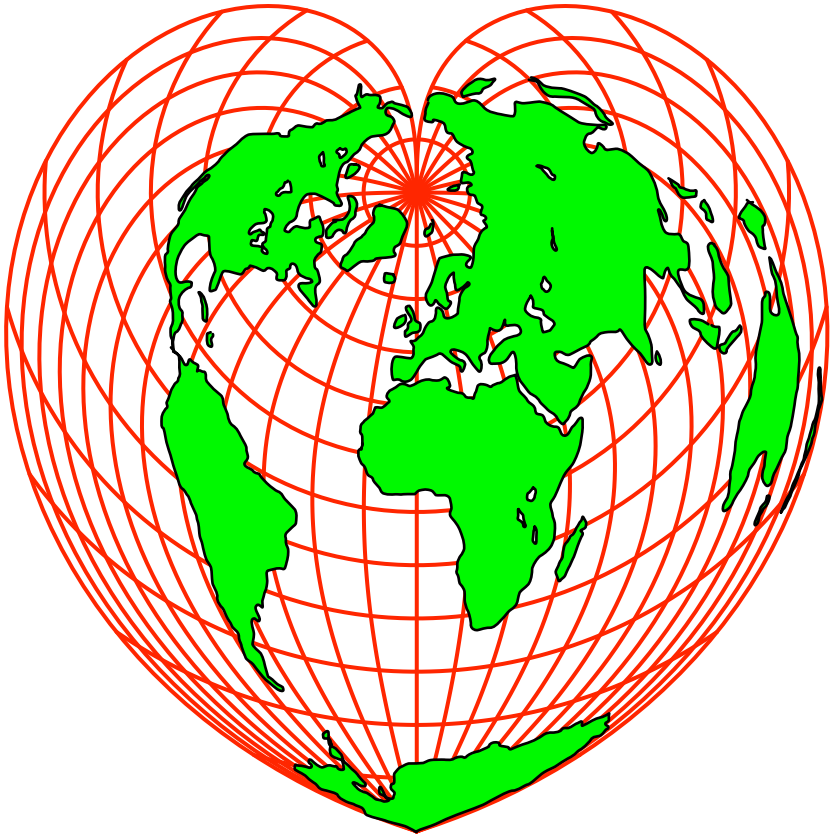
# Kartenprojektionen



# Kartenprojektionen



Peter Kohlstock, Kartografie
2. Die Abbildung der Erde, S. 19-45

Asien

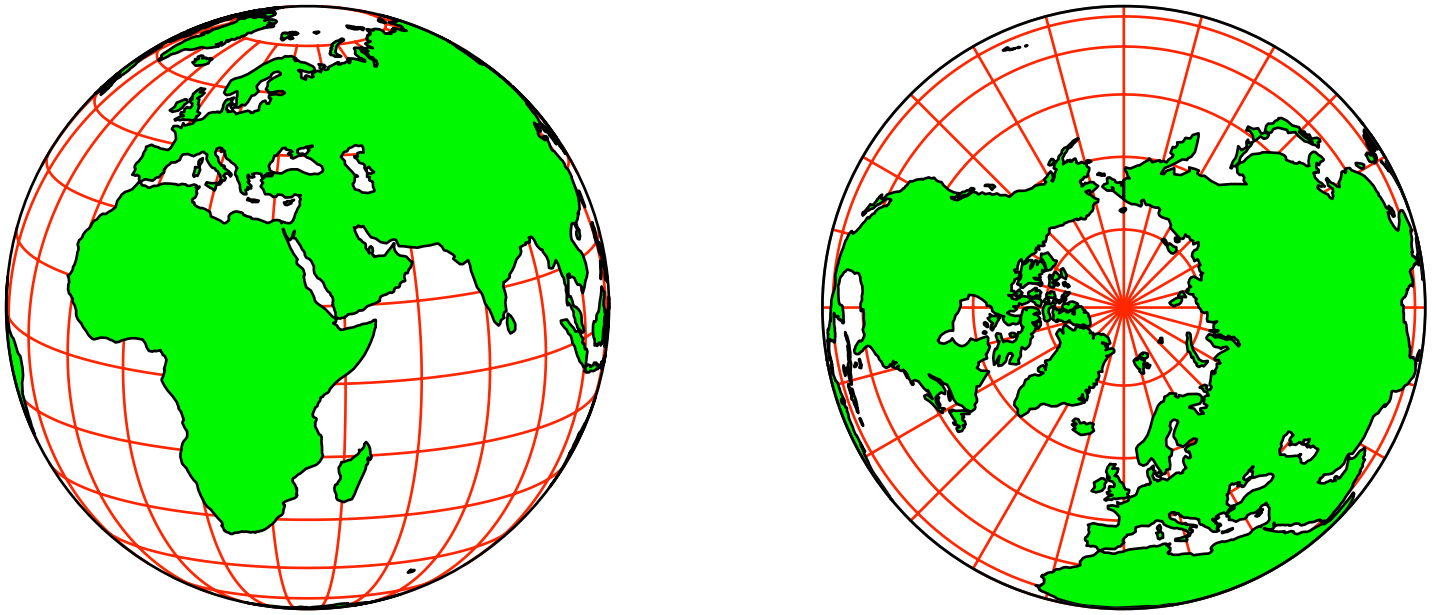
Europa

Afrika

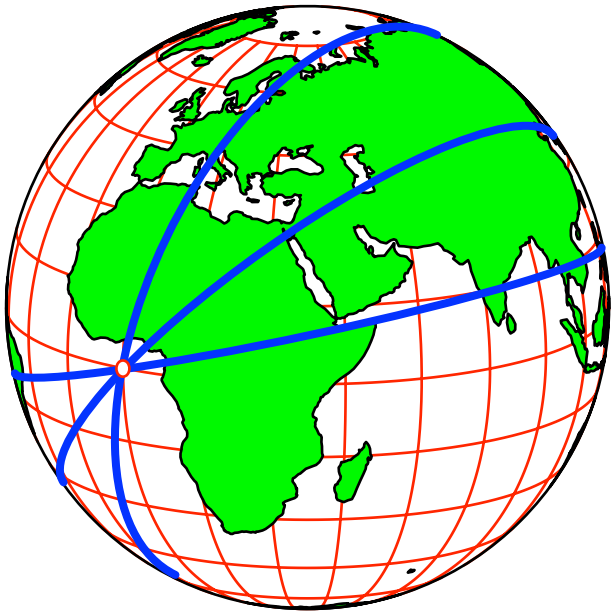
TO-Schema aus einem Leipziger Kodex
des 11. Jahrhunderts

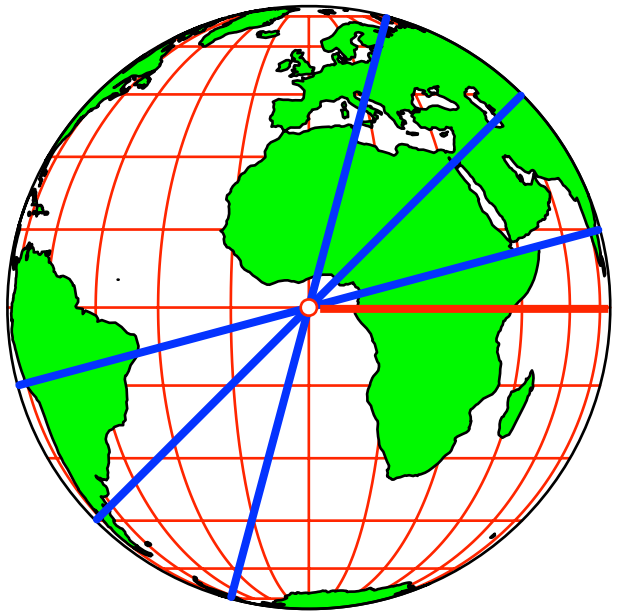
Karte des Eratosthenes (276 - 194 BC)

# Orthografische Projektion



# Immer der Nase nach
# Großkreise statt Geraden





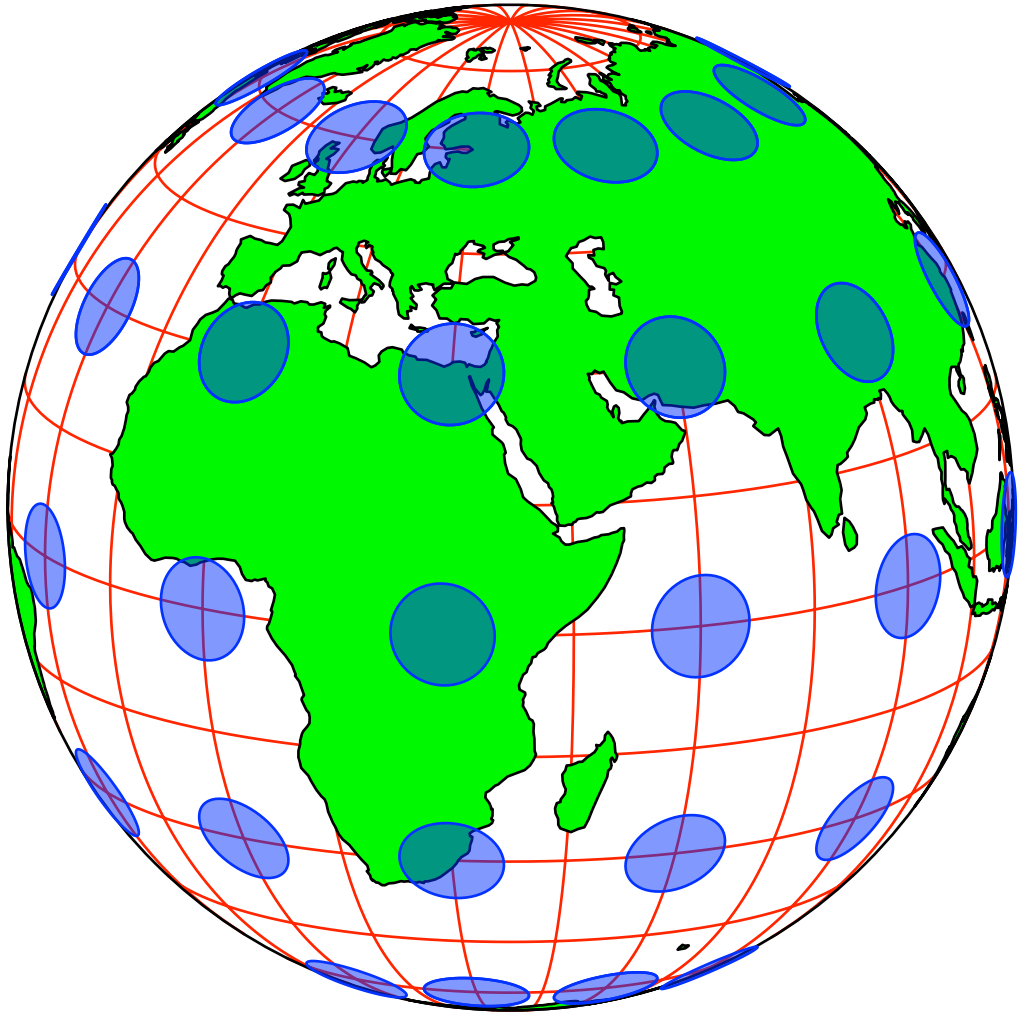
$\alpha = 15°$

Blick von der Seite

Steigungswinkel $\alpha \in \{15°, 45°, 75°\}$

# Was ist denn das?

# Verzerrungsellipsen (Indikatrix von Tissot)



Carl Friedrich Gauß
1777 - 1855

Theorema egregium:

Es gibt keine isometrische Abbildung von der Kugel auf die Ebene.

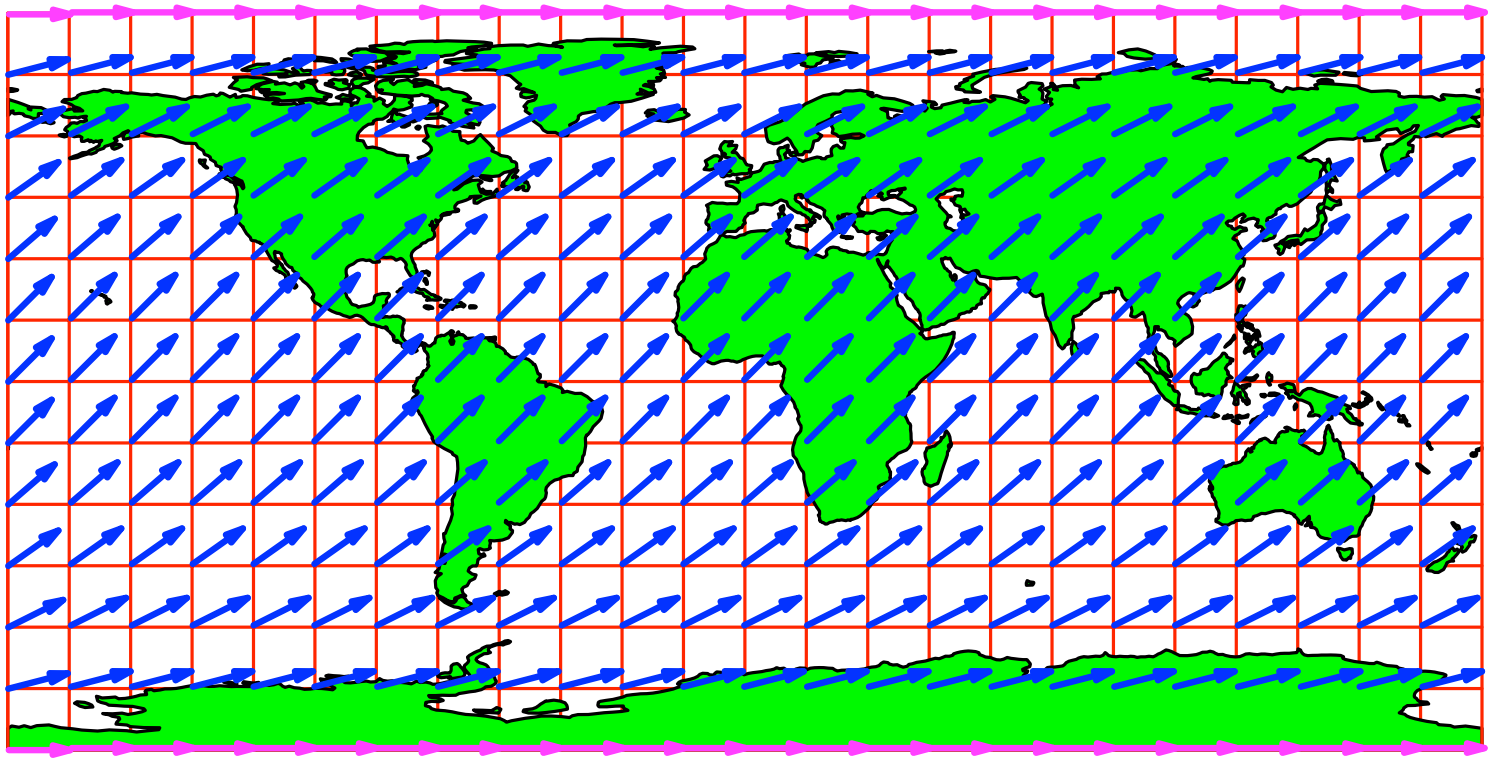
Carl Friedrich Gauß
1777 - 1855

verzerrungsfreie
längentreue

Theorema egregium:

Es gibt keine isometrische Abbildung von der Kugel auf die Ebene.

# Plattkarte



Richtung Nord-Ost (Kurs 45°)

Himmelsrichtung nicht direkt aus Karte ablesbar

Carl Friedrich Gauß
1777 - 1855

verzerrungsfreie
längentreue

Theorema egregium:

Es gibt keine isometrische Abbildung von der Kugel auf die Ebene.

Carl Friedrich Gauß
1777 - 1855

verzerrungsfreie
längentreue

Theorema egregium:

Es gibt keine isometrische Abbildung von der Kugel auf die Ebene.

Hingegen gibt es:

- flächentreue Karten (equivalent)
- winkeltreue Karten (conformal)

Carl Friedrich Gauß
1777 - 1855

verzerrungsfreie
längentreue

Theorema egregium:

Es gibt keine isometrische Abbildung von der Kugel auf die Ebene.

Hingegen gibt es:

- flächentreue Karten (equivalent)
- winkeltreue Karten (conformal)
- und viele andere Karten

Typische „Kartenträger“:

Tangentialebene
Azimutalentwurf

Berührender Zylinder
Zylinderentwurf

Berührender Kegel
Kegelentwurf

Abstandstreue (mittelstandstreue) Entwürfe:

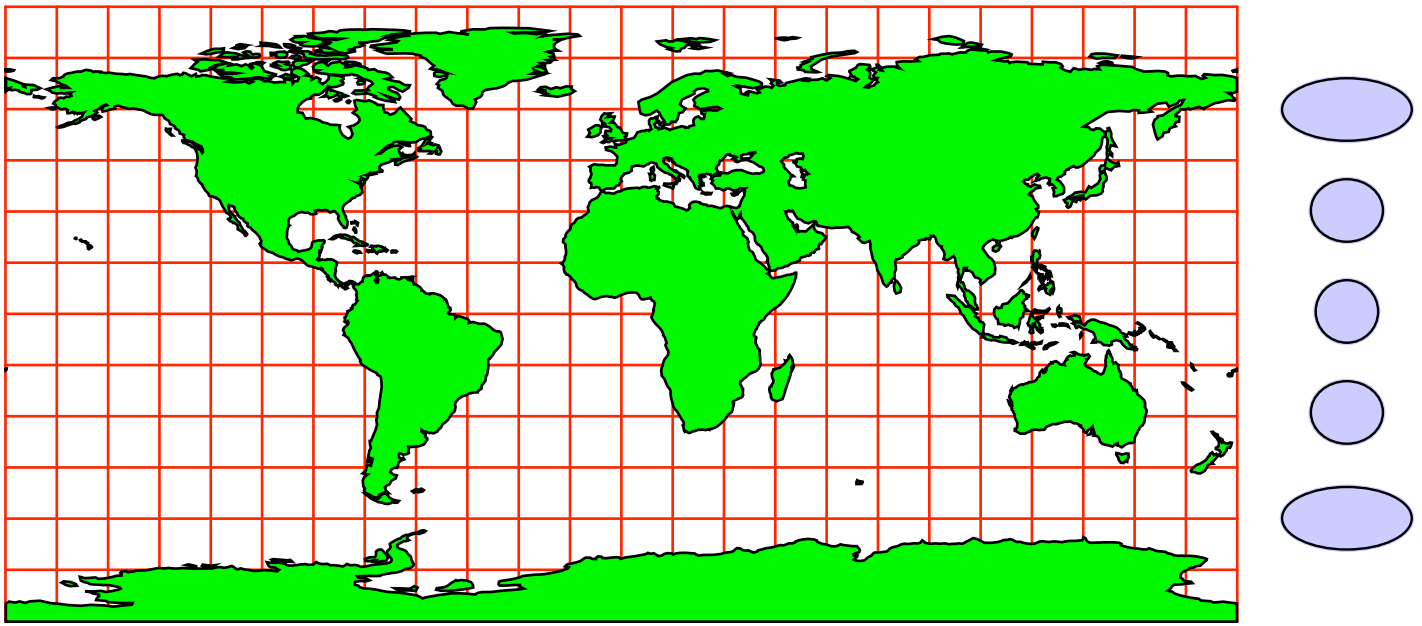
Meridiane längentreu

Abstandstreue (mittelstandstreue) Entwürfe:

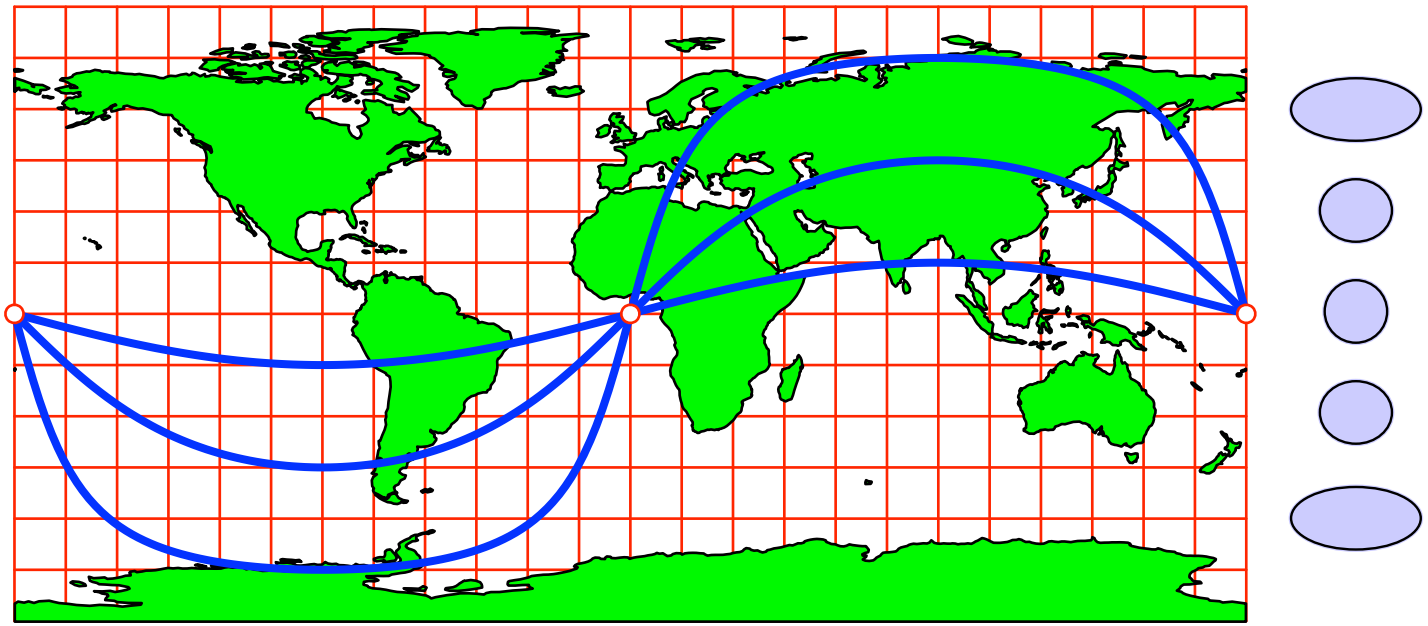
Meridiane längentreu

Nicht global längentreu! (Gauß!)

# Plattkarte: Abstandstreuer Zylinderentwurf
# Meridiane und Äquator längentreu

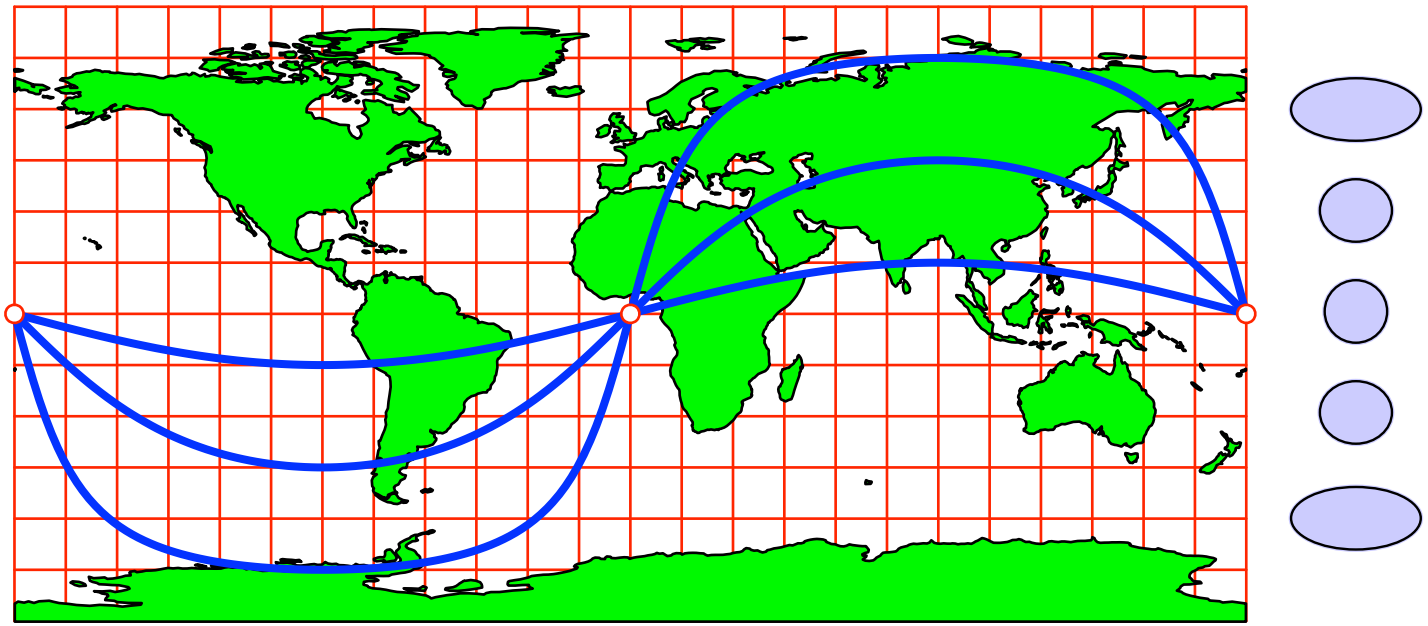


# Plattkarte: Abstandstreuer Zylinderentwurf
# Meridiane und Äquator längentreu



Aufgabe 4.2a

Eine globale Plattkarte sei 8 cm breit.



