Wie sollten Geoobjekte benannt werden?

Was macht einen guten Objektnamen aus?

- Gemäß existierend Konventionen
- Möglichst **deskriptiv** („beschreibend“)
- Möglichst **eindeutig**

- ➢ **Für Dritte interpretierbar!**
- ➢ **Übersichtlichkeit der verwendeten Datenquelle!**
- ➢ **Nutzen Sie die Alias-Möglichkeit, wenn der eigentliche Objektname Beschränkungen aufweist (z.B. Geodatenbanken in ArcGIS verbieten bestimmte Sonderzeichen und Leerzeichen)**

Sollte der Objekttyp teil des Objektnamens sein?

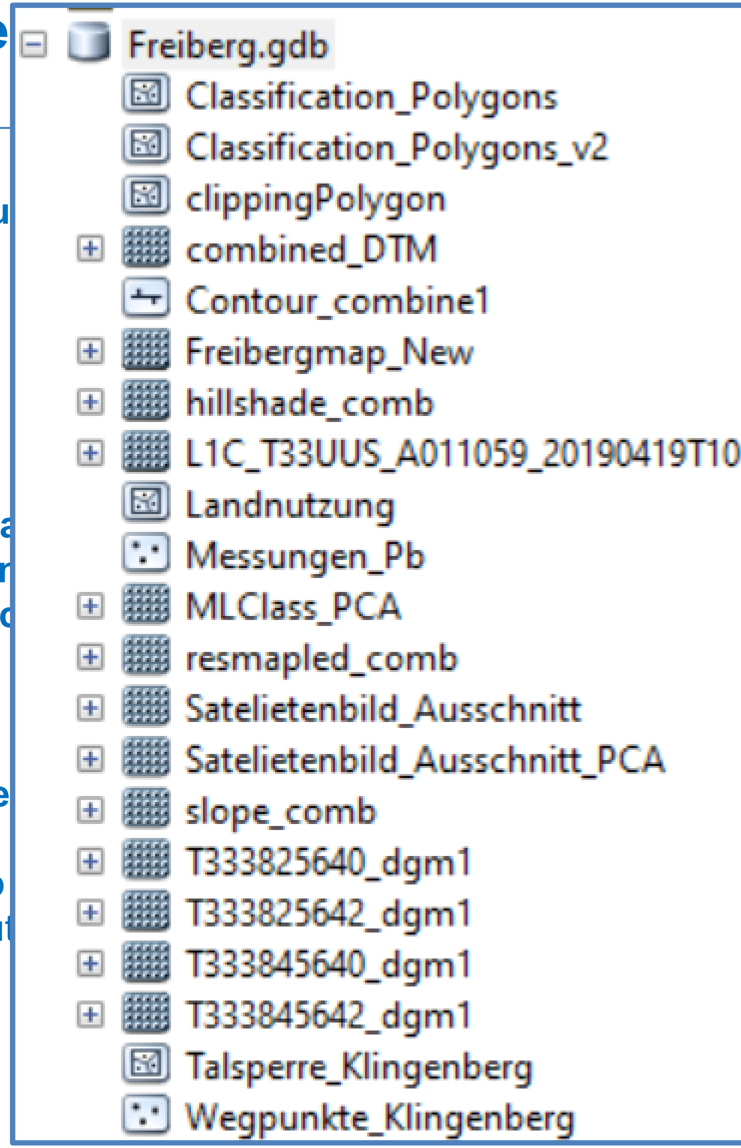
- **Nein**, für Objekte, welche nur innerhalb klassischer GIS-Projekte verwendet wird
  - ➢ GIS-Software erkennt den Typ automatisch und visualisiert diesen

Wie sollten Geoobje

Was macht einen guten Objektnamen au

- Gemäß existierend Konventionen
- Möglichst **deskriptiv** („beschreibend“)
- Möglichst **eindeutig**

➢ **Für Dritte interpretierbar!**
➢ **Übersichtlichkeit der verwendeten Da**
➢ **Nutzen Sie die Alias-Möglichkeit, wer ungen aufweist (z.B. Geodatenbanken in Arc und Leerzeichen)**



Sollte der Objekttyp teil des Objektname

- **Nein**, für Objekte, welche nur innerhalb
    ➢ GIS-Software erkennt den Typ aut

Wie sollten Geoobjekte benannt werden?

Was macht einen guten Objektnamen aus?