8 cm entspricht 40‘000 km

Aufgabe 4.2a

Eine globale Plattkarte sei 8 cm breit.

Wie groß ist der Kartenmaßstab am Äquator?

Wie groß ist der Kartenmaßstab in Zürich?

Bemerkung: Maßstabe variieren nicht nur ortsbezogen, sondern allenfalls auch richtungsbezogen.
Falls wir in verschiedenen Richtungen unterschiedliche Maßstäbe haben, genügen die Angaben in Ost-West-Richtung und in Nord-Süd-Richtung.

Aufgabe 4.2a

Eine globale Plattkarte sei 8 cm breit.

Wie groß ist der Kartenmaßstab am Äquator?

$$\frac{8\,\text{cm}}{40'000\,\text{km}} = \frac{0.08}{40'000'000} = 1:500\ \text{Mio}$$

Dieser Maßstab gilt für alle Punkte des Äquators
und in jeder Richtung.

Aufgabe 4.2a

Wie groß ist der Kartenmaßstab in Zürich?

Zürich (HIL) hat die geografischen Koordinaten:

$$\left(\varphi_Z / \lambda_Z\right) = \left(47° \; 24' \; 31'' \; \mathrm{N} / 8° \; 30' \; 26'' \; \mathrm{E}\right)$$

Aufgabe 4.2a

Wie groß ist der Kartenmaßstab in Zürich?

Zürich (HIL) hat die geografischen Koordinaten:

$$\left(\varphi_Z / \lambda_Z\right) = \left(47° \, 24' \, 31'' \text{ N} / 8° \, 30' \, 26'' \text{ E}\right)$$

Die geografische Länge $\lambda_Z$ ist für unsere Überlegungen belanglos. Der Breitenkreis auf der geografischen Breite $\varphi_Z$ hat die Länge $40'000 \cos\left(\varphi_Z\right) \text{ km} = 27'071 \text{ km}$ .

Aufgabe 4.2a

Wie groß ist der Kartenmaßstab in Zürich?

Zürich (HIL) hat die geografischen Koordinaten:

$$\left(\varphi_Z / \lambda_Z\right) = \left(47° \, 24' \, 31'' \text{ N} / 8° \, 30' \, 26'' \text{ E}\right)$$

Die geografische Länge $\lambda_Z$ ist für unsere Überlegungen belanglos. Der Breitenkreis auf der geografischen Breite $\varphi_Z$ hat die Länge $40'000 \cos\left(\varphi_Z\right) \text{ km} = 27'071 \text{ km}$.

Für den Kartenmaßstab in Ost-West-Richtung erhalten wir:

$$\frac{8 \text{ cm}}{27'071 \text{ km}} = 1 : 338 \text{ Mio}$$

Aufgabe 4.2a

Wie groß ist der Kartenmaßstab in Zürich?

Zürich (HIL) hat die geografischen Koordinaten:

$$\left(\varphi_Z / \lambda_Z\right) = \left(47° \, 24' \, 31'' \text{ N} / 8° \, 30' \, 26'' \text{ E}\right)$$

Die geografische Länge $\lambda_Z$ ist für unsere Überlegungen belanglos. Der Breitenkreis auf der geografischen Breite $\varphi_Z$ hat die Länge $40'000 \cos\left(\varphi_Z\right) \text{ km} = 27'071 \text{ km}$ .

Für den Kartenmaßstab in Ost-West-Richtung erhalten wir:

$$\frac{8 \text{ cm}}{27'071 \text{ km}} = 1 : 338 \text{ Mio}$$

Dieser Maßstab ist größer als am Äquator.

Aufgabe 4.2a

Wie groß ist der Kartenmaßstab in Zürich?

Zürich (HIL) hat die geografischen Koordinaten:

$$\left(\varphi_Z / \lambda_Z\right) = \left(47° \, 24' \, 31'' \text{ N} / 8° \, 30' \, 26'' \text{ E}\right)$$

Die geografische Länge $\lambda_Z$ ist für unsere Überlegungen belanglos. Der Breitenkreis auf der geografischen Breite $\varphi_Z$ hat die Länge $40'000 \cos\left(\varphi_Z\right) \text{ km} = 27'071 \text{ km}$.

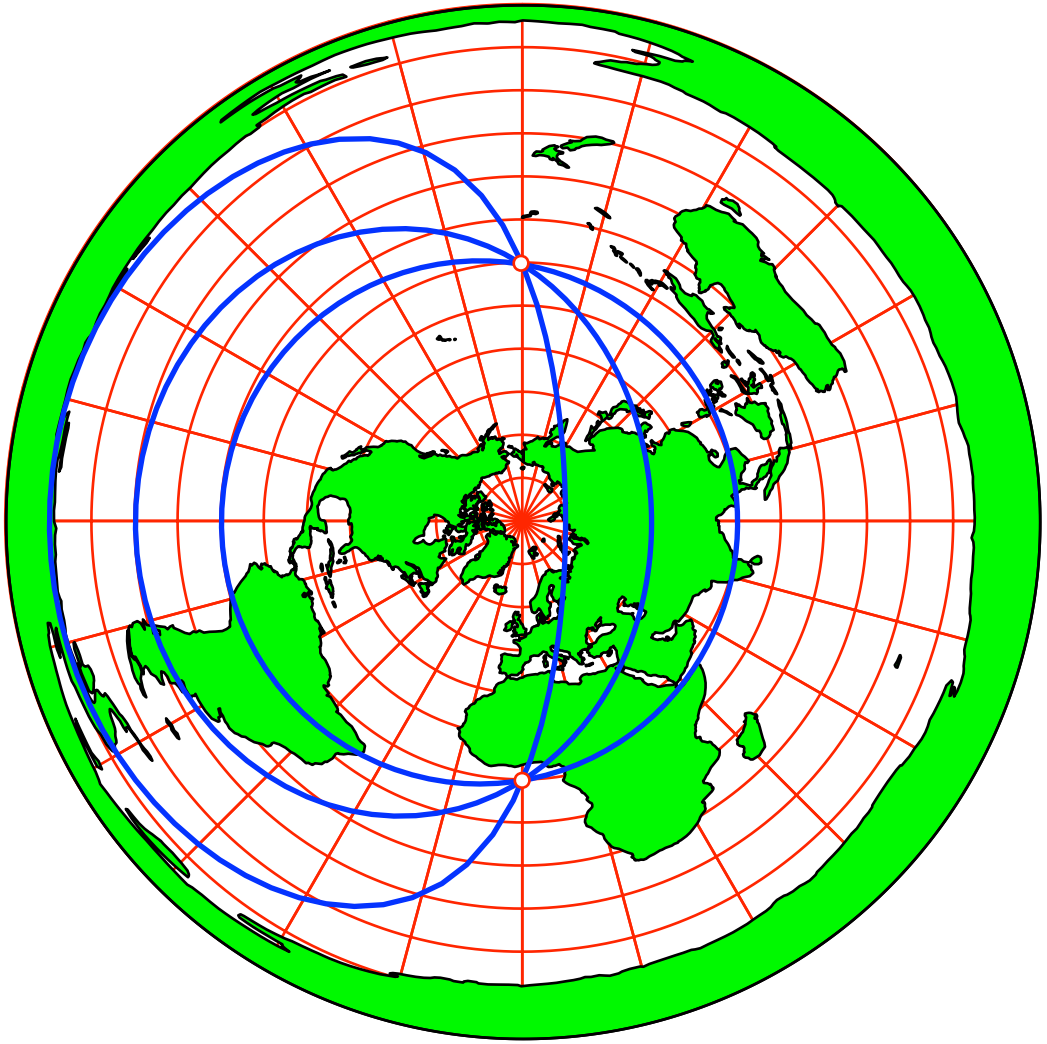
Für den Kartenmaßstab in Ost-West-Richtung erhalten wir:

$$\frac{8 \text{ cm}}{27'071 \text{ km}} = 1 : 338 \text{ Mio}$$

Dieser Maßstab ist größer als am Äquator.
Der Kartenmaßstab in Süd-Nord-Richtung ist derselbe wie am Äquator, also $1 : 500 \text{ Mio}$,
da die Plattkarte abstandstreu ist.

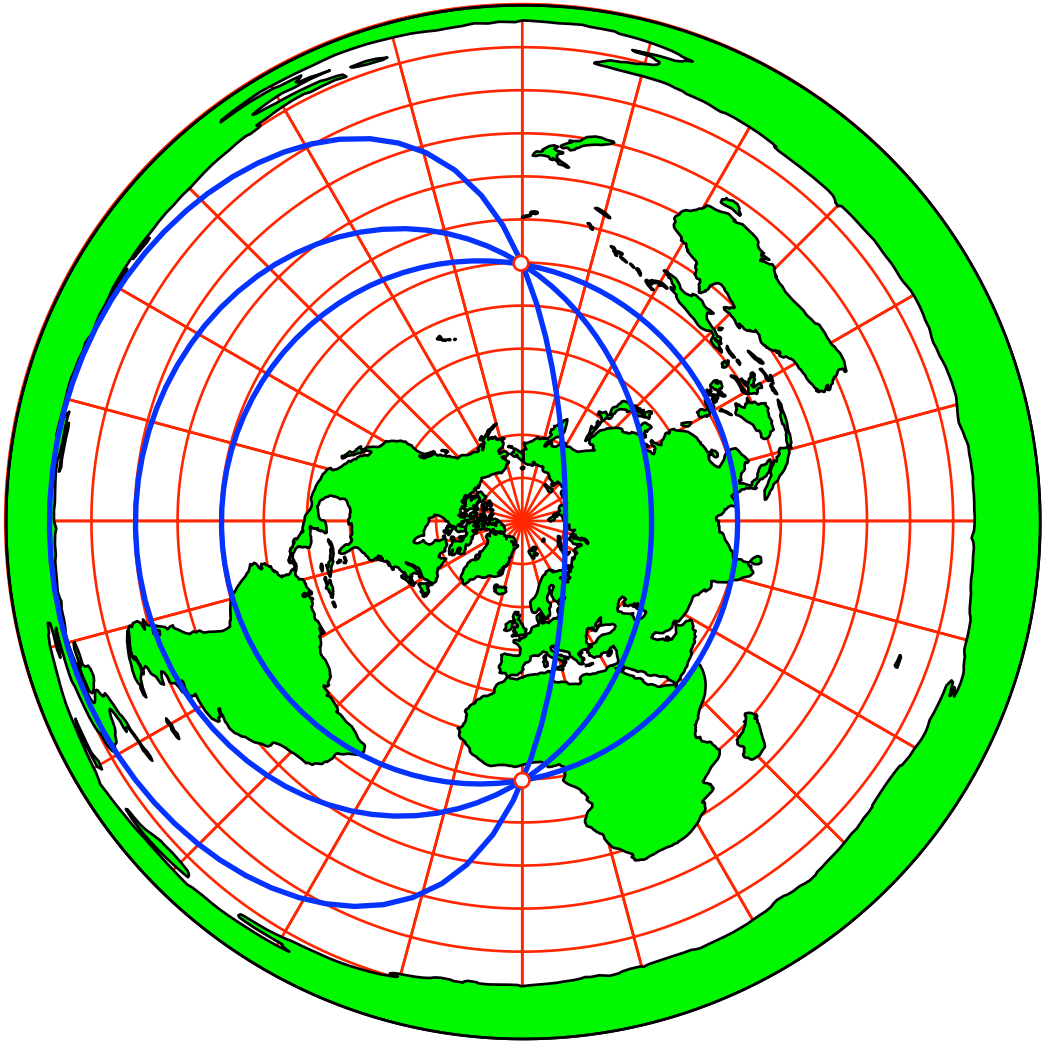
Aufgabe 4.2a

Abstandstreuer Azimutalentwurf



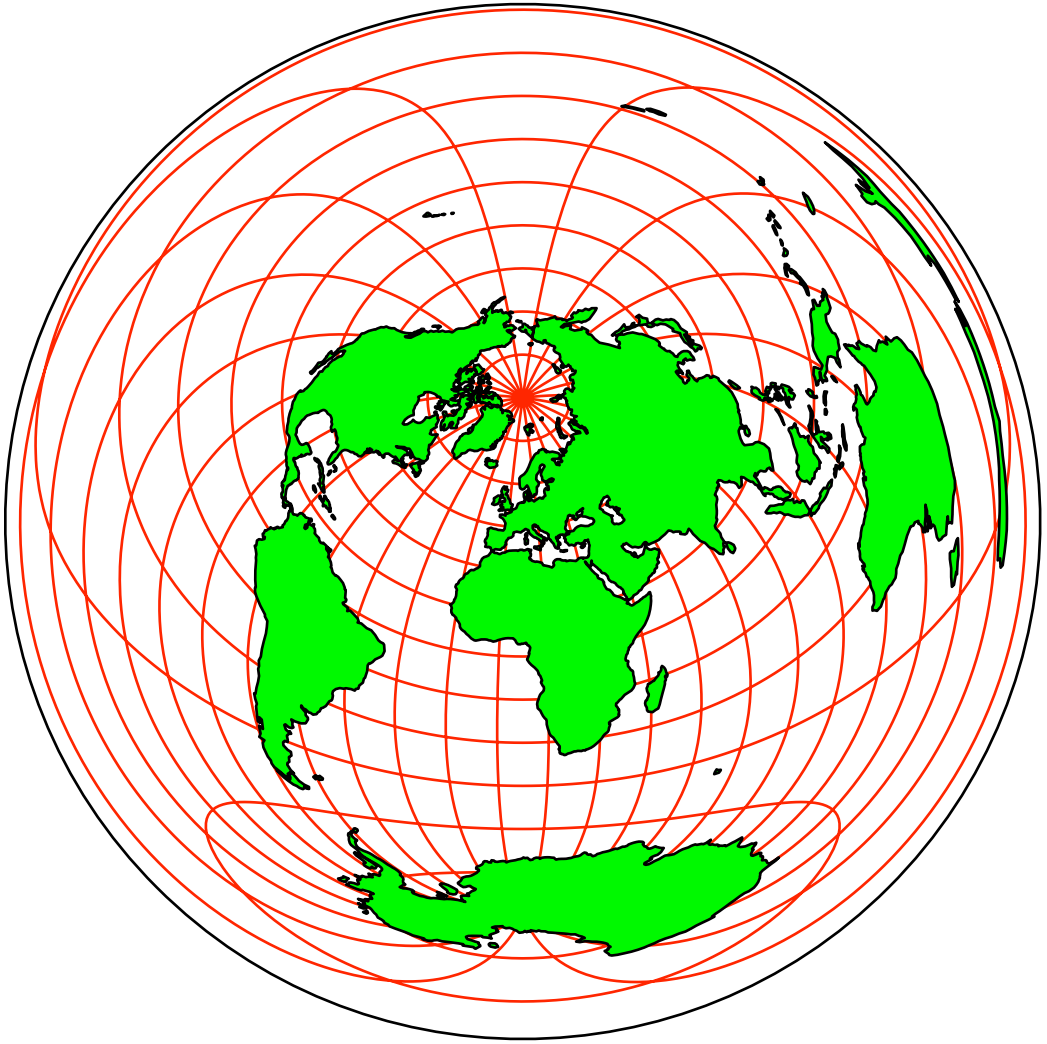
Meridiane längentreu

# Abstandstreuer Azimutalentwurf



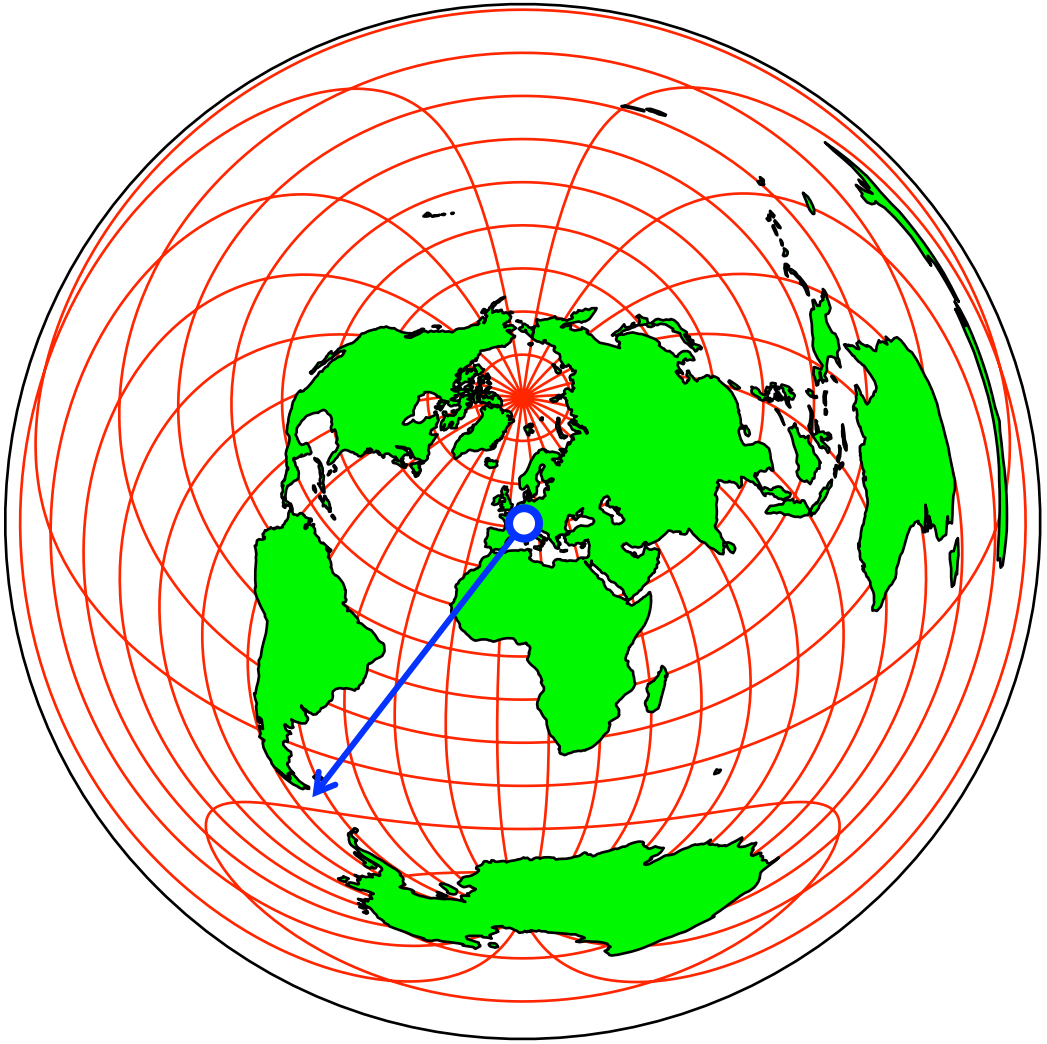
Andere Tangentialebene?

# Abstandstreuer Azimutalentwurf



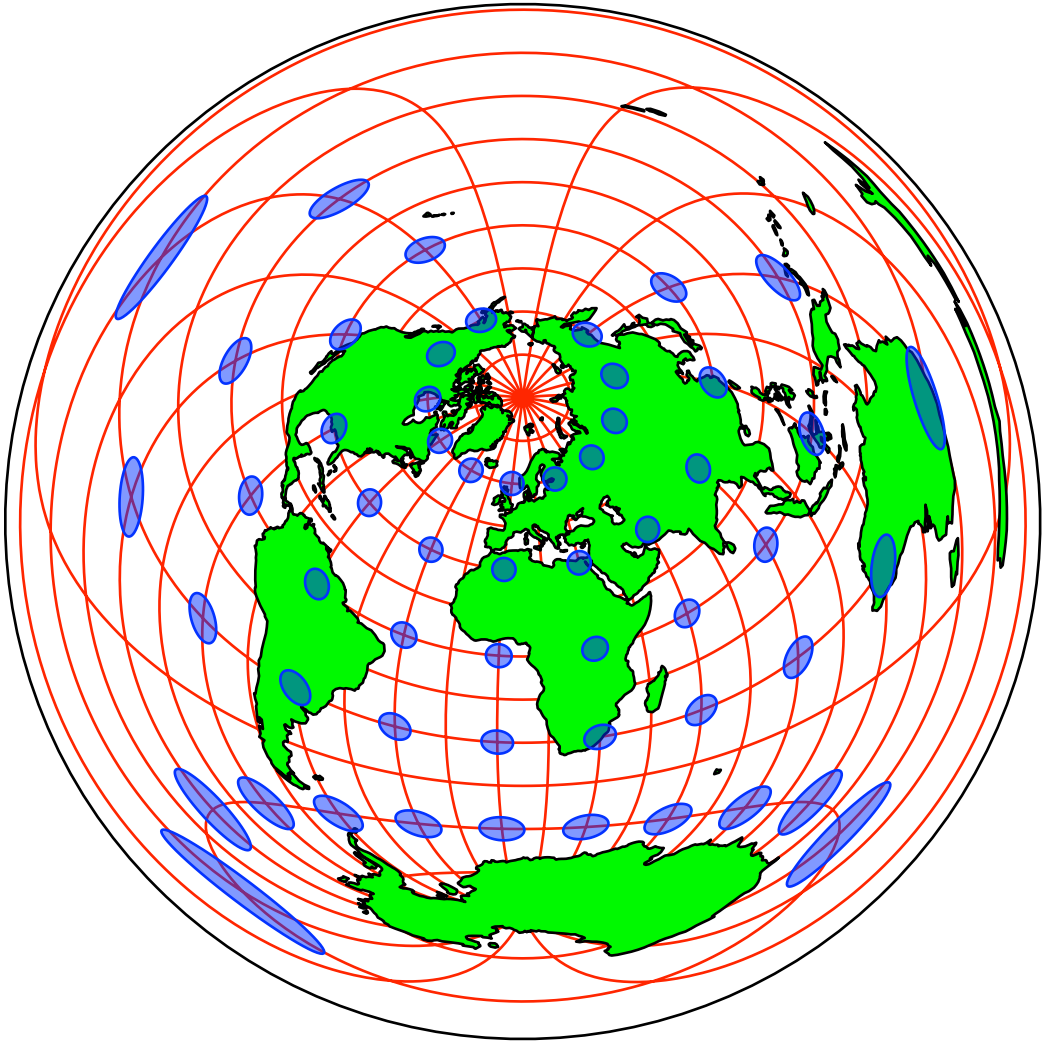
Andere Tangentialebene

# Abstandstreuer Azimutalentwurf



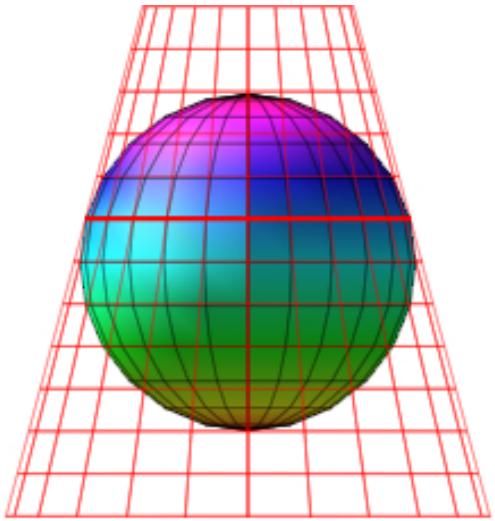
Abstand vom Hönggerberg längentreu

# Abstandstreuer Azimutalentwurf

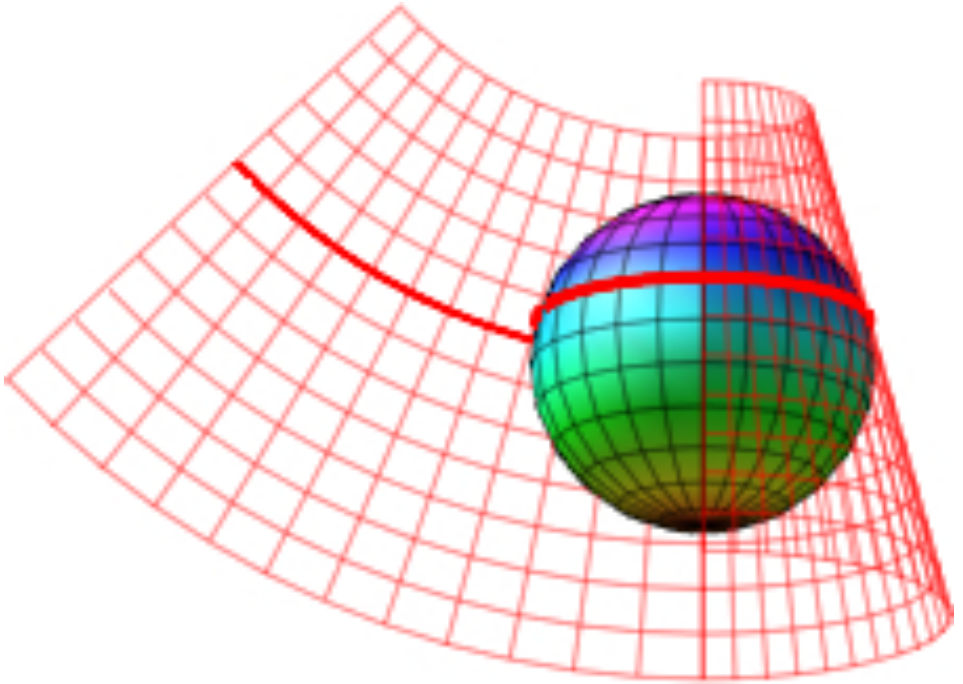


Andere Tangentialebene

# Abstandstreuer Kegelentwurf

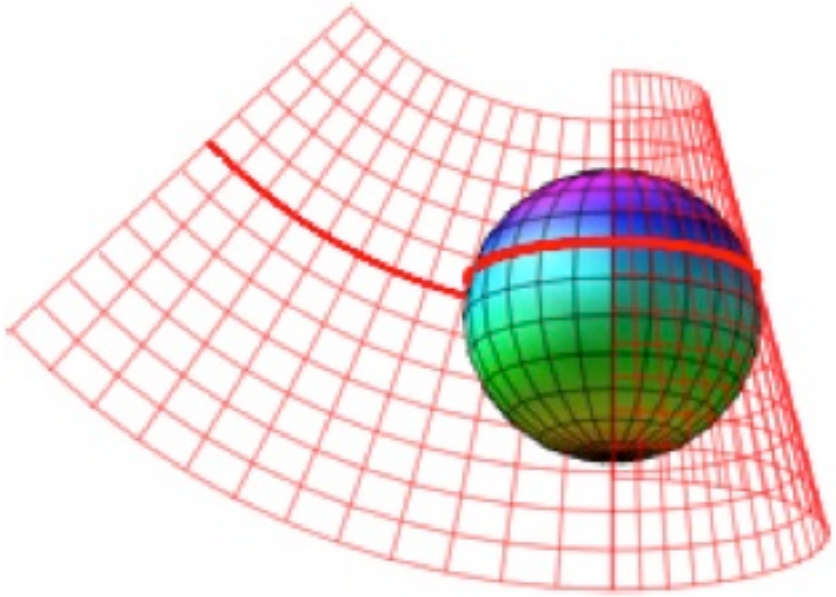


Kegelstumpf

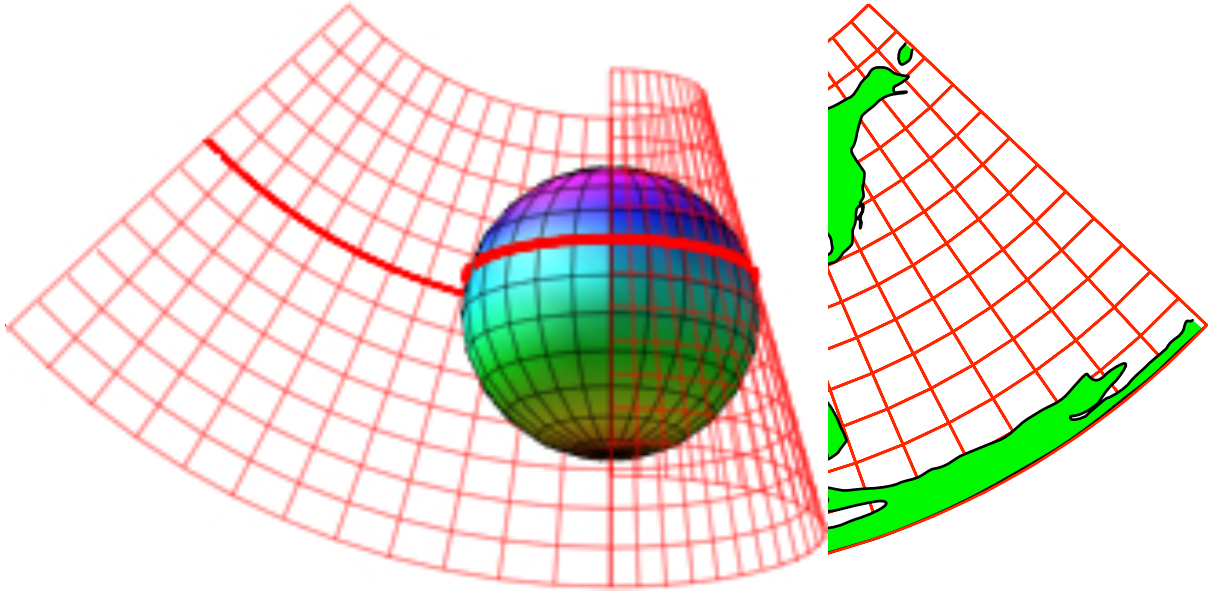


Abwicklung des Kegelstumpfs

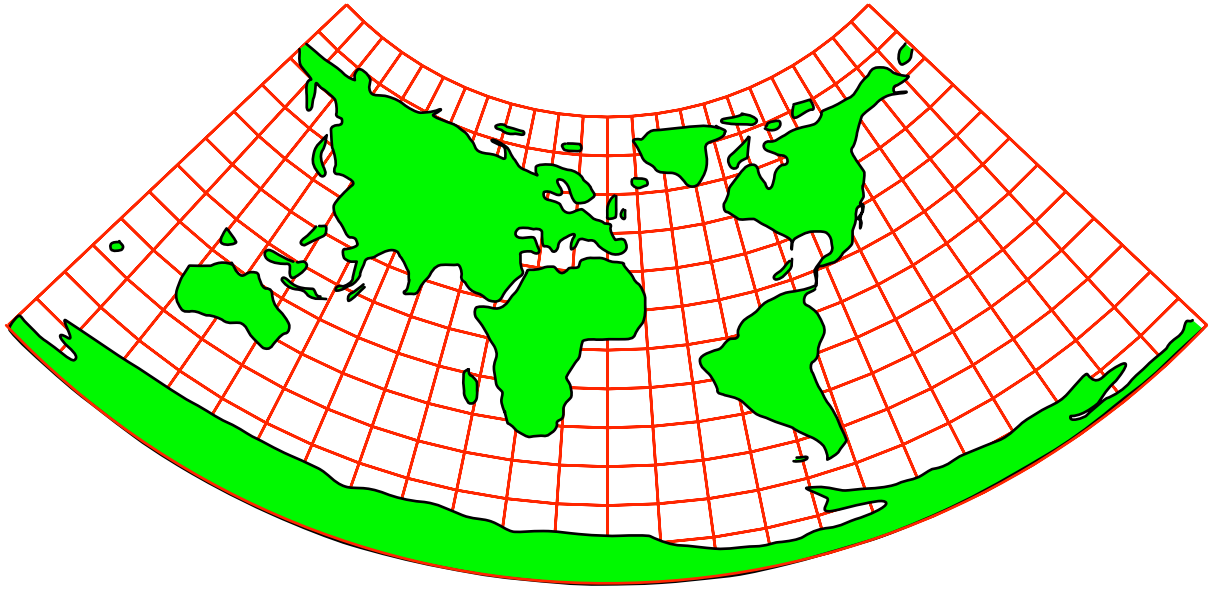
# Abstandstreuer Kegelentwurf



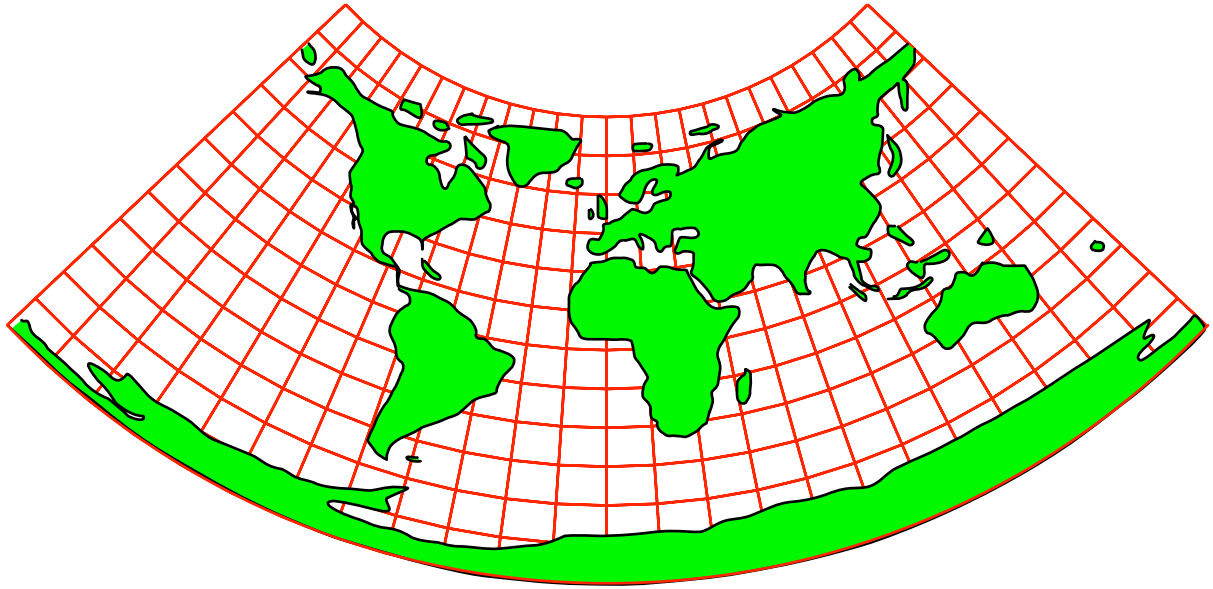
# Abstandstreuer Kegelentwurf



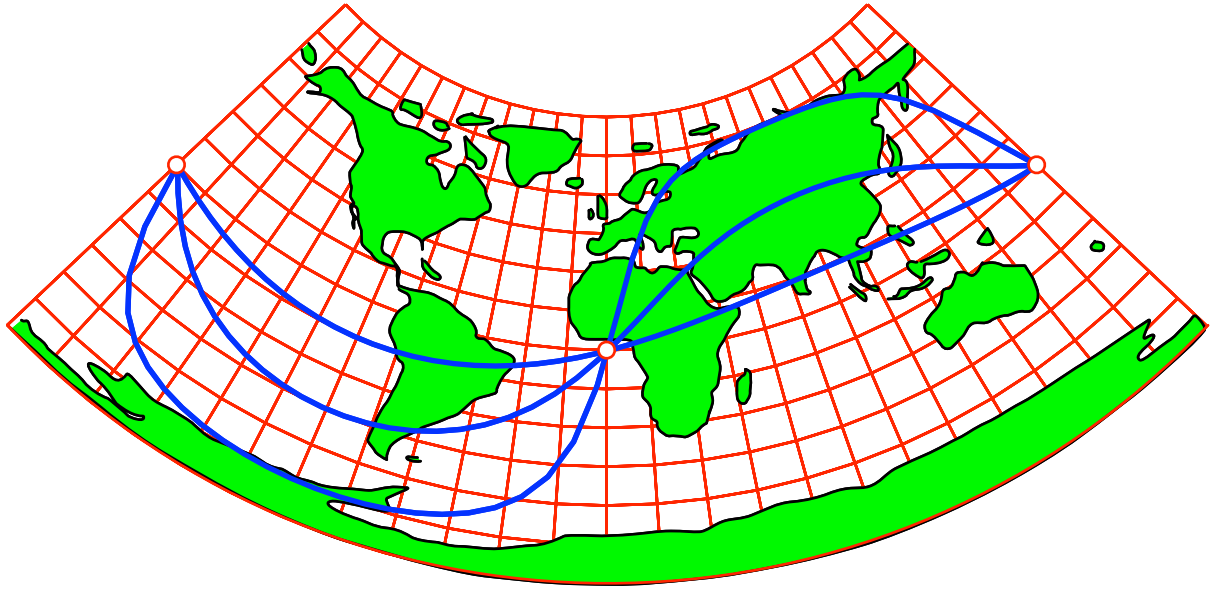
# Abgewickelter Kegelmantel



# Abgewickelter Kegelmantel



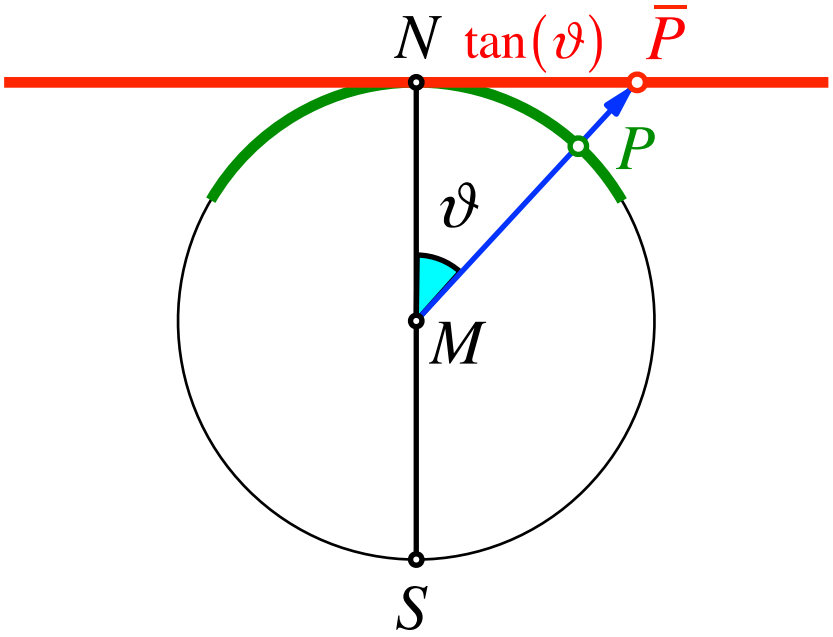
# Abgewickelter Kegelmantel

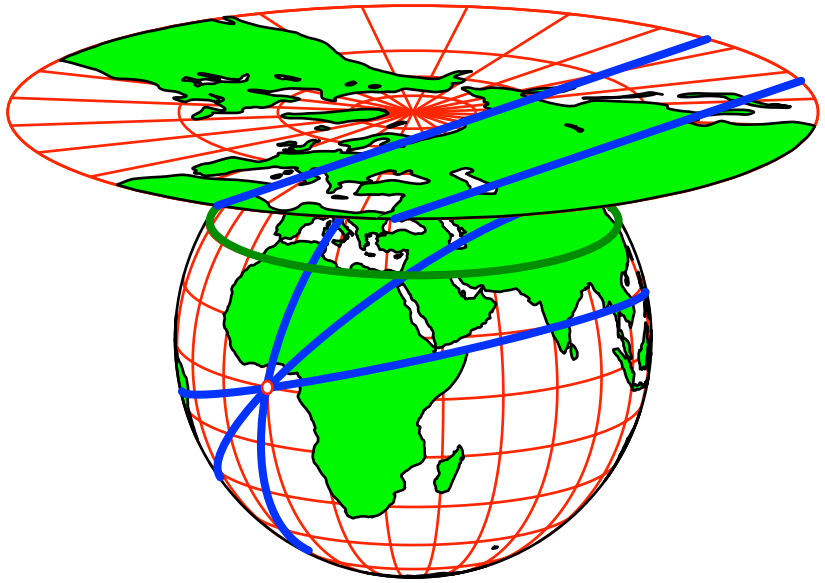


# Großkreis als Gerade auf der Karte?

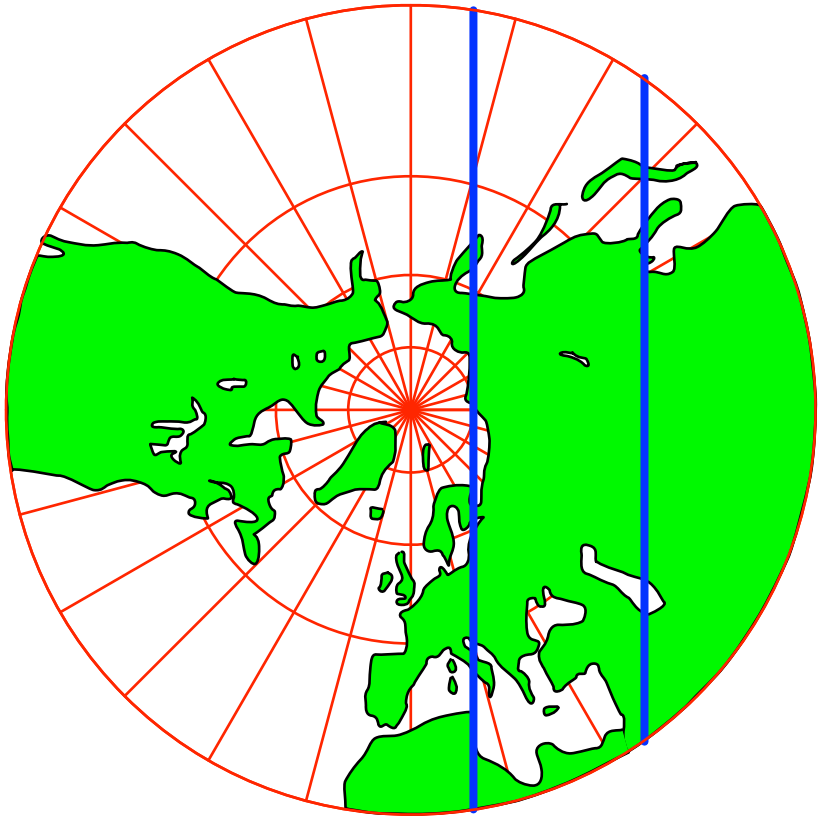
Zar Nikolaus I. (1796-1855)
Nikolaibahn St. Petersburg - Moskau
gebaut 1842-1851, 635 km