- Gemäß existierend Konventionen
- Möglichst **deskriptiv** („beschreibend“)
- Möglichst **eindeutig**

- ➢ **Für Dritte interpretierbar!**
- ➢ **Übersichtlichkeit der verwendeten Datenquelle!**
- ➢ **Nutzen Sie die Alias-Möglichkeit, wenn der eigentliche Objektname Beschränkungen aufweist (z.B. Geodatenbanken in ArcGIS verbieten bestimmte Sonderzeichen und Leerzeichen)**

Sollte der Objekttyp teil des Objektnamens sein?

- **Nein**, für Objekte, welche nur innerhalb klassischer GIS-Projekte verwendet wird.
  - ➢ GIS-Software erkennt den Typ automatisch und visualisiert diesen.

- Für Objekte, welche auch außerhalb von dezidierter GIS-Software verwendet werden, kann die Angabe des Typs im Name ggf. sinnvoll sein.

Wie sollten Geoobjekte benannt werden?

Was macht einen guten Objektnamen aus?

- Gemäß existierend Konventionen
- Möglichst **deskriptiv** („beschreibend“)
- Möglichst **eindeutig**

➢ **Für Dritte interpretierbar!**
➢ **Übersichtlichkeit der verwendeten Datenquelle!**
➢ **Nutzen Sie die Alias-Möglichkeit, wenn der eigentliche Objektname Beschränkungen aufweist (z.B. Geodatenbanken in ArcGIS verbieten bestimmte Sonderzeichen und Leerzeichen)**

Sollte der Objekttyp teil des Objektnamens sein?

- **Nein**, für Objekte, welche nur innerhalb klassischer GIS-Projekte verwendet wird.
  ➢ GIS-Software erkennt den Typ automatisch und visualisiert diesen.

- Für Objekte, welche auch außerhalb von dezidierter GIS-Software verwendet werden, kann die Angabe des Typs im Name ggf. sinnvoll sein.

Objektbenennung ist nicht statisch, d.h. im Laufe der Bearbeitung ist es möglich, ein Objekt umzubenennen!

Übersicht

1. Definitionen, Funktionen, Anwendungen (Vorlesung 1)
2. **Koordinatensysteme und -transformationen**
3. Räumliche Datenmodellierung
4. Vermaschungen
5. Räumliche Interpolation
6. Transformationen, Filtermethoden, Sonstiges

Raumbezug

Jedes Geoobjekt muss einen **Raumbezug** aufweisen. Die Zuweisung eines Raumbezuges durch einen Anwender zu einem Geoobjekt wird als **Georeferenzierung** (im engeren Sinne) bezeichnet.

Raumbezug

Jedes Geoobjekt muss einen **Raumbezug** aufweisen. Die Zuweisung eines Raumbezuges durch einen Anwender zu einem Geoobjekt wird als **Georeferenzierung** (im engeren Sinne) bezeichnet.

Direkter Raumbezug (primäre Metrik):
- Der Raumbezug über die Angabe zwei- oder dreidimensionalen Koordinaten hergestellt.
- Die Koordinaten beziehen sich auf ein bestimmtes Referenzsystem (*spatial reference*).
  - Lokal: Pixel-Koordinaten in Raster, Lokale Koordinaten relativ zu Referenzpunkt
  - Global: Koordinaten bzgl. Globalem Referenzsystem (UTM, Gauss-Krüger …)
- Distanzen zwischen Objekten können leicht berechnet werden.

Raumbezug

Jedes Geoobjekt muss einen **Raumbezug** aufweisen. Die Zuweisung eines Raumbezuges durch einen Anwender zu einem Geoobjekt wird als **Georeferenzierung** (im engeren Sinne) bezeichnet.

Direkter Raumbezug (primäre Metrik):

- Der Raumbezug über die Angabe zwei- oder dreidimensionalen Koordinaten hergestellt.
- Die Koordinaten beziehen sich auf ein bestimmtes Referenzsystem (*spatial reference*).
    - Lokal: Pixel-Koordinaten in Raster, Lokale Koordinaten relativ zu Referenzpunkt
    - Global: Koordinaten bzgl. Globalem Referenzsystem (UTM, Gauss-Krüger …)
- Distanzen zwischen Objekten können leicht berechnet werden.