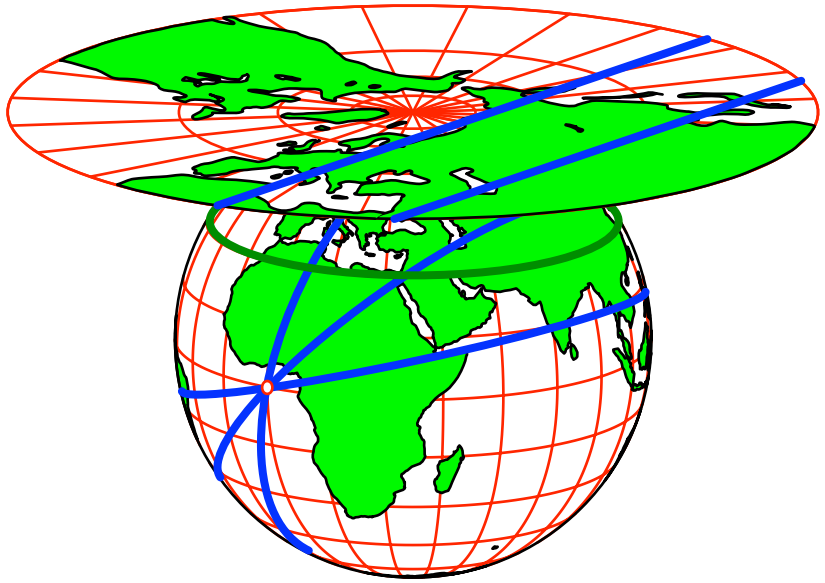
# Gnomonische Projektion



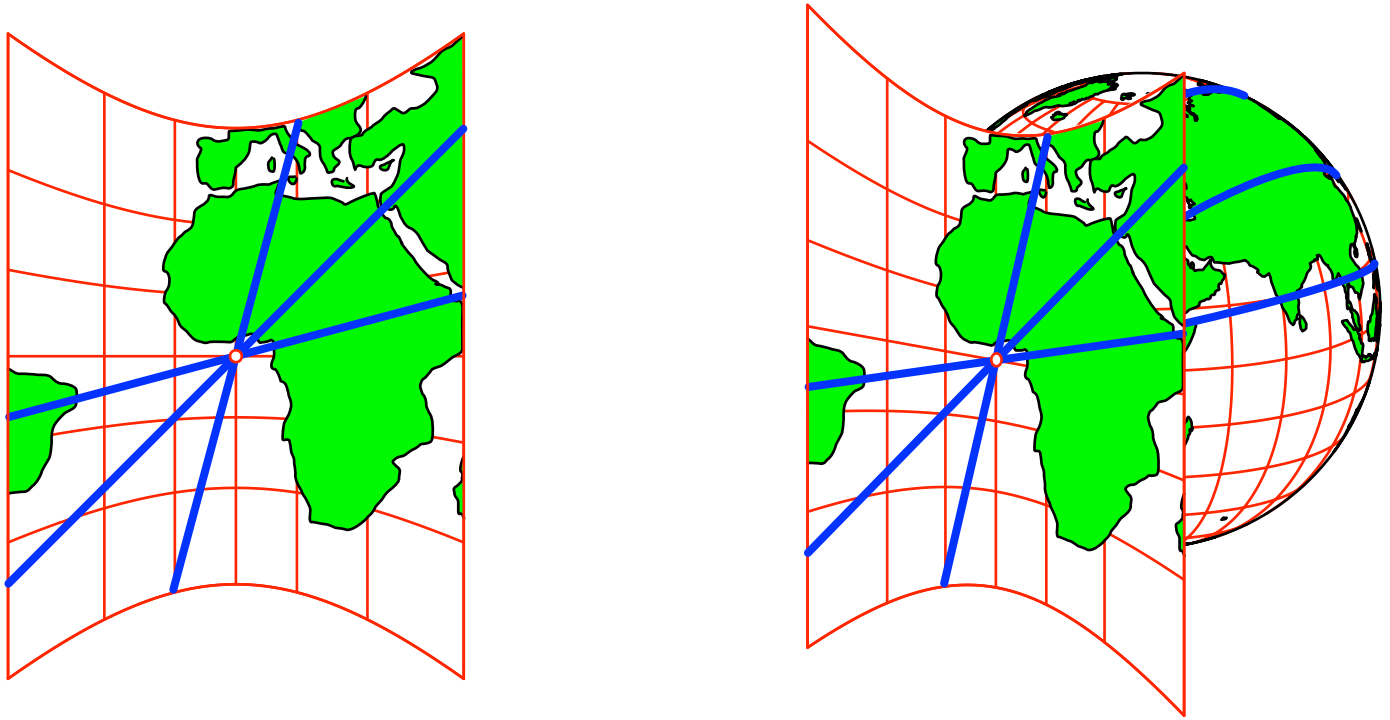



# Gnomonische Projektion



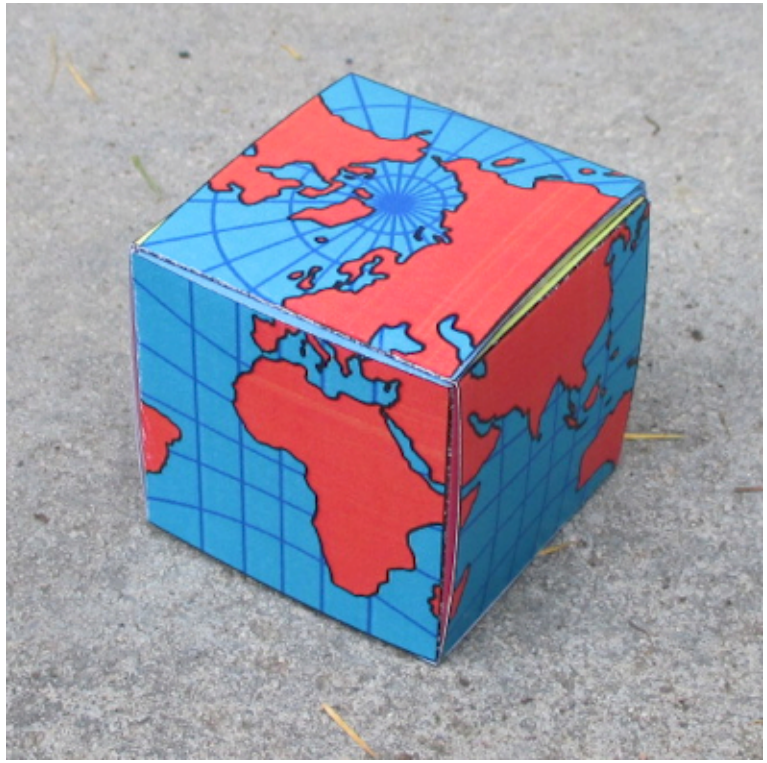


# Gnomonische Projektion



Würfelmodell

# Gnomonische Projektion



Würfelmodell

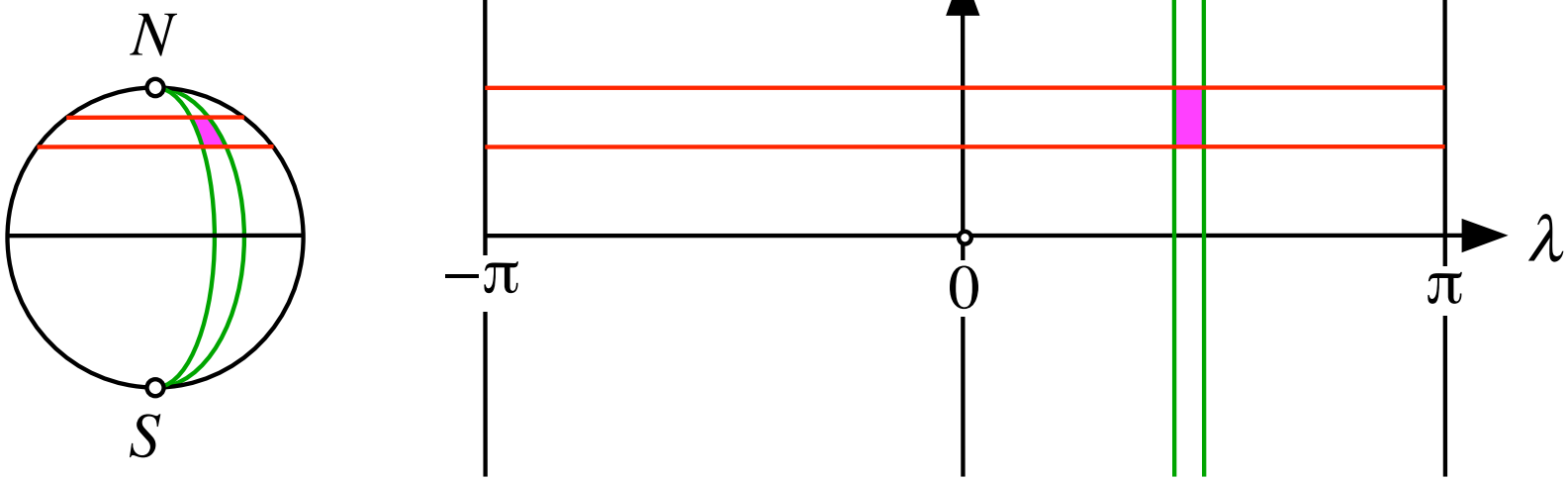
# Flächentreue und winkeltreue Karten

Theorie

# Flächentreue und winkeltreue Karten

## Zylinderentwurf: Netzvierecke vergleichen

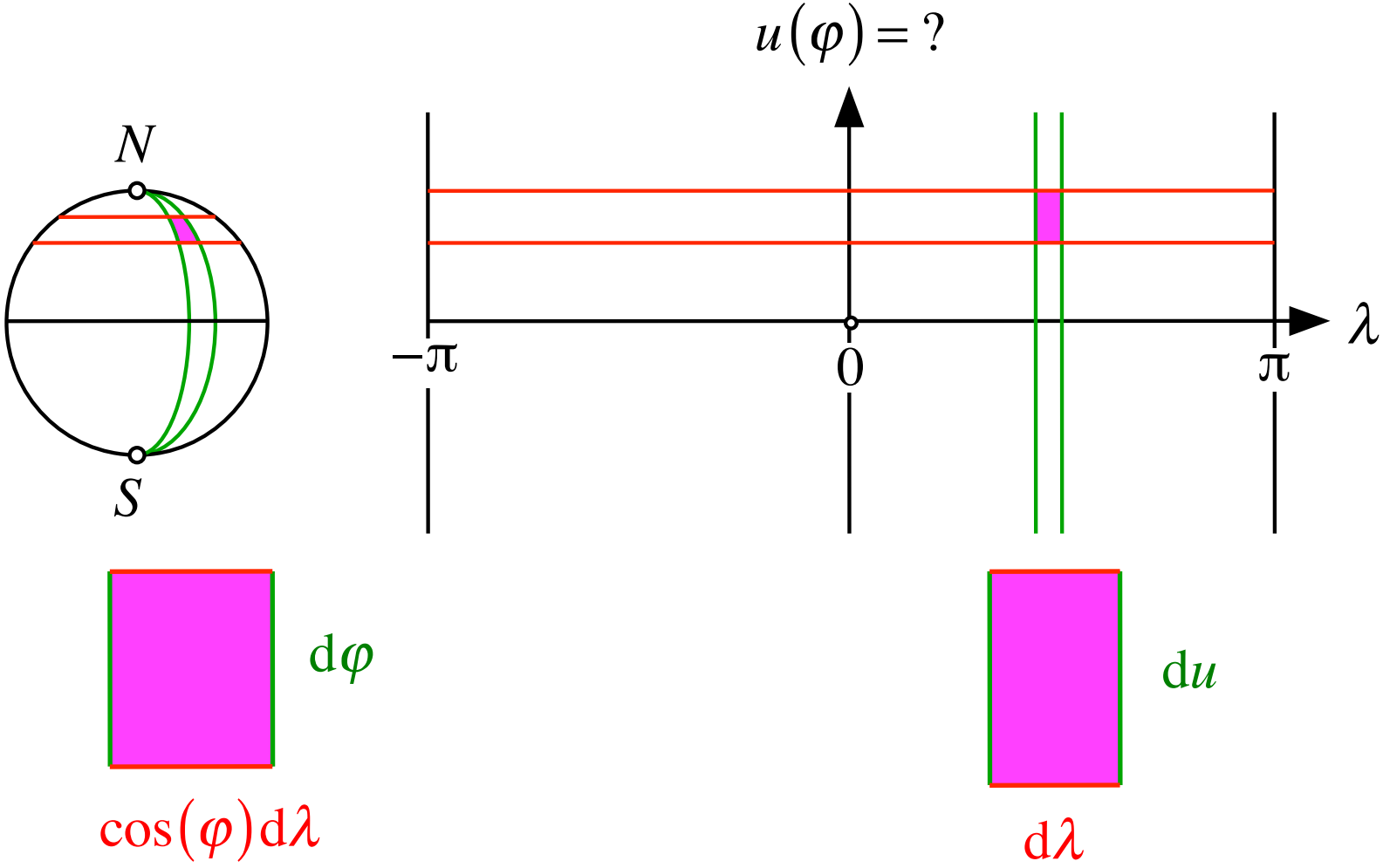
$$u(\varphi) = ?$$



Theorie

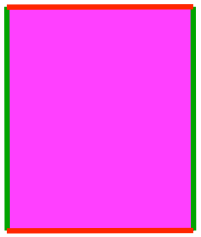
# Flächentreue und winkeltreue Karten

## Zylinderentwurf: Netzvierecke vergleichen



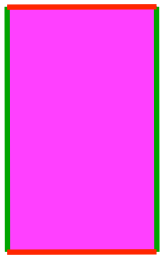
Theorie

## Flächentreue Karten
## Netzvierecke gleicher Flächeninhalt



$\mathrm{d}\varphi$

$\cos(\varphi)\mathrm{d}\lambda$

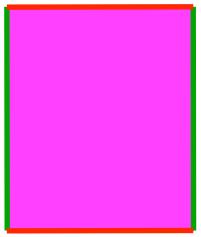


$\mathrm{d}u$

$\mathrm{d}\lambda$

Theorie

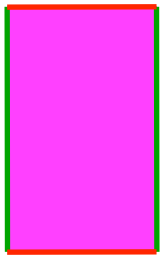
Flächentreue Karten
Netzvierecke gleicher Flächeninhalt



$\mathrm{d}\varphi$

$\cos(\varphi)\mathrm{d}\lambda$

$$\cos(\varphi)\mathrm{d}\lambda\mathrm{d}\varphi = \mathrm{d}\lambda\mathrm{d}u$$

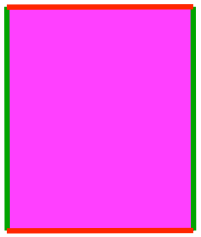


$\mathrm{d}u$

$\mathrm{d}\lambda$

Theorie

# Flächentreue Karten
## Netzvierecke gleicher Flächeninhalt

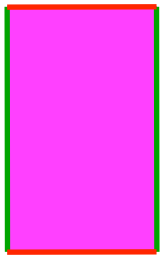


$\mathrm{d}\varphi$

$\cos(\varphi)\mathrm{d}\lambda$

$\cos(\varphi)\mathrm{d}\lambda\mathrm{d}\varphi = \mathrm{d}\lambda\mathrm{d}u$

$\mathrm{d}u = \cos(\varphi)\mathrm{d}\varphi$

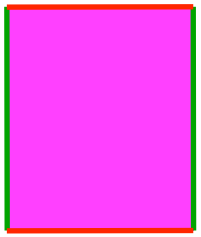


$\mathrm{d}u$

$\mathrm{d}\lambda$

Theorie

# Flächentreue Karten
## Netzvierecke gleicher Flächeninhalt



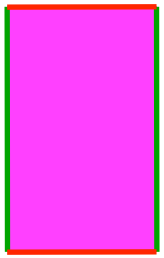
$\mathrm{d}\varphi$

$\cos(\varphi)\mathrm{d}\lambda$

$$\cos(\varphi)\mathrm{d}\lambda\mathrm{d}\varphi = \mathrm{d}\lambda\mathrm{d}u$$

$$\mathrm{d}u = \cos(\varphi)\mathrm{d}\varphi$$

$$\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}\varphi} = \cos(\varphi)$$

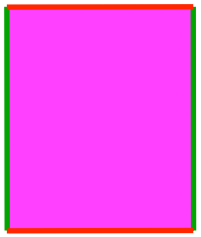


$\mathrm{d}u$

$\mathrm{d}\lambda$

Theorie

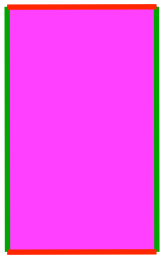
# Flächentreue Karten
## Netzvierecke gleicher Flächeninhalt



$\mathrm{d}\varphi$

$\cos(\varphi)\mathrm{d}\lambda$

$$\cos(\varphi)\mathrm{d}\lambda\mathrm{d}\varphi = \mathrm{d}\lambda\mathrm{d}u$$



$\mathrm{d}u$

$\mathrm{d}\lambda$

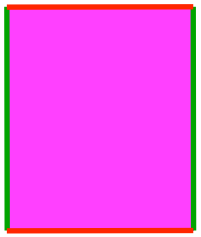
$$\mathrm{d}u = \cos(\varphi)\mathrm{d}\varphi$$

$$\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}\varphi} = \cos(\varphi)$$

$$u(\varphi) = \int \mathrm{d}u = \int \cos(\varphi)\mathrm{d}\varphi = \sin(\varphi) + C$$

Theorie

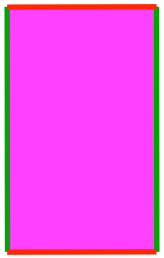
# Flächentreue Karten
## Netzvierecke gleicher Flächeninhalt



$\mathrm{d}\varphi$

$\cos(\varphi)\mathrm{d}\lambda$

$$\cos(\varphi)\mathrm{d}\lambda\mathrm{d}\varphi = \mathrm{d}\lambda\mathrm{d}u$$



$\mathrm{d}u$

$\mathrm{d}\lambda$

$$\mathrm{d}u = \cos(\varphi)\mathrm{d}\varphi$$

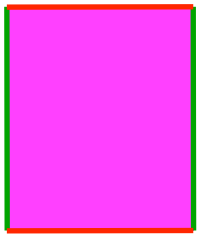
$$\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}\varphi} = \cos(\varphi)$$

$$u(\varphi) = \int \mathrm{d}u = \int \cos(\varphi)\mathrm{d}\varphi = \sin(\varphi) + C$$

$$u(0) = 0 \quad \Rightarrow \quad C = 0$$

Theorie

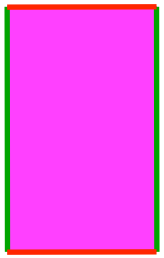
## Flächentreue Karten
## Netzvierecke gleicher Flächeninhalt



$\mathrm{d}\varphi$

$\cos(\varphi)\mathrm{d}\lambda$

$$\cos(\varphi)\mathrm{d}\lambda\mathrm{d}\varphi = \mathrm{d}\lambda\mathrm{d}u$$



$\mathrm{d}u$

$\mathrm{d}\lambda$

$$\mathrm{d}u = \cos(\varphi)\mathrm{d}\varphi$$

$$\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}\varphi} = \cos(\varphi)$$

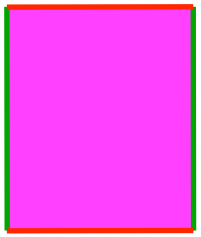
$$u(\varphi) = \int \mathrm{d}u = \int \cos(\varphi)\mathrm{d}\varphi = \sin(\varphi) + C$$

$$u(0) = 0 \quad \Rightarrow \quad C = 0$$

$$u(\varphi) = \sin(\varphi)$$

Theorie

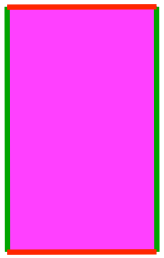
Winkeltreue Karten
Netzvierecke gleiche Form



$\mathrm{d}\varphi$

$\cos(\varphi)\mathrm{d}\lambda$

$$\frac{\mathrm{d}\varphi}{\cos(\varphi)\mathrm{d}\lambda} = \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}\lambda}$$

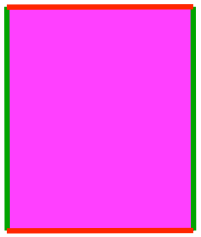


$\mathrm{d}u$

$\mathrm{d}\lambda$

Theorie

# Winkeltreue Karten
# Netzvierecke gleiche Form

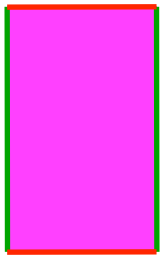


$\mathrm{d}\varphi$

$\cos(\varphi)\mathrm{d}\lambda$

$$\frac{\mathrm{d}\varphi}{\cos(\varphi)\cancel{\mathrm{d}\lambda}} = \frac{\mathrm{d}u}{\cancel{\mathrm{d}\lambda}}$$

$$\mathrm{d}u = \frac{\mathrm{d}\varphi}{\cos(\varphi)}$$

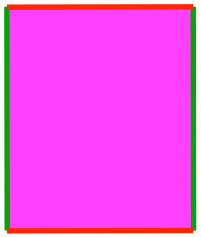


$\mathrm{d}u$

$\mathrm{d}\lambda$

Theorie

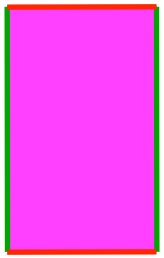
# Winkeltreue Karten
## Netzvierecke gleiche Form



$\mathrm{d}\varphi$

$\cos(\varphi)\mathrm{d}\lambda$

$$\frac{\mathrm{d}\varphi}{\cos(\varphi)\cancel{\mathrm{d}\lambda}} = \frac{\mathrm{d}u}{\cancel{\mathrm{d}\lambda}}$$



$\mathrm{d}u$

$\mathrm{d}\lambda$

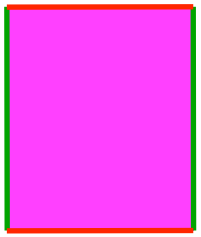
$$\mathrm{d}u = \frac{\mathrm{d}\varphi}{\cos(\varphi)}$$

$$u(\varphi) = \int \mathrm{d}u = \int \frac{\mathrm{d}\varphi}{\cos(\varphi)} = \ln\left(\tan\left(\frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{4}\right)\right) + C$$

Formelsammlung

Theorie

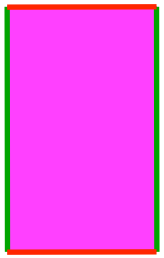
# Winkeltreue Karten
# Netzvierecke gleiche Form



$\mathrm{d}\varphi$

$\cos(\varphi)\mathrm{d}\lambda$

$$\frac{\mathrm{d}\varphi}{\cos(\varphi)\cancel{\mathrm{d}\lambda}} = \frac{\mathrm{d}u}{\cancel{\mathrm{d}\lambda}}$$



$\mathrm{d}u$

$\mathrm{d}\lambda$

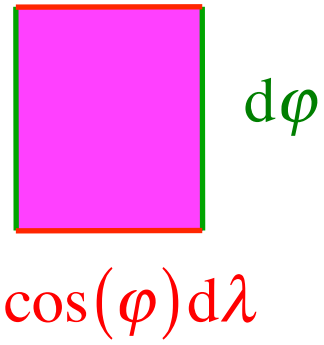
$$\mathrm{d}u = \frac{\mathrm{d}\varphi}{\cos(\varphi)}$$

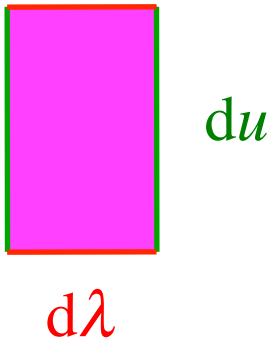
$$u(\varphi) = \int \mathrm{d}u = \int \frac{\mathrm{d}\varphi}{\cos(\varphi)} = \ln\left(\tan\left(\frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{4}\right)\right) + C$$

$$u(0) = 0 \quad \Rightarrow \quad C = 0$$

$$u(\varphi) = \ln\left(\tan\left(\frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{4}\right)\right)$$

# Theorie: Zusammenfassung



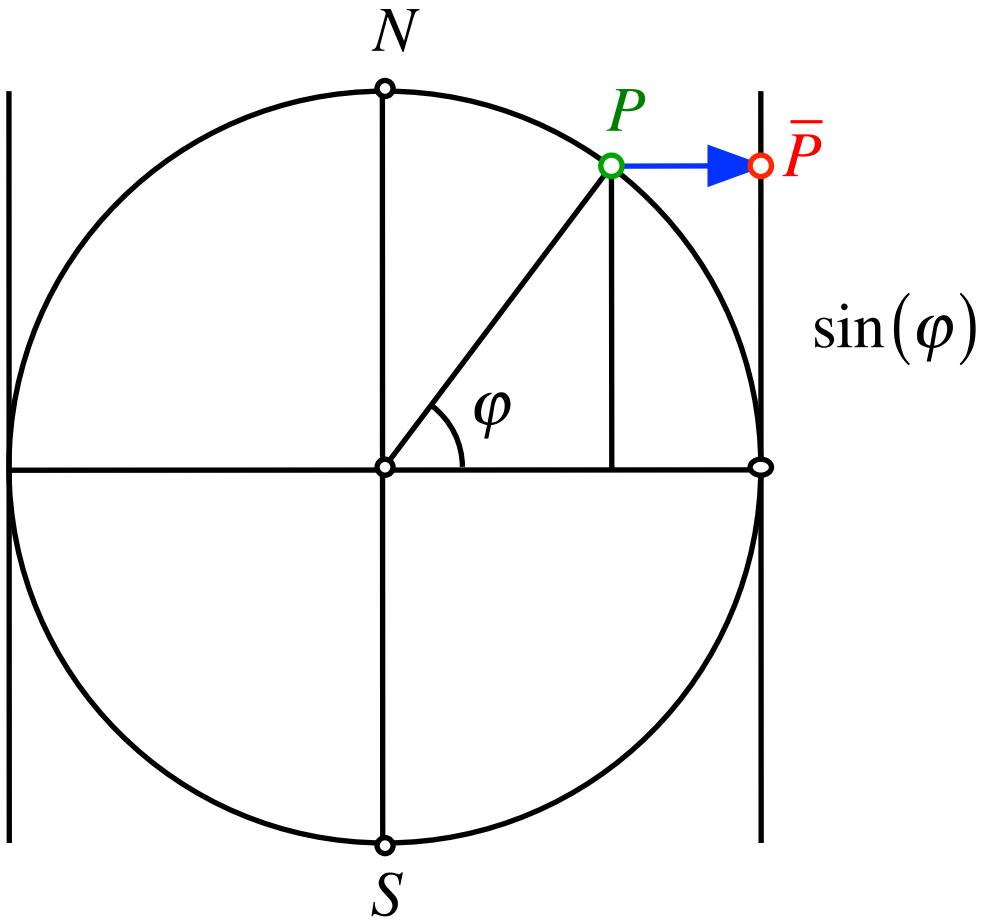

Flächentreu: $u(\varphi) = \sin(\varphi)$

Winkeltreu: $u(\varphi) = \ln\left(\tan\left(\frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{4}\right)\right)$

Praxis

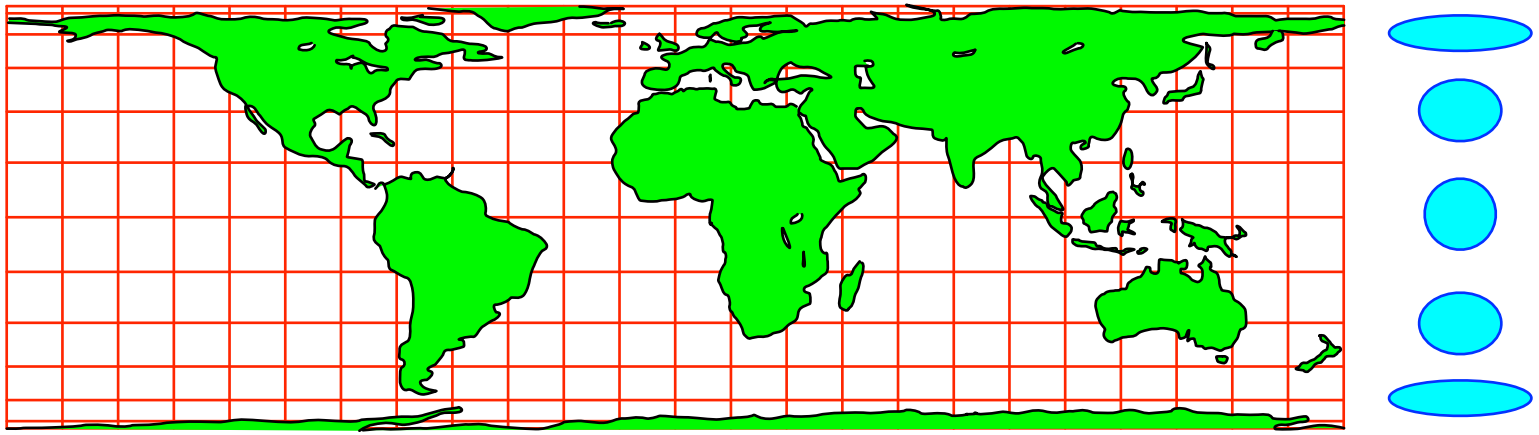
## Flächentreue Karten
## Zylinderentwurf

$$u(\varphi) = \sin(\varphi)$$



Flächentreue Karten
Zylinderentwurf

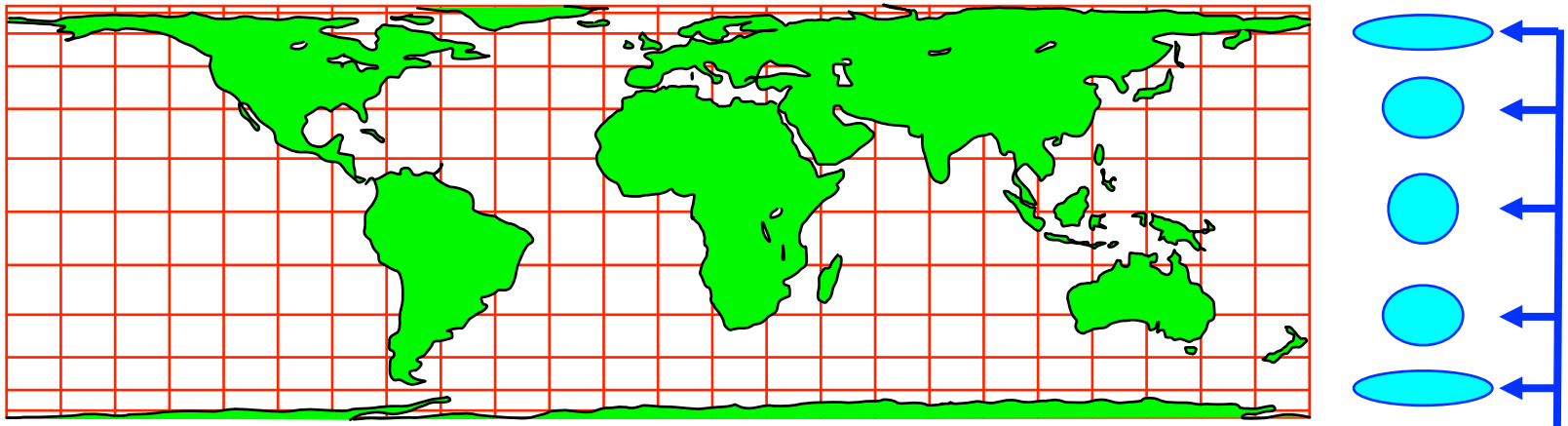
$$u(\varphi) = \sin(\varphi)$$



Archimedes / Lambert

Flächentreue Karten
Zylinderentwurf

$$u(\varphi) = \sin(\varphi)$$

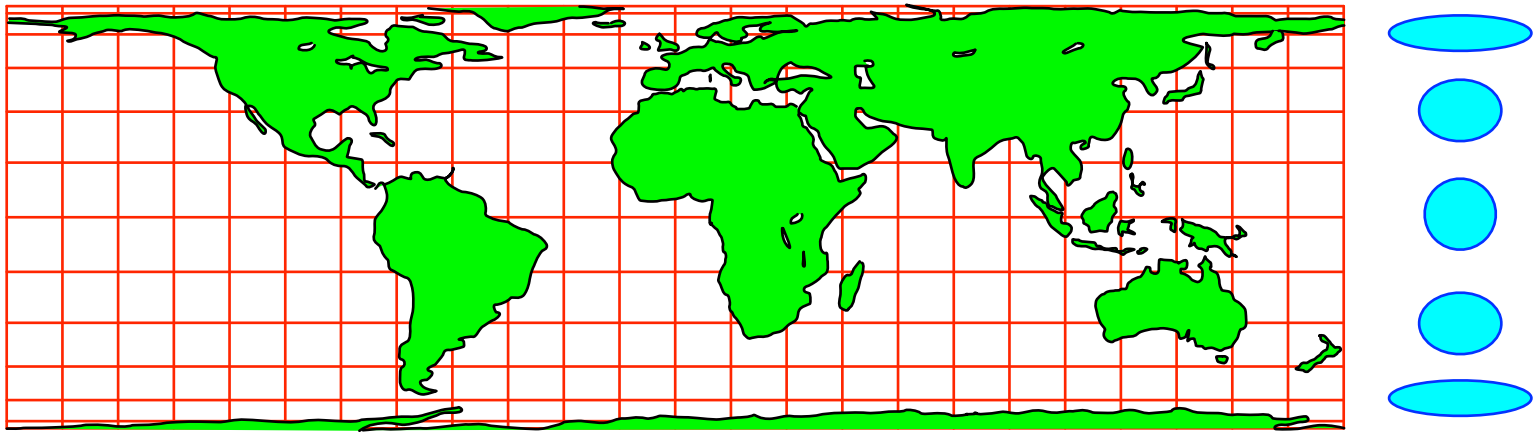


Verzerrungsellipsen flächengleich

Archimedes / Lambert

Aufgabe 4.2c

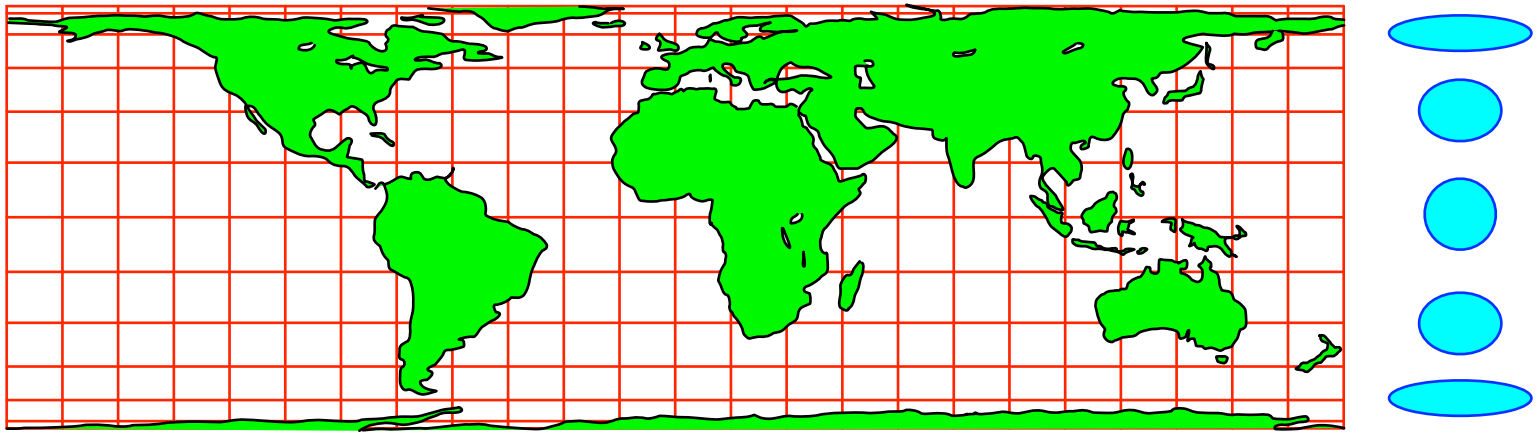
Eine flächentreue normalachsige Zylinderprojektion (nach Archimedes / Lambert) sei 8 cm breit.
Wie groß ist der Kartenmaßstab am Äquator?
Wie groß ist der Kartenmaßstab in Zürich?



8 cm entspricht 40‘000 km

Aufgabe 4.2c

Eine flächentreue normalachsige Zylinderprojektion (nach Archimedes / Lambert) sei 8 cm breit.
Wie groß ist der Kartenmaßstab am Äquator?



$$\frac{8\,\text{cm}}{40'000\,\text{km}} = \frac{0.08}{40'000'000} = 1:500\ \text{Mio}$$

Dieser Maßstab gilt für alle Punkte des Äquators und in jeder Richtung.

Aufgabe 4.2c

Eine flächentreue normalachsige Zylinderprojektion (nach Archimedes / Lambert) sei 8 cm breit.

Wie groß ist der Kartenmaßstab in Zürich?

Aufgabe 4.2c

Eine flächentreue normalachsige Zylinderprojektion (nach Archimedes / Lambert) sei 8 cm breit.

Wie groß ist der Kartenmaßstab in Zürich?

In Zürich haben wir in der Ost-West-Richtung den Kartenmaßstab $\frac{8\ \text{cm}}{27'071\ \text{km}} = 1 : 338\ \text{Mio.}$

Aufgabe 4.2c

Eine flächentreue normalachsige Zylinderprojektion (nach Archimedes / Lambert) sei 8 cm breit.

Wie groß ist der Kartenmaßstab in Zürich?

In Zürich haben wir in der Ost-West-Richtung den Kartenmaßstab $\frac{8\ \text{cm}}{27'071\ \text{km}} = 1 : 338\ \text{Mio}.$

In Süd-Nord-Richtung, ist die Sache subtiler.
Der ursprüngliche Maßstab $1:500\ \text{Mio}$
der Plattkarte wird mit $\cos\left(\varphi_Z\right)$ multipliziert.

Aufgabe 4.2c

Eine flächentreue normalachsige Zylinderprojektion (nach Archimedes / Lambert) sei 8 cm breit.

Wie groß ist der Kartenmaßstab in Zürich?

In Zürich haben wir in der Ost-West-Richtung den Kartenmaßstab $\frac{8\ \text{cm}}{27'071\ \text{km}} = 1 : 338\ \text{Mio}.$

In Süd-Nord-Richtung, ist die Sache subtiler.
Der ursprüngliche Maßstab $1:500\ \text{Mio}$
der Plattkarte wird mit $\cos\left(\varphi_Z\right)$ multipliziert.

Wir erhalten $1 : 739\ \text{Mio}$ .

Dieser Maßstab ist kleiner als am Äquator.

Aufgabe 4.2c

Flächentreue Karten
Zylinderentwurf

$$u(\varphi) = \sin(\varphi)$$

Archimedes
287-212 BC

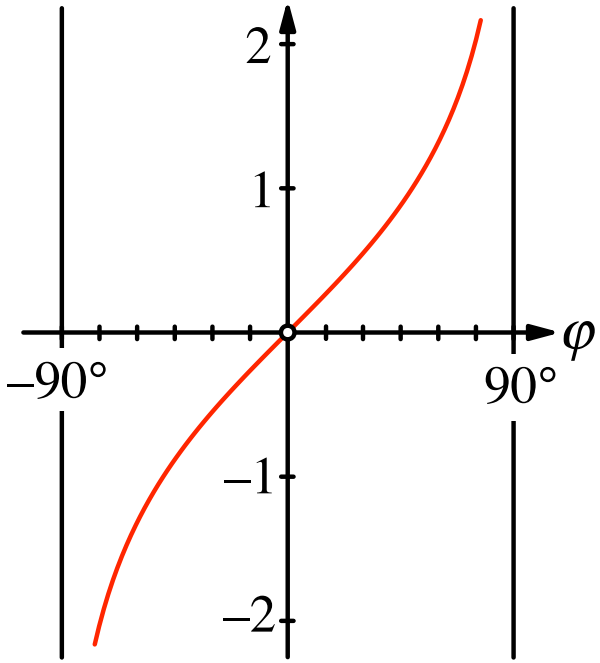
Johann Heinrich Lambert
1728-1777

Winkeltreue Karten
Zylinderentwurf

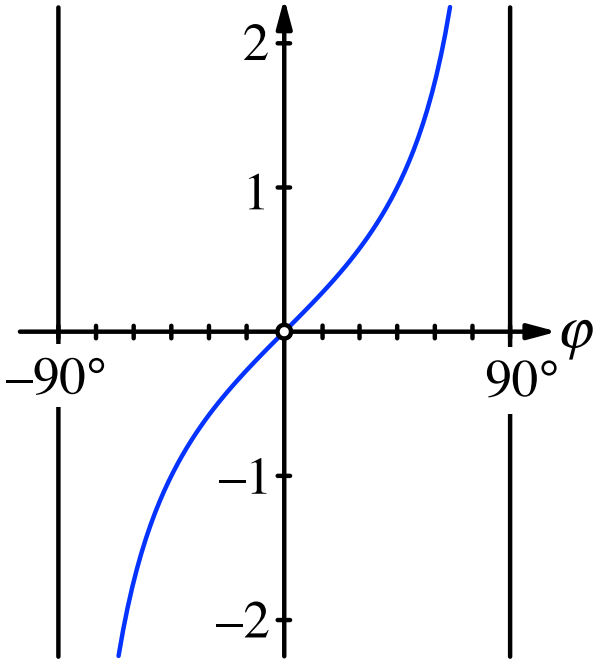
$$u(\varphi) = \ln\left(\tan\left(\frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{4}\right)\right)$$

# Vergleich mit Tangenskurve

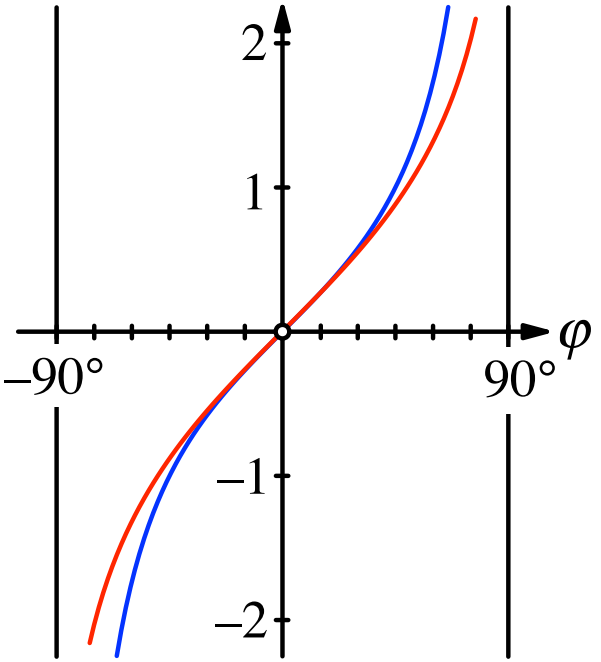
$$u(\varphi) = \ln\left(\tan\left(\frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{4}\right)\right)$$




$\tan(\varphi)$




Vergleich

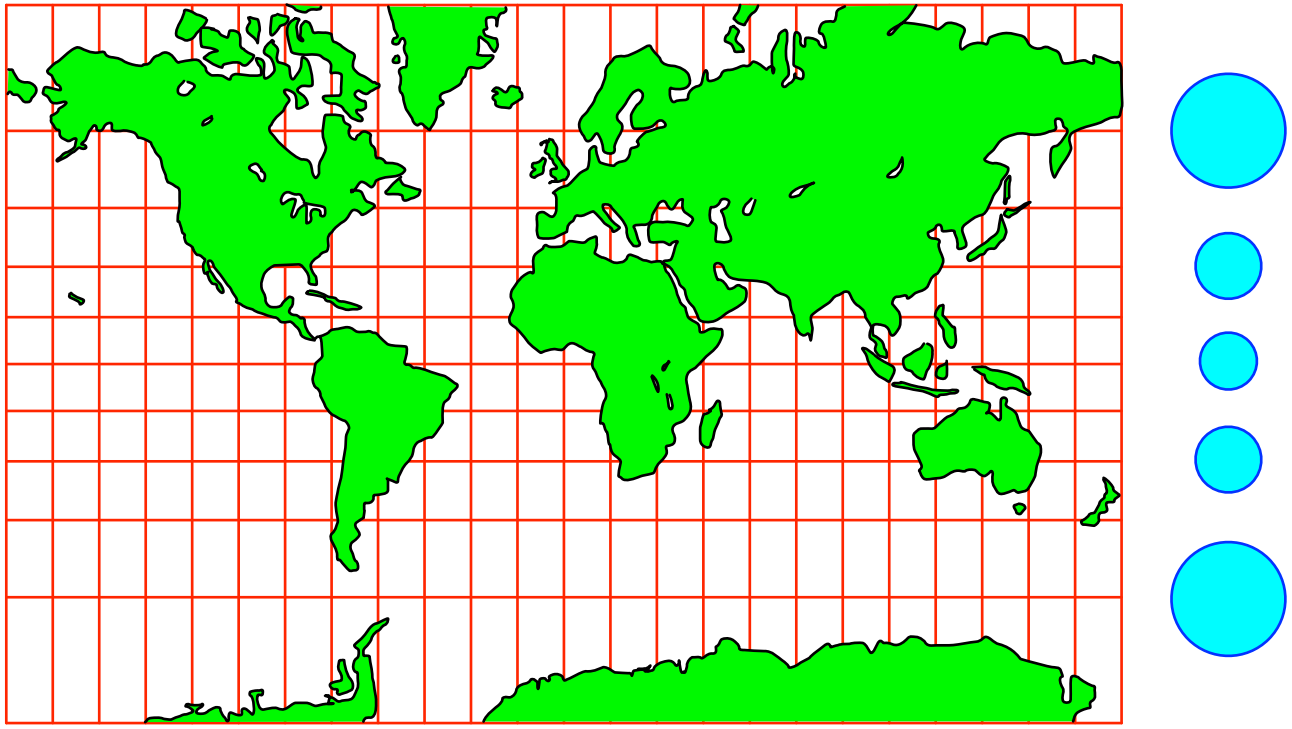



$u(80°) \approx 2.436$

$\tan(80°) \approx 5.671$

Winkeltreue Karten
Zylinderentwurf

$$u(\varphi) = \ln\left(\tan\left(\frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{4}\right)\right)$$



Mercator-Karte (1569)

Aufgabe 4.2b
Aufgabe 4.3

Eine normalachsige Mercatorkarte sei 8 cm breit.

Wie groß ist der Kartenmaßstab am Äquator?

Wie groß ist der Kartenmaßstab in Zürich?

Ganz subtil: Wo ist der Kartenmaßstab 1
(Sie haben richtig gelesen: Kartenmaßstab eins zu eins) ?

Aufgabe 4.2b

Eine normalachsige Mercatorkarte sei 8 cm breit.

Wie groß ist der Kartenmaßstab am Äquator?

$$\frac{8\,\text{cm}}{40'000\,\text{km}} = \frac{0.08}{40'000'000} = 1:500\ \text{Mio}$$

Dieser Maßstab gilt für alle Punkte des Äquators und in jeder Richtung.

Aufgabe 4.2b

Eine normalachsige Mercatorkarte sei 8 cm breit.

Wie groß ist der Kartenmaßstab in Zürich?

In Zürich haben wir den Kartenmaßstab:

$$\frac{8\ \text{cm}}{27'071\ \text{km}} = 1 : 338\ \text{Mio}$$

Dieser Maßstab gilt für alle Punkte des Breitenkreises durch Zürich und in jeder Richtung (konforme Karte).

Aufgabe 4.2b

Eine normalachsige Mercatorkarte sei 8 cm breit.

Ganz subtil: Wo ist der Kartenmaßstab 1
(Sie haben richtig gelesen: Kartenmaßstab eins zu eins) ?

Aufgabe 4.2b

Eine normalachsige Mercatorkarte sei 8 cm breit.

Ganz subtil: Wo ist der Kartenmaßstab 1
(Sie haben richtig gelesen: Kartenmaßstab eins zu eins) ?

Beim Maßstab 1 muss gelten:

$$500'000'000 \cdot \cos\left(\varphi\right) = 1$$

Aufgabe 4.2b

Eine normalachsige Mercatorkarte sei 8 cm breit.

Ganz subtil: Wo ist der Kartenmaßstab 1
(Sie haben richtig gelesen: Kartenmaßstab eins zu eins) ?

Beim Maßstab 1 muss gelten:

$$500'000'000 \cdot \cos(\varphi) = 1$$

$$\varphi = \pm \arccos\left(\frac{1}{500'000'000}\right) = \pm 89.99999988541° = \pm 89°59'59.9996"$$

Aufgabe 4.2b

Eine normalachsige Mercatorkarte sei 8 cm breit.

Ganz subtil: Wo ist der Kartenmaßstab 1
(Sie haben richtig gelesen: Kartenmaßstab eins zu eins) ?

Beim Maßstab 1 muss gelten:

$$500'000'000 \cdot \cos(\varphi) = 1$$

$$\varphi = \pm \arccos\left(\frac{1}{500'000'000}\right) = \pm 89.99999988541° = \pm 89°59'59.9996"$$

Dies ist etwa 1.27 cm vom Nordpol (oder Südpol) entfernt.
Auf der Mercator-Karte schlecht abbildbar
(etwa 26.37 cm oberhalb des Äquators).

Aufgabe 4.2b

Was heißt es, wenn auf einer Karte alle Verzerrungsellipsen Kreise sind?

Warum ist es nicht möglich, dass auf einer Karte alle Verzerrungsellipsen gleich große Kreise sind?

Aufgabe 4.3

Was heißt es, wenn auf einer Karte alle Verzerrungsellipsen Kreise sind?

Winkeltreue Karte

Warum ist es nicht möglich, dass auf einer Karte alle Verzerrungsellipsen gleich große Kreise sind?

Aufgabe 4.3

Was heißt es, wenn auf einer Karte alle Verzerrungsellipsen Kreise sind?

Winkeltreue Karte

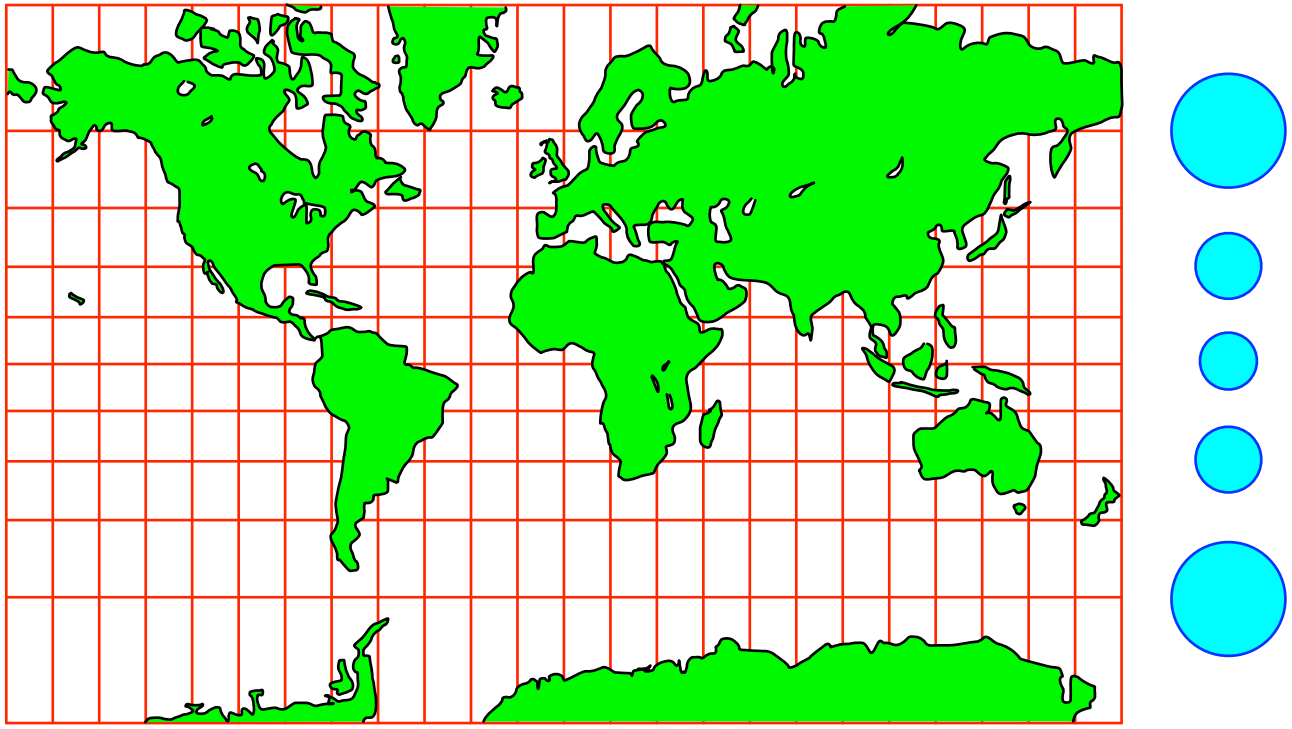
Warum ist es nicht möglich, dass auf einer Karte alle Verzerrungsellipsen gleich große Kreise sind?

Die Karte wäre längentreu (maßstäblich, isometrisch), Widerspruch zum Theorema egregium von Gauß.

Aufgabe 4.3

Winkeltreue Karten
Zylinderentwurf

$$u(\varphi) = \ln\left(\tan\left(\frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{4}\right)\right)$$



Mercator-Karte (1569)

Winkeltreue Karten
Zylinderentwurf

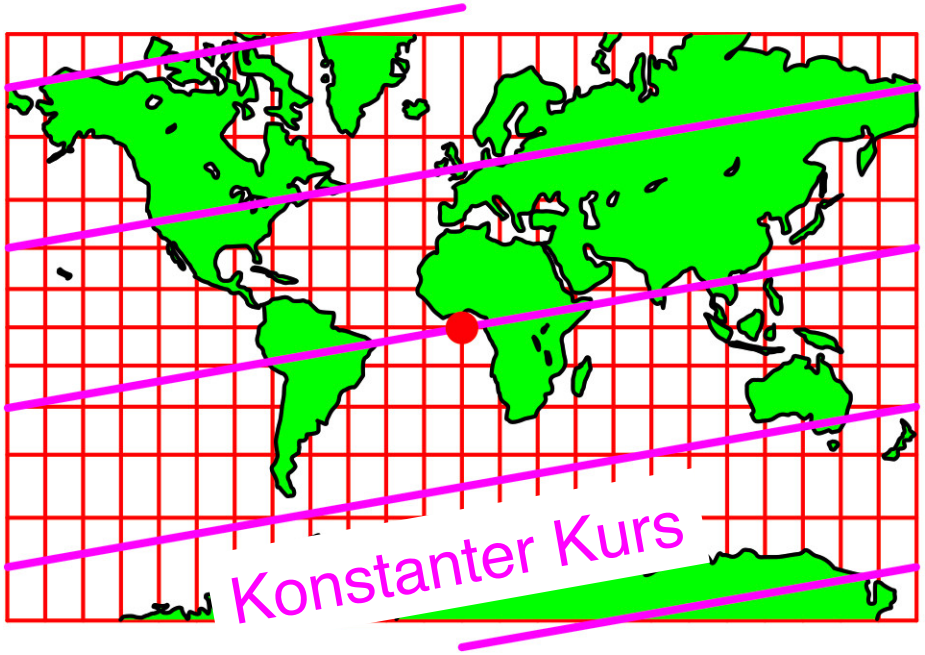
$$u(\varphi) = \ln\left(\tan\left(\frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{4}\right)\right)$$

Gerhard Mercator
1512-1594

Winkeltreu (conformal), Mercator, 1569

Loxodrome:

Kurve mit konstantem Winkel $\alpha$ gegenüber Meridianen



$\alpha = 80°$

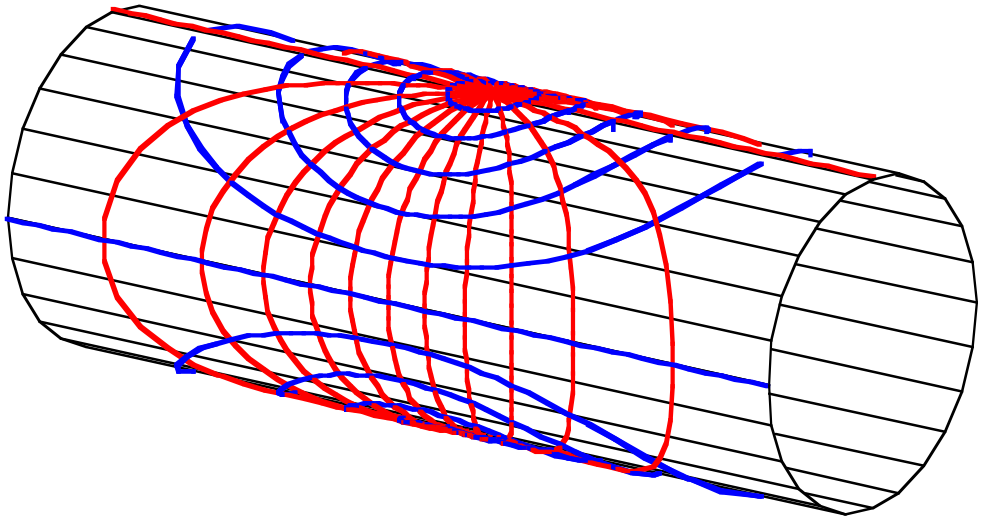
Aufgabe 4.4

Auf welchen Kartentypen erscheinen folgende Kurven als Geraden?