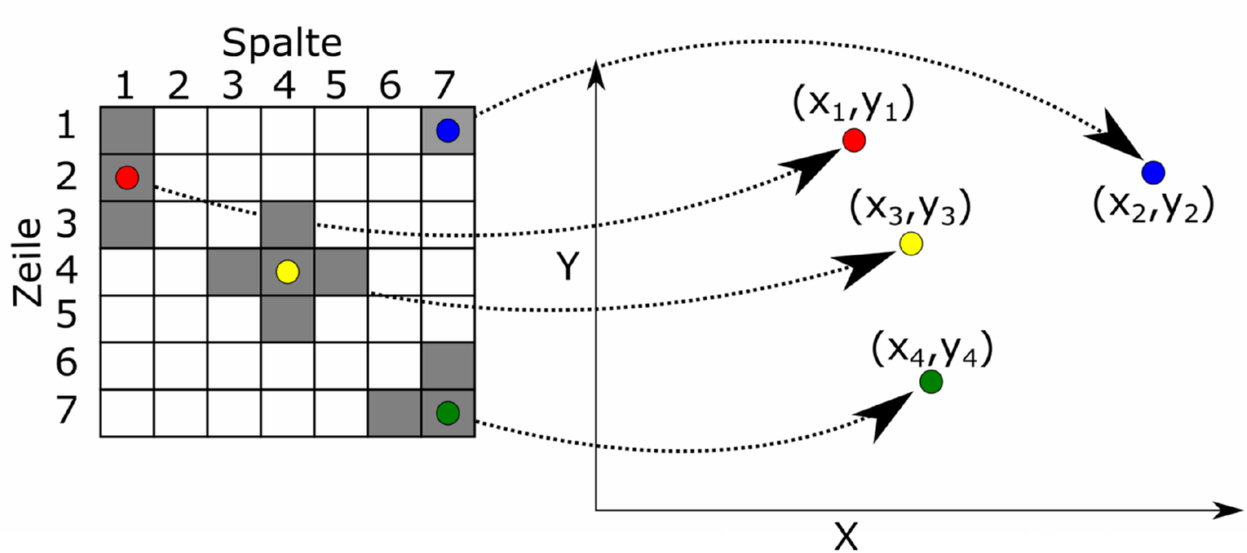
Indirekter Raumbezug (sekundäre Metrik):

- Raumbezug ist über qualitativen Größen angegeben, z.B.
    - Kennziffern (Postleitzahlen, Flurstücksnummern)
    - Namen von Orten / Gebieten
    - Adressen
    - …
- Distanzen zwischen Objekten können nur schwer berechnet werden
    - ➢ **Umwandlung in primäre Metrik!**

Georeferenzierung / Geokodierung

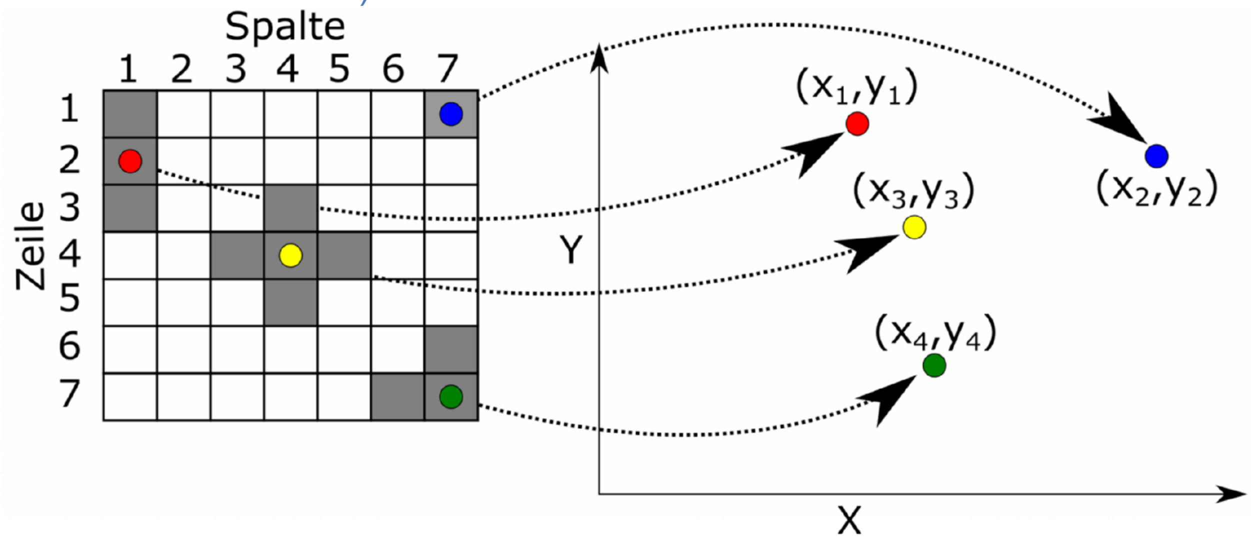
Im engeren Sinne bezeichnet **Georeferenzierung** die Zuweisung eines Raumbezuges zu einem Datensatz und **Geokodierung** die Überführung zwischen Koordinatensystemen.