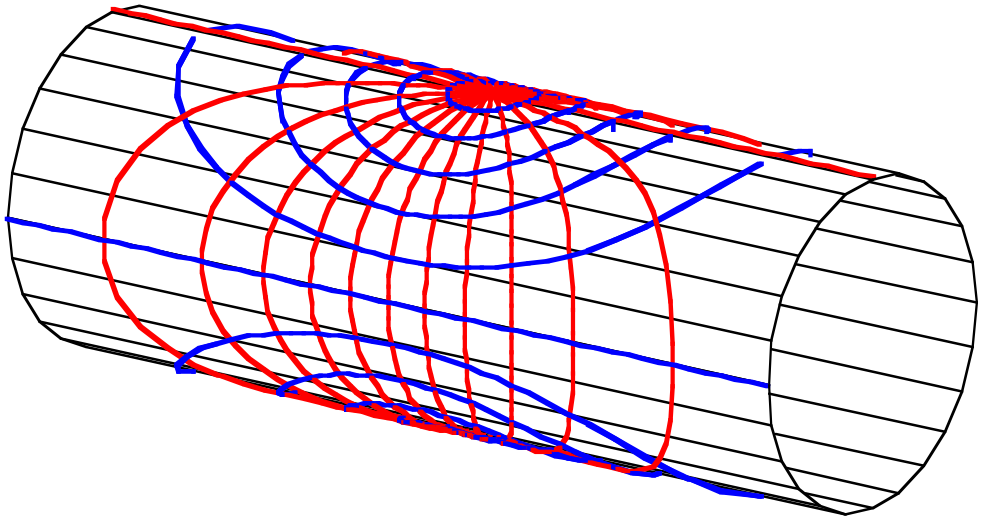
- Großkreise
- Meridiane
- Breitenkreise
- Meridiane und Breitenkreise
- Loxodromen (Kurven konstanten Kurses)

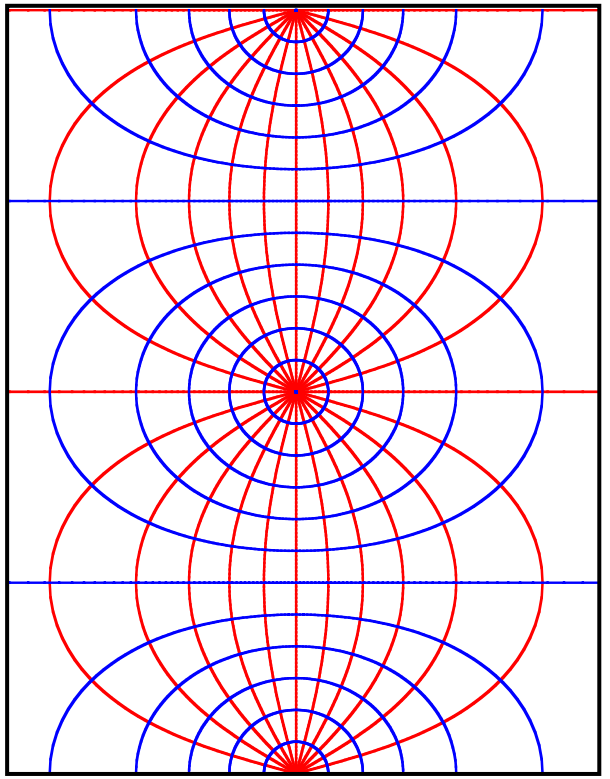
Aufgabe 4.4

# Querachsige Mercatorkarte

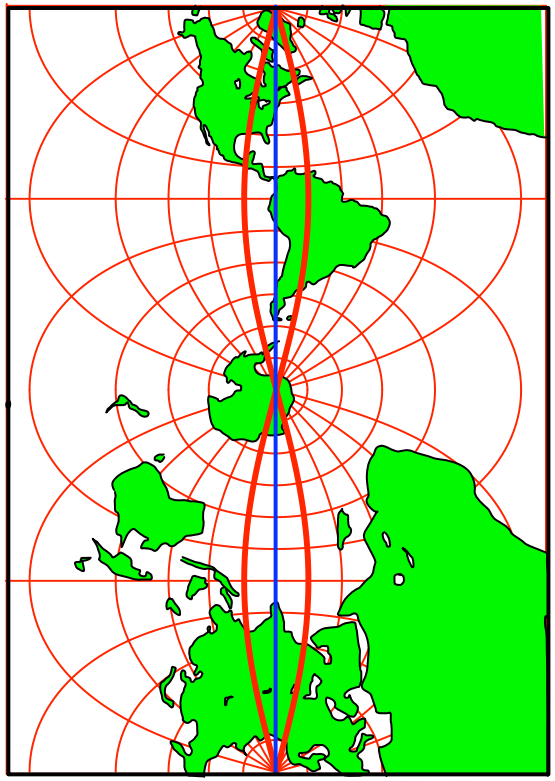


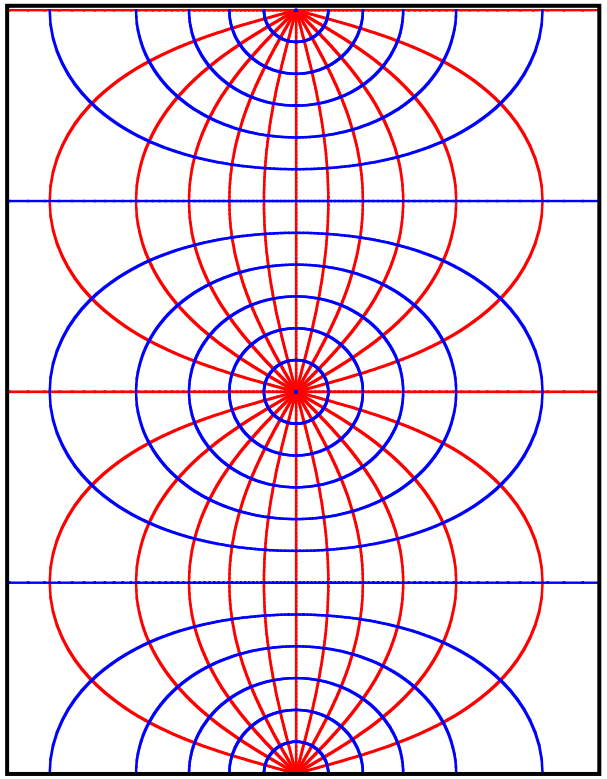
# Querachsige Mercatorkarte



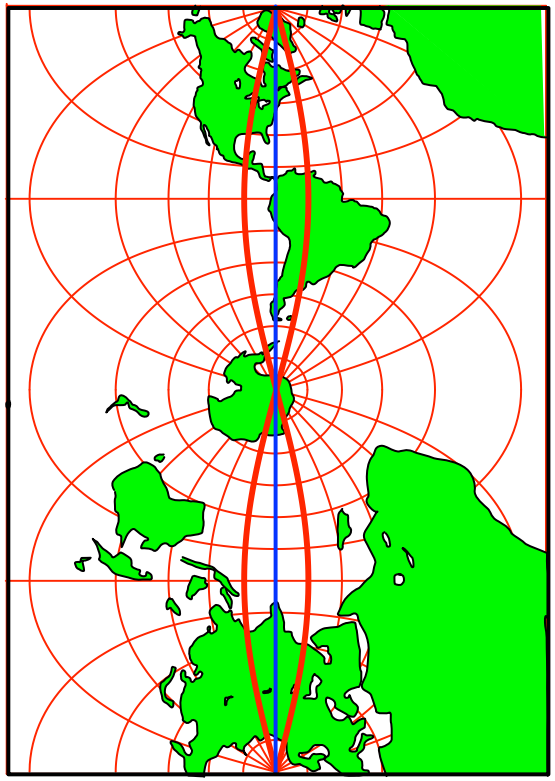


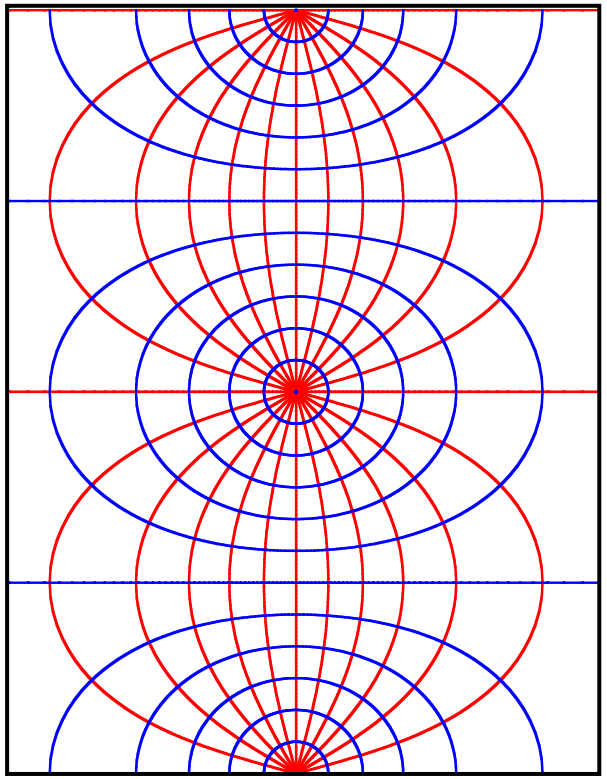
# Querachsige Mercatorkarte





# Querachsige Mercatorkarte



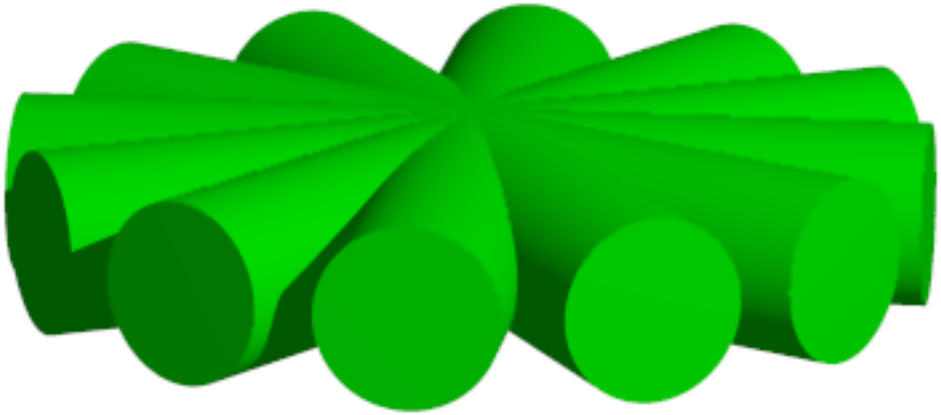


Bezugsmeridiane

30°-Segmente

Querachsige Mercator-Karte(n)

Beispiel mit 6 Zylindern



Gauß-Krüger: Bezugsmeridiane 3° Abstand, 60 Zylinder
früher: Deutschland, Österreich

UTM (universale transversale Mercator-Karte):
Bezugsmeridiane 6° Abstand, 30 Zylinder
heute weit verbreitet

Querachsige Mercator-Karte(n)

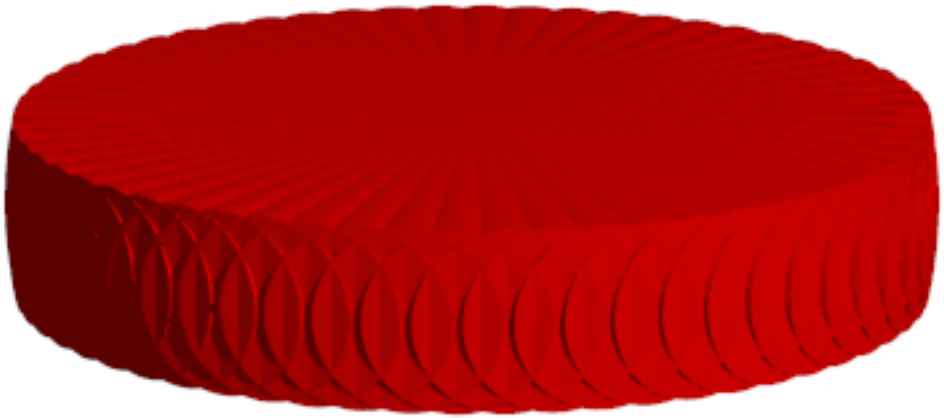
Beispiel mit 6 Zylindern

Gauß-Krüger: Bezugsmeridiane 3° Abstand, 60 Zylinder
früher: Deutschland, Österreich

UTM (universale transversale Mercator-Karte):
Bezugsmeridiane 6° Abstand, 30 Zylinder
heute weit verbreitet

Querachsige Mercator-Karte(n)

Beispiel mit 30 Zylindern

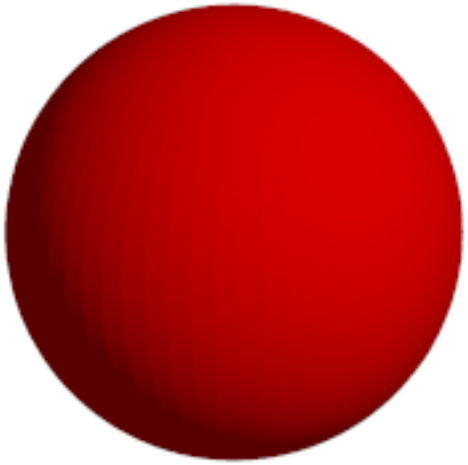


Gauß-Krüger: Bezugsmeridiane 3° Abstand, 60 Zylinder
früher: Deutschland, Österreich

UTM (universale transversale Mercator-Karte):
Bezugsmeridiane 6° Abstand, 30 Zylinder
heute weit verbreitet

Querachsige Mercator-Karte(n)

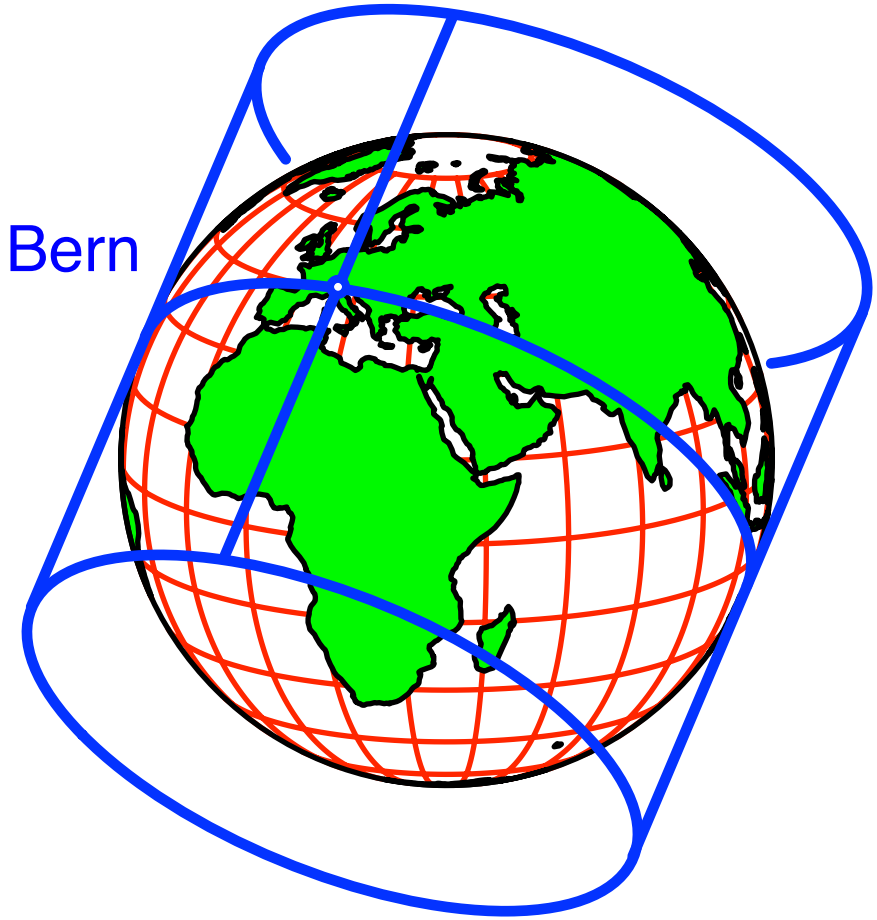
Beispiel mit 30 Zylindern



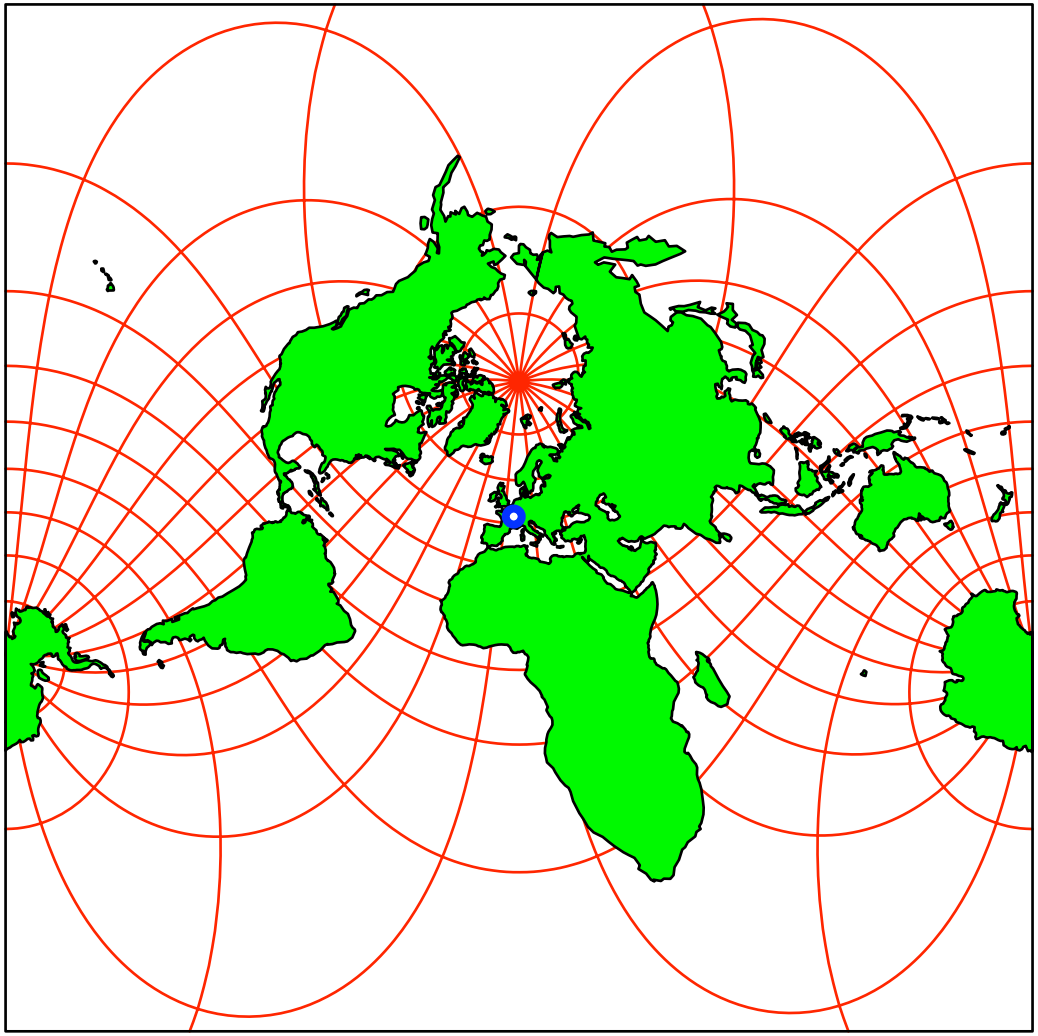
Gauß-Krüger: Bezugsmeridiane 3° Abstand, 60 Zylinder
früher: Deutschland, Österreich

UTM (universale transversale Mercator-Karte):
Bezugsmeridiane 6° Abstand, 30 Zylinder
heute weit verbreitet

# Sonderfall Schweiz: Schiefachsige Mercator-Karte

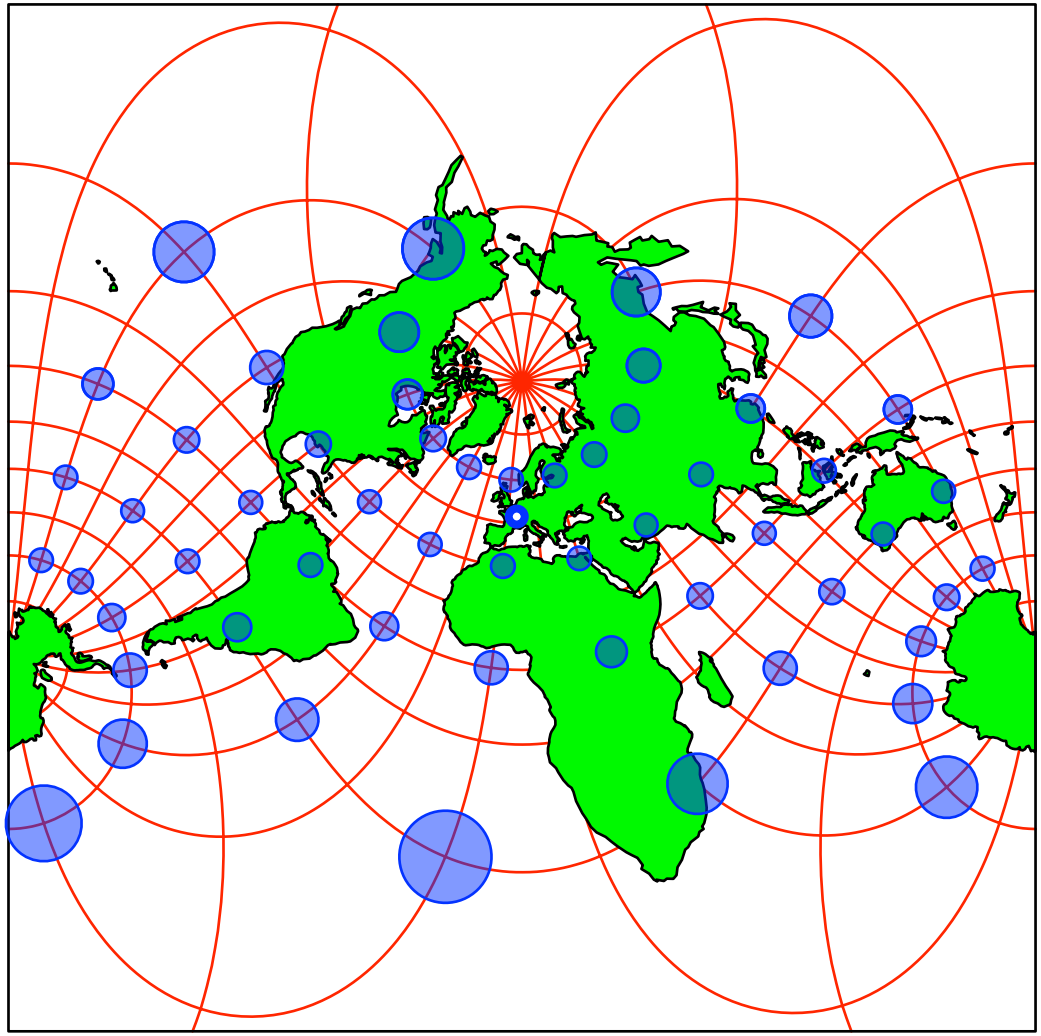


# Sonderfall Schweiz: Schiefachsige Mercator-Karte



Die Schweizerkarte, global erweitert

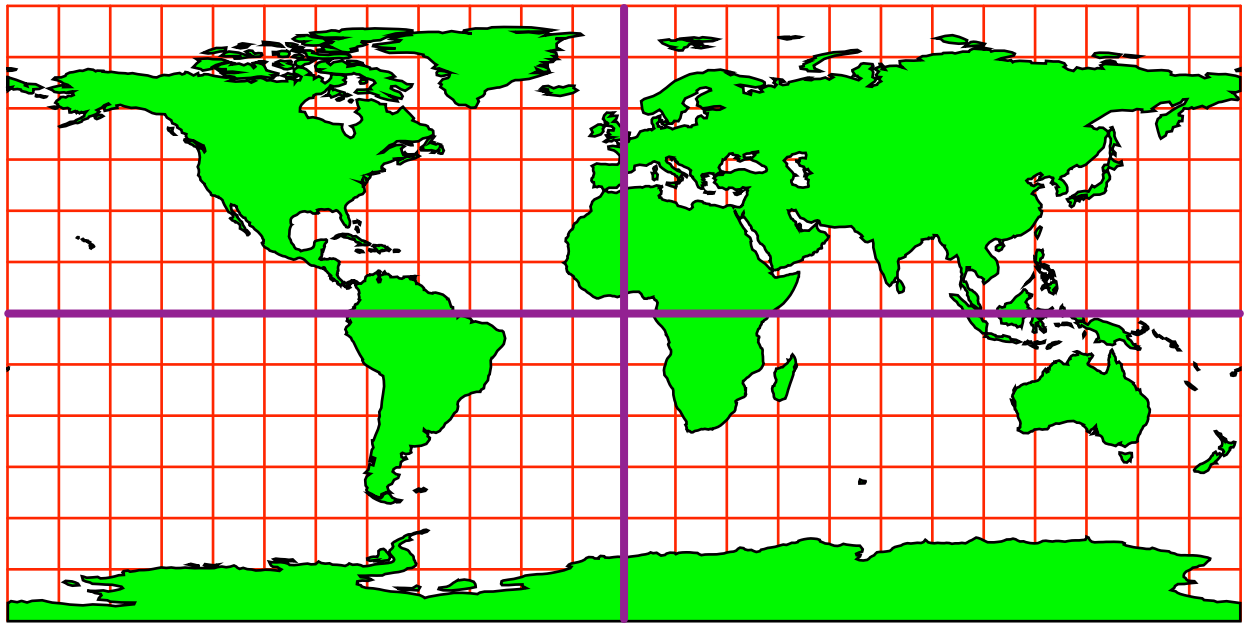
# Sonderfall Schweiz: Schiefachsige Mercator-Karte



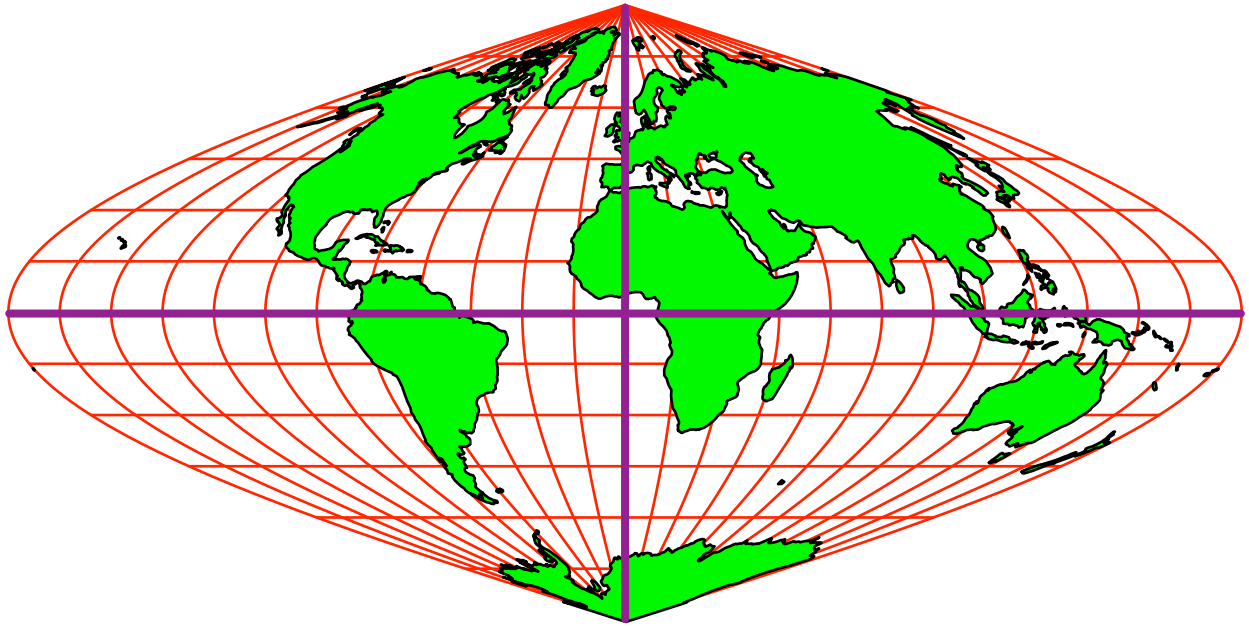
Die Schweizerkarte, global erweitert

Flächentreue Karte von Mercator / Sanson

# Plattkarte

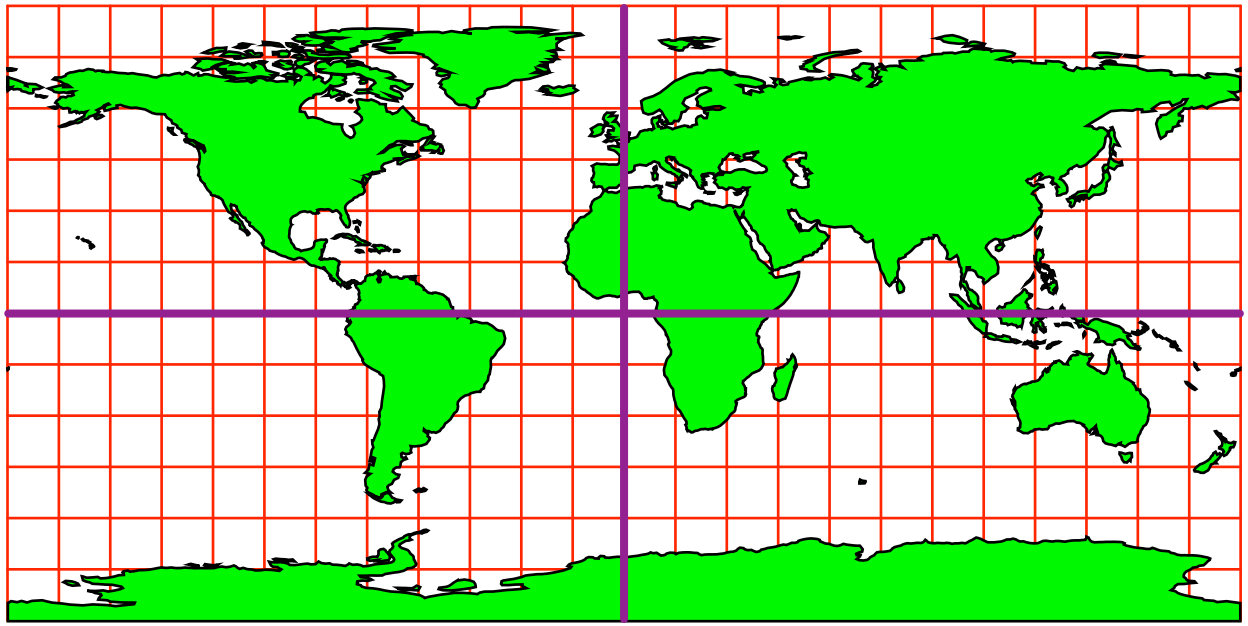


an den Polen zu Punkt einbrutzeln

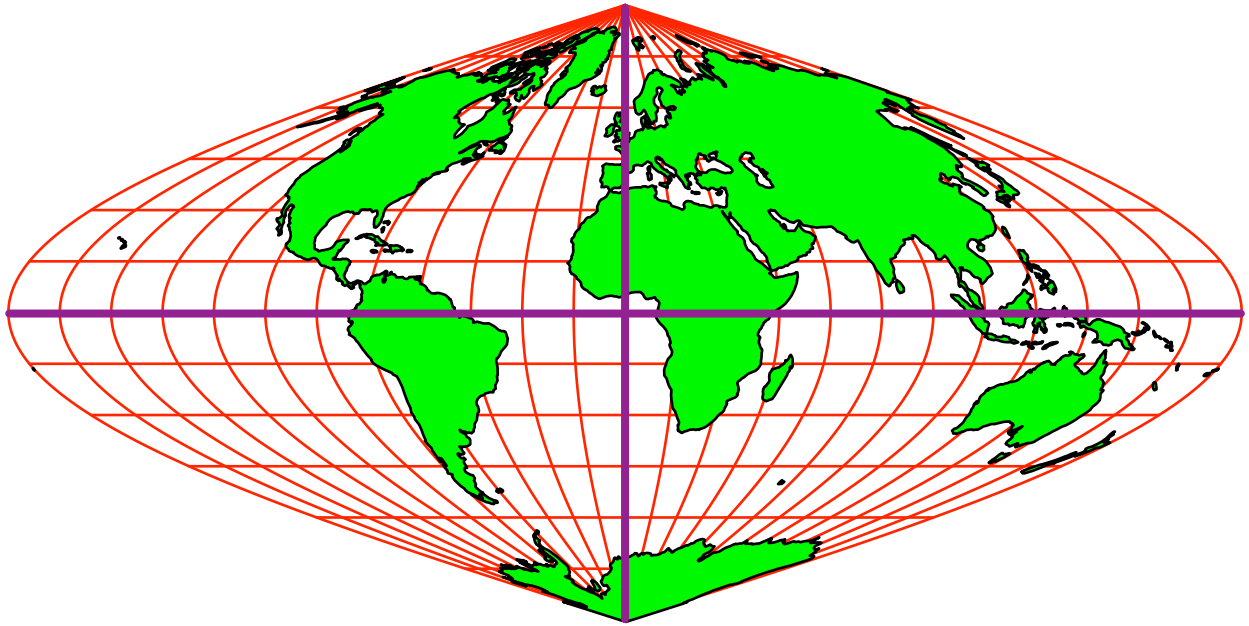


an den Polen zu Punkt einbrutzeln

# Plattkarte

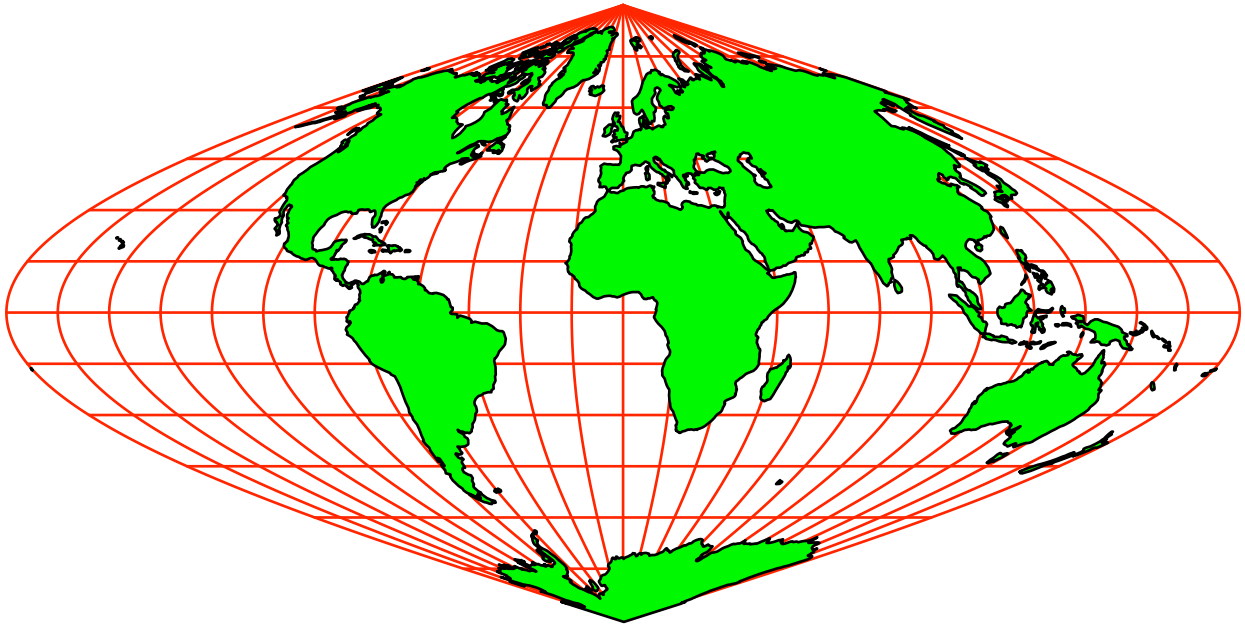


an den Polen zu Punkt einbrutzeln



an den Polen zu Punkt einbrutzeln

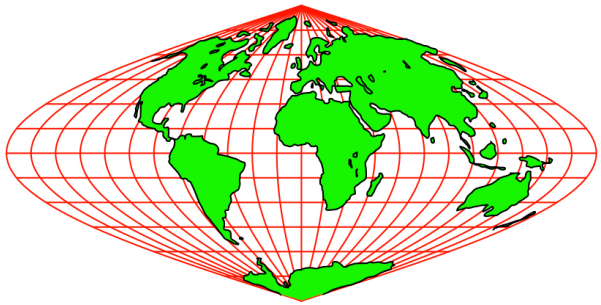
# Flächentreue Karte von Mercator / Sanson

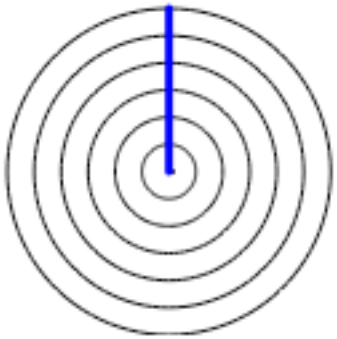


Auch als *sinusoidale Projektion* bezeichnet

Erinnerung an die Schule

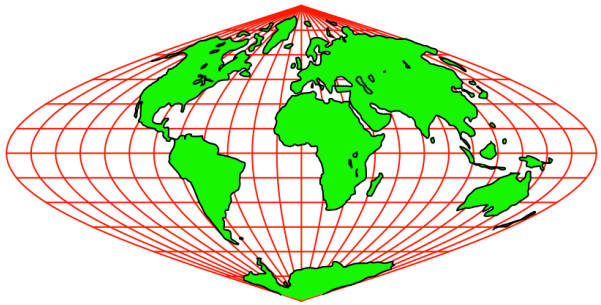
Kreis und Dreieck

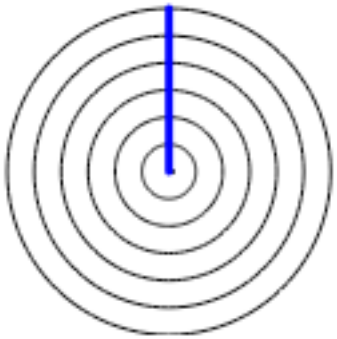




Erinnerung an die Schule

Kreis und Dreieck





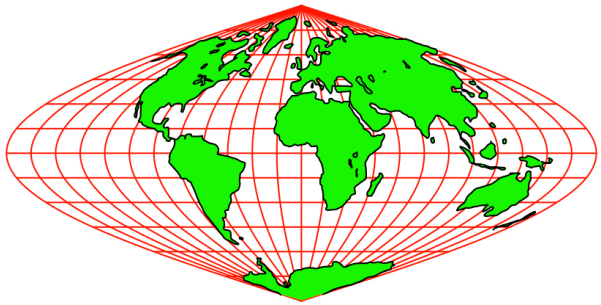
$$\text{Grundlinie} = 2r\pi$$

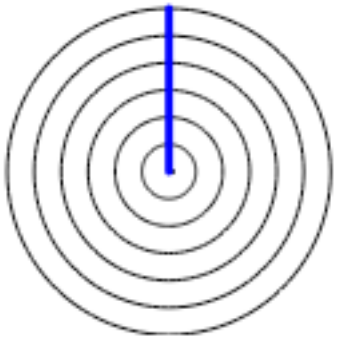
$$\text{Höhe} = r$$

$$\text{Flächeninhalt} = \frac{2r\pi \cdot r}{2} = r^2\pi$$

Erinnerung an die Schule

Kreis und Dreieck





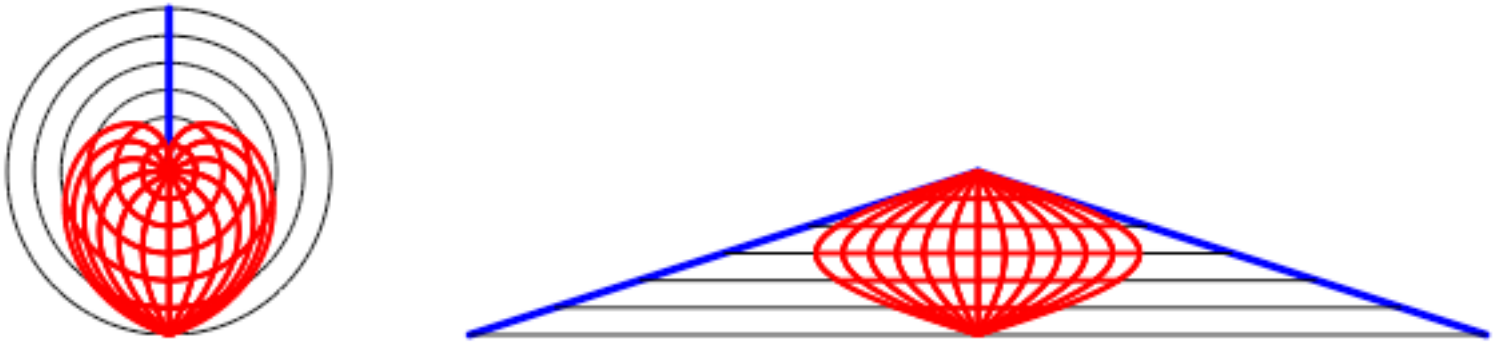
$$\text{Grundlinie} = 2r\pi$$

$$\text{Höhe} = r$$

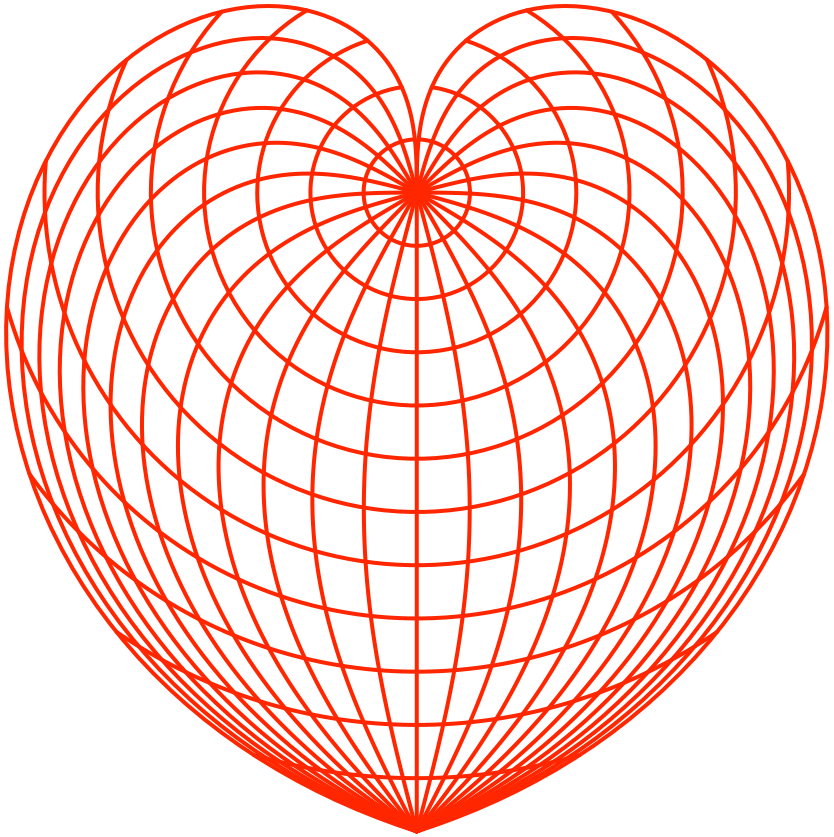
$$\text{Flächeninhalt} = \frac{2r\pi \cdot r}{2} = r^2\pi$$

Erinnerung an die Schule

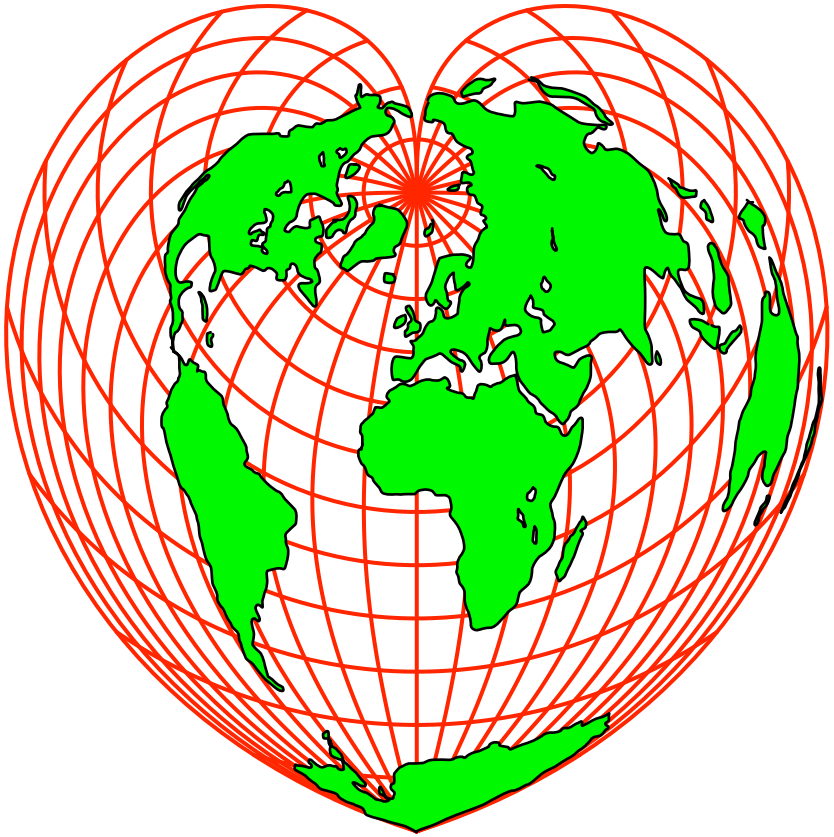
Kreis und Dreieck



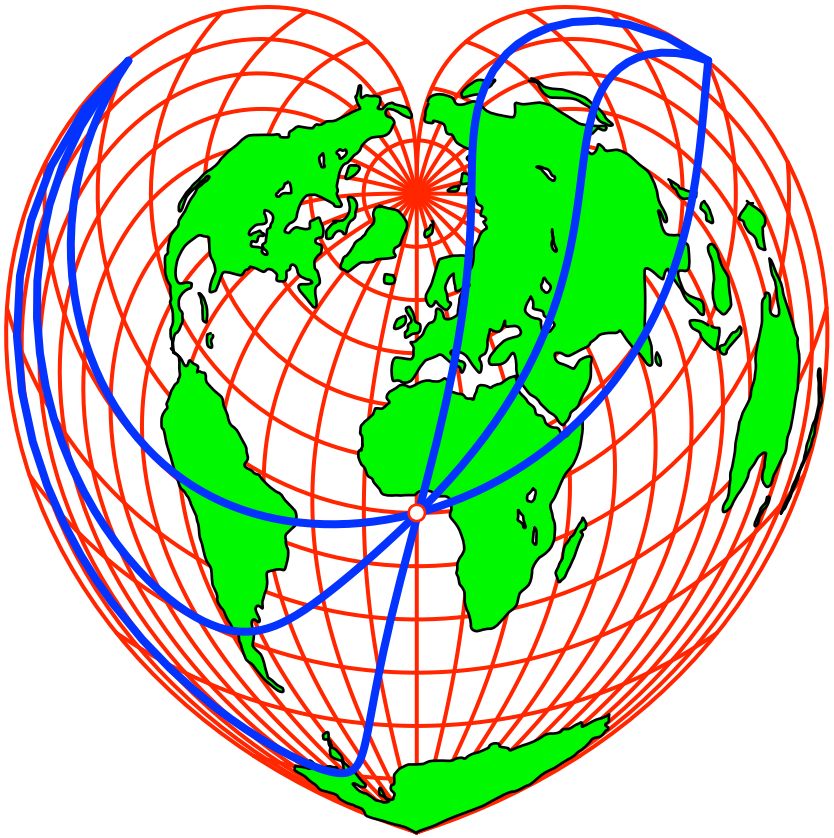
Flächentreu (equivalent), Herzkarte von Stab / Werner 1514



# Flächentreu (equivalent), Herzkarte von Stab / Werner 1514



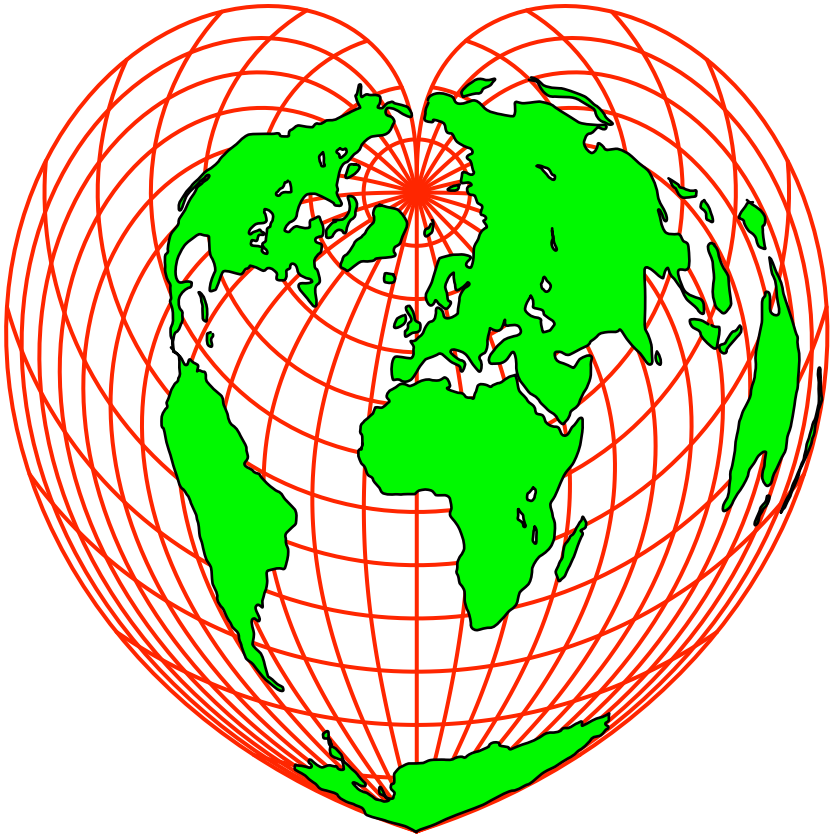
# Flächentreu (equivalent), Herzkarte von Stab / Werner 1514



Flächentreu (equivalent), Herzkarte von Stab / Werner 1514

Johannes Stabius
vor 1468 - 1522

# Flächentreu (equivalent), Herzkarte von Stab / Werner 1514



Aufgabe 4.1

Versuchen Sie, ein Klassifizierungsschema für die verschiedenen gängigen globalen Kartenprojektionen aufzustellen.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, Sie müssen sich irgendwie entscheiden.

Aufgabe 4.1

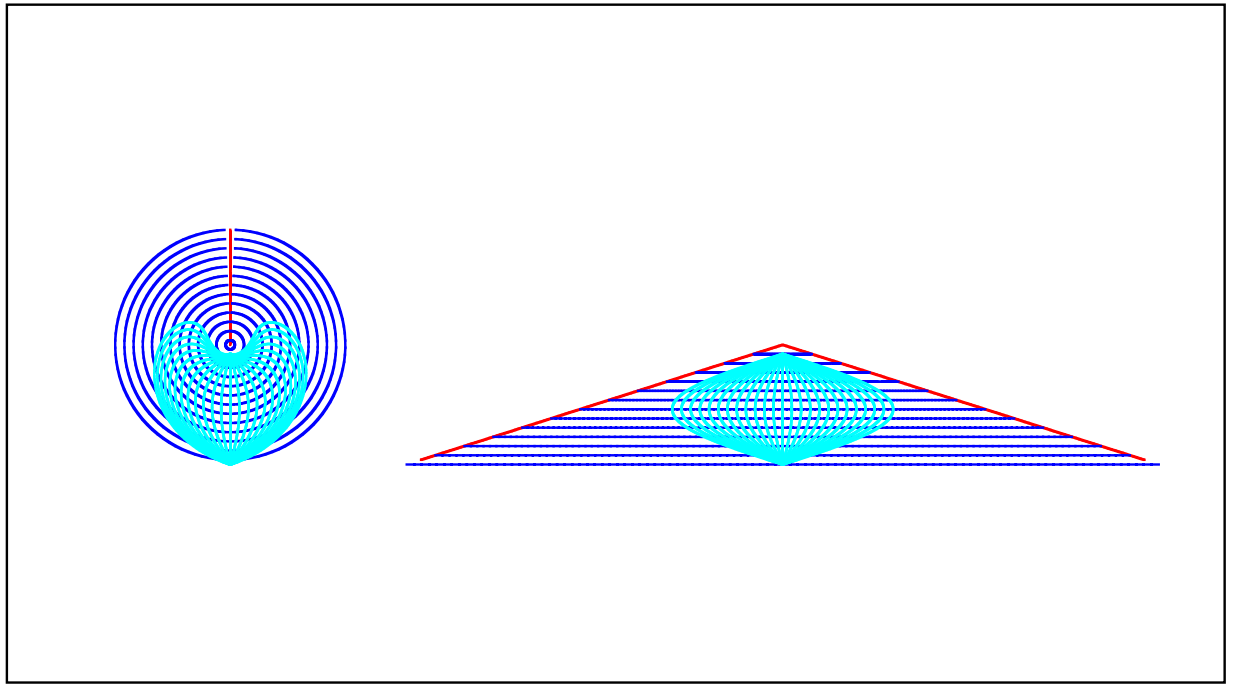
Versuchen Sie, ein Klassifizierungsschema für die verschiedenen gängigen globalen Kartenprojektionen aufzustellen.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, Sie müssen sich irgendwie entscheiden.

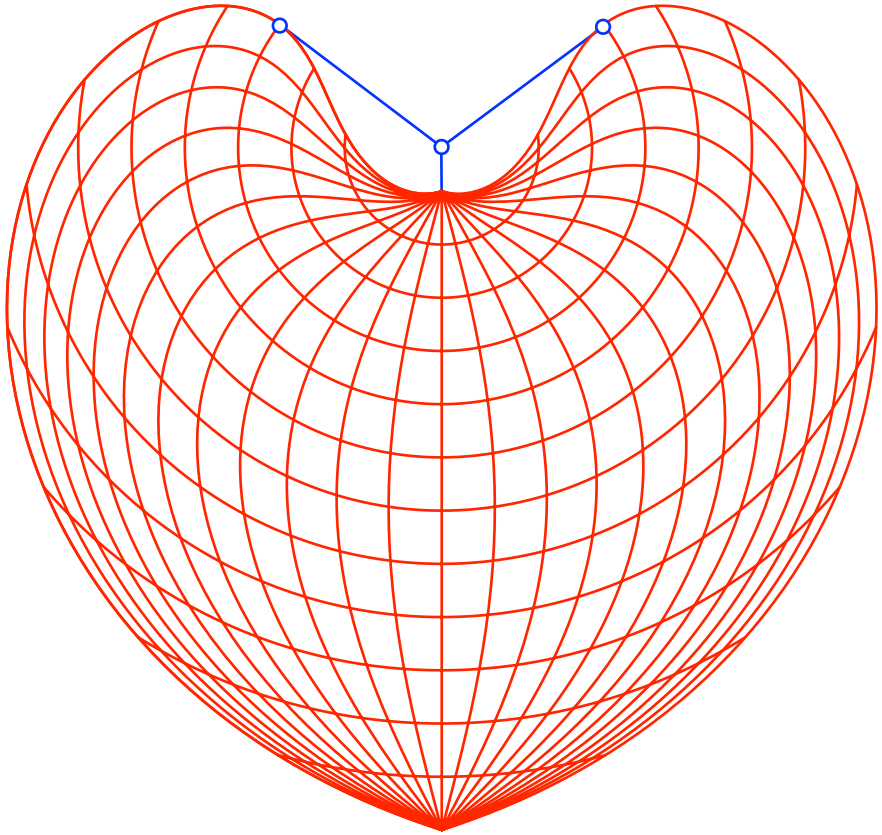
Eine beinahe uferlose Aufgabe

Aufgabe 4.1

# Etwas größeres Dreieck

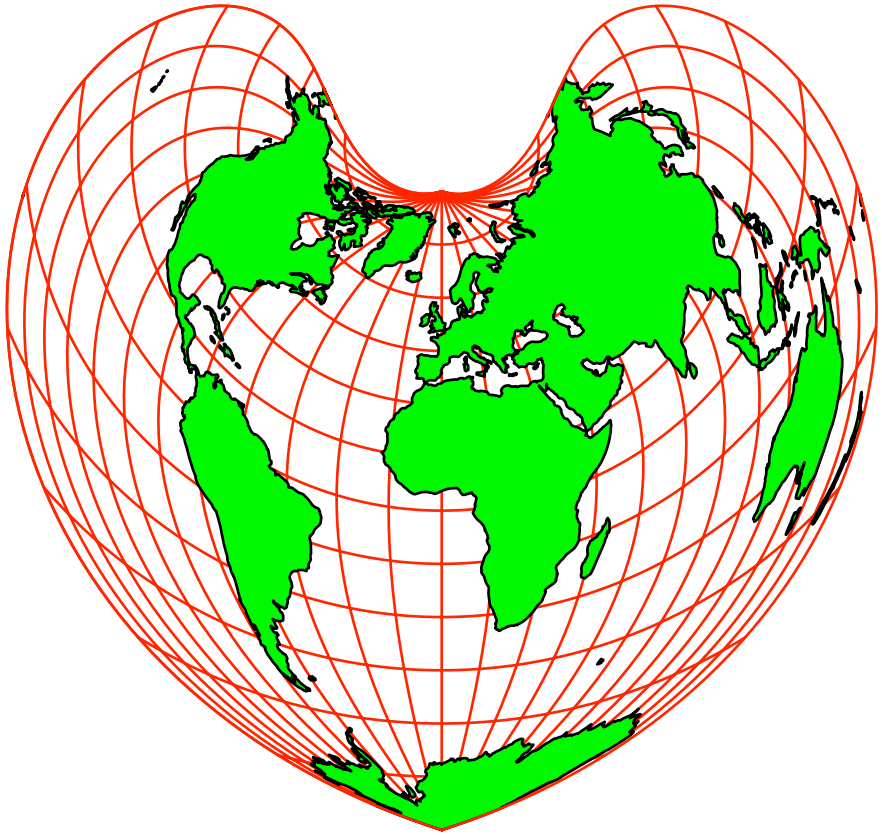


Etwas größeres Dreieck



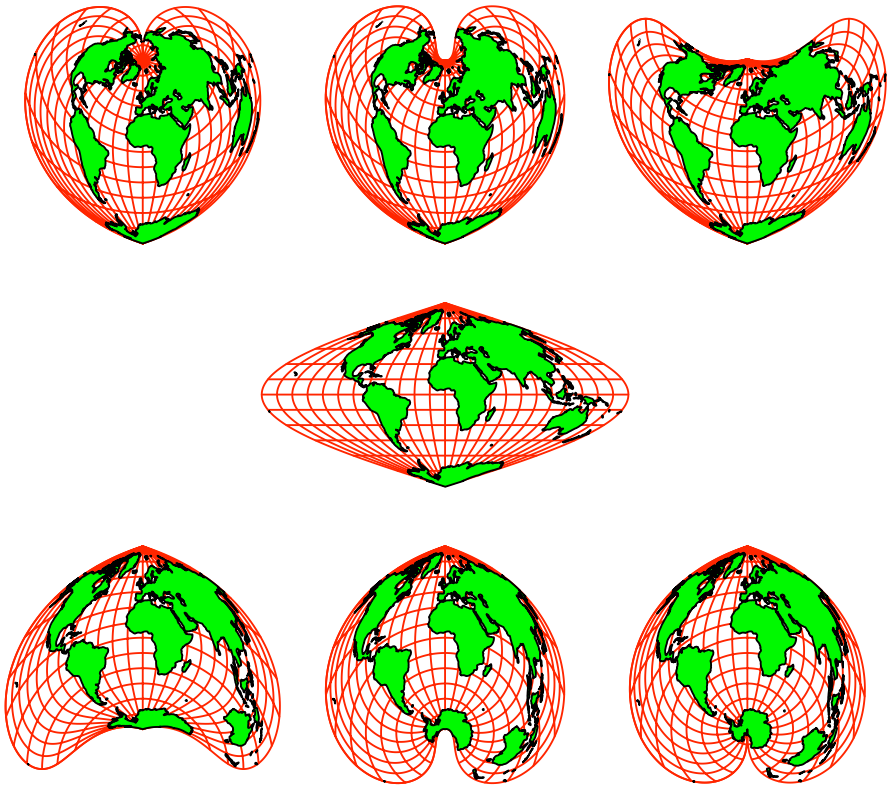
Karte von Bonne

Etwas größeres Dreieck

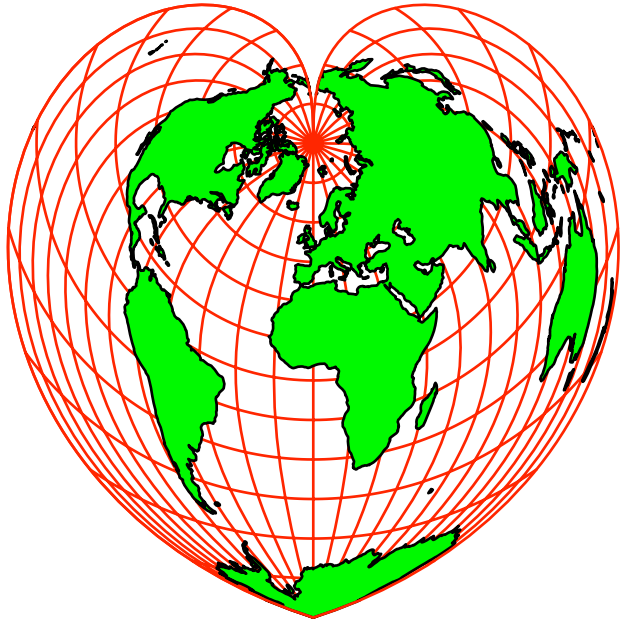


Karte von Bonne

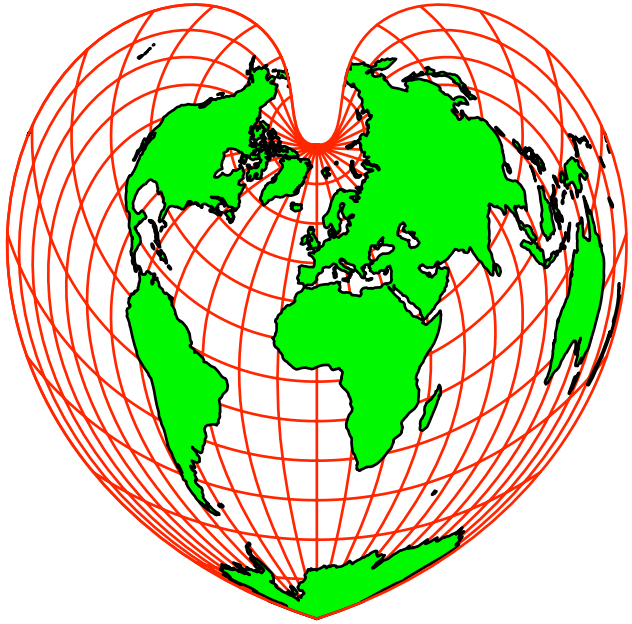
# Bildsequenz



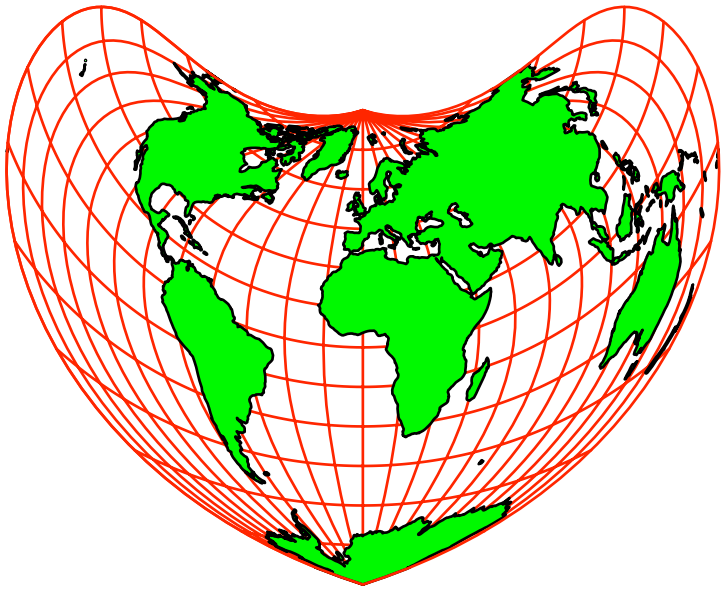
# Bildsequenz



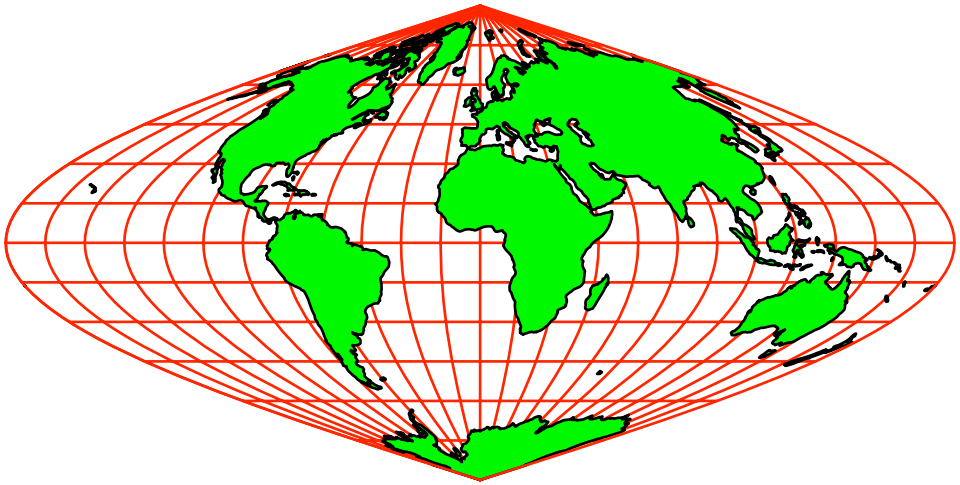
# Bildsequenz



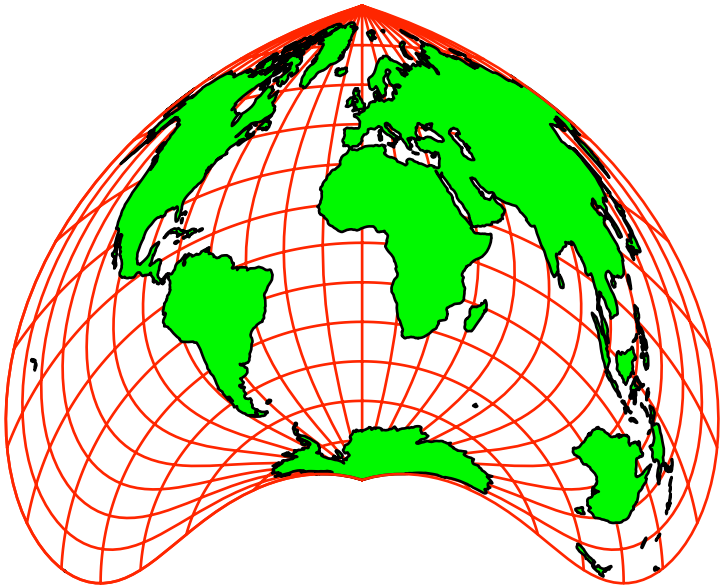
# Bildsequenz



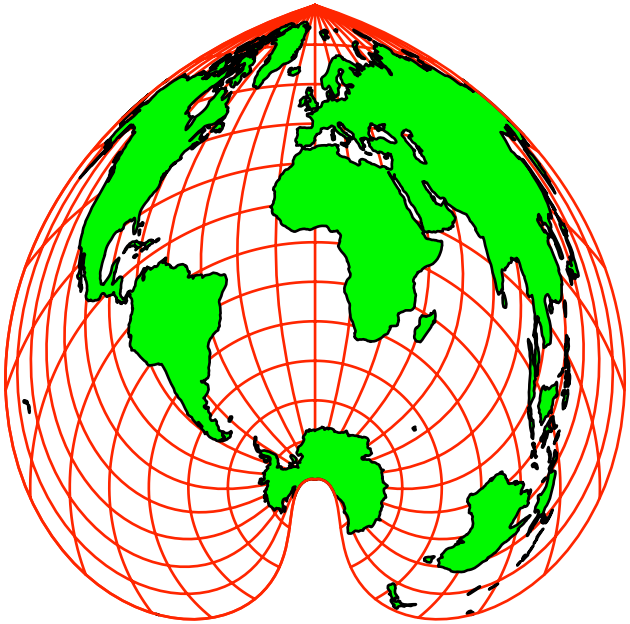
# Bildsequenz



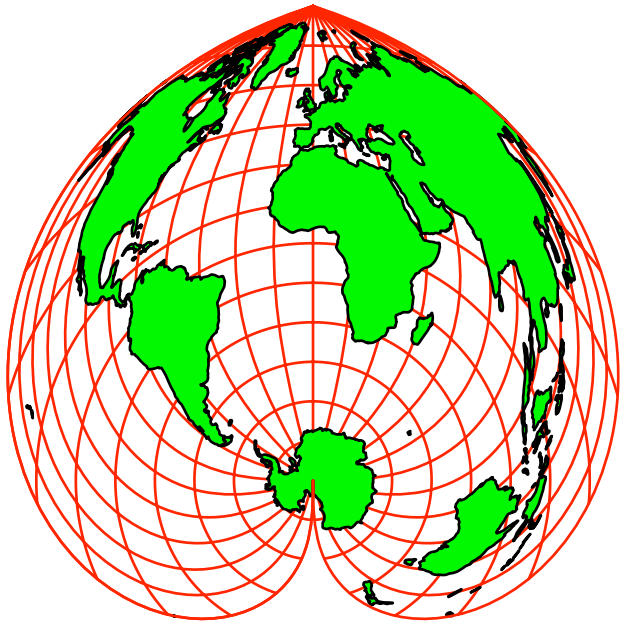
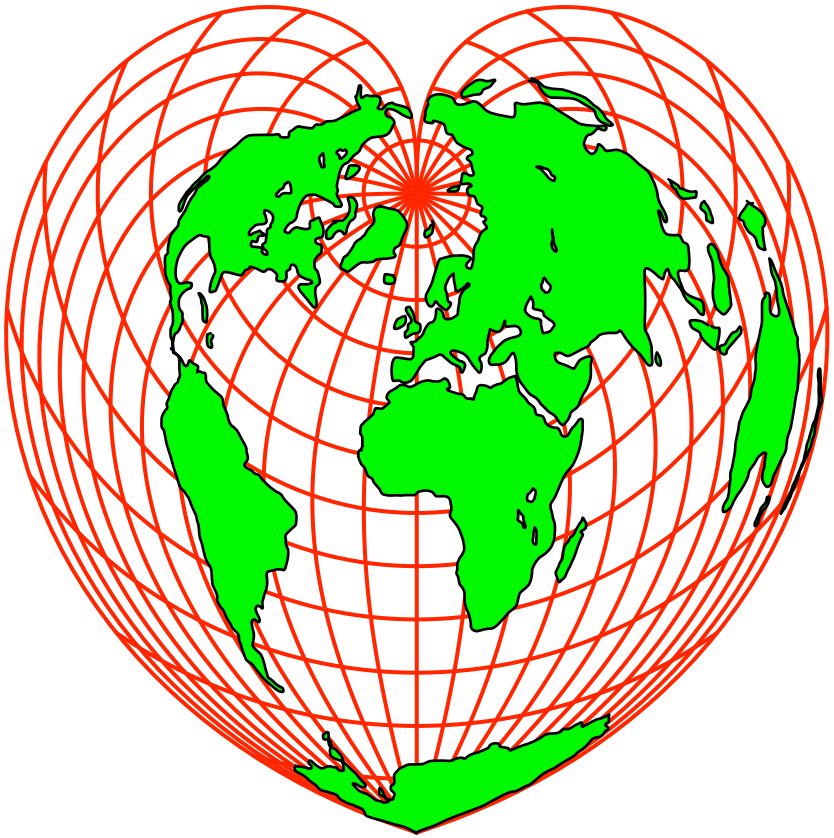
# Bildsequenz



# Bildsequenz



# Bildsequenz



Danke