Georeferenzierung umfasst (im weiteren Sinne; im ArcGIS-Kontext) den Workflow, welcher den externen Raumbezug der zu verwendenden Daten in den Raumbezug des GIS-Projektes umwandelt. Es muss der externe Raumbezug (z.B. geographische Koordinaten (λ,φ) oder Pixel in einem Luftbild) in ein üblicherweise durch (x,y)-Koordinaten gegebenen Raumbezug des GIS Projektes (lokales Koordinatensystem) überführt werden.



Georeferenzierung / Geokodierung

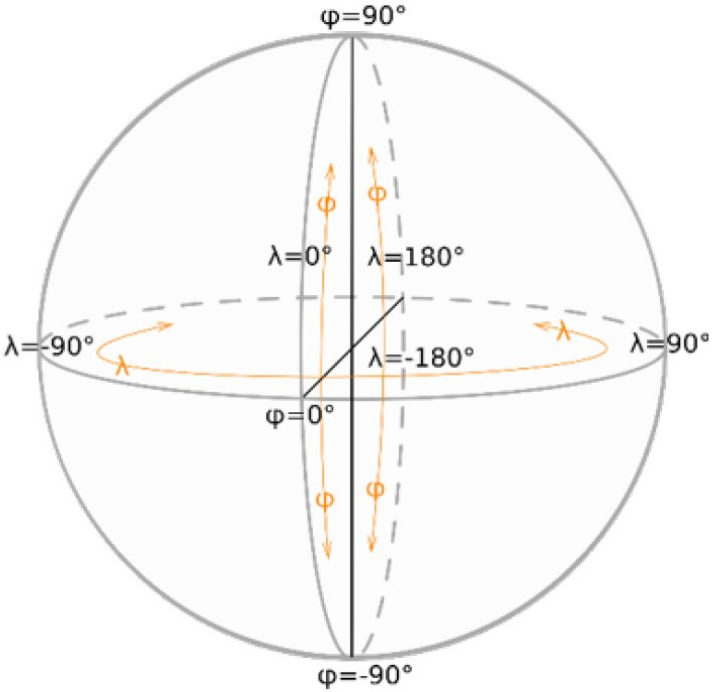
Eine der grundlegenden Aufgaben in einem GIS Projekt ist die Geokodierung, d.h. die Überführung des Raumbezuges aller Eingangsdatensätze in den gemeinsamen Raumbezug des GIS-Projektes. Dies ist notwendig, um verschiedene Datensätze räumlich miteinander vergleichen und kombinieren zu können (z.B. Luftbildaufnahme, Topographische Karte, geochemische Punktdaten).



Ein **erstes Problem**: Wie bekomme ich die kugelförmige Erde auf die Ebene projiziert?

Kartenprojektion

- Jeder Punkt im Raum kann durch 3 kartesische Koordinaten x,y,z gegeben werden
- Problem 1: eine Karte ist üblicherweise 2-D
- Problem 2: die Erde ist annähernd kugelförmig



Transformation zwischen sphärischen Koordinaten (r, ϑ, φ) und kartesischen Koordinaten (x, y, z)

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r\cos(\lambda) sin(\varphi) \\ r\ sin(\lambda)\ sin(\varphi) \\ r\ cos(\varphi) \end{pmatrix}$$

für $r>0$, $0 \leq \lambda < 2\pi$, und $0 \leq \varphi \leq \pi$.

Umwandlung der Einheiten in “Grad”:
$-180° \leq \lambda < 180°$ und $-90° \leq \varphi \leq 90°$.

Um es 2D darstellen zu können brauchen wir eine Referenzfläche.

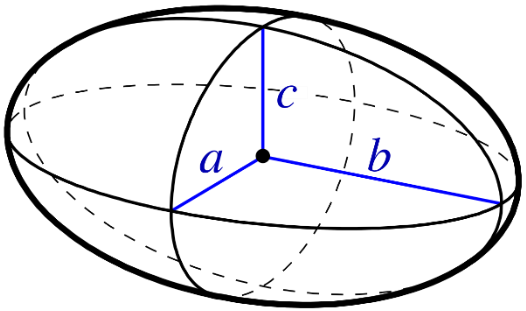
Kartenprojektion

Übliche Referenzflächen:

- Ellipsoid:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$$

- **Rotationsellipsoid**: $a = b; c$
    - Abplattung $f = \frac{a-c}{c}$
- Kugel: r=a=b=c (z.B. r=6371.2km)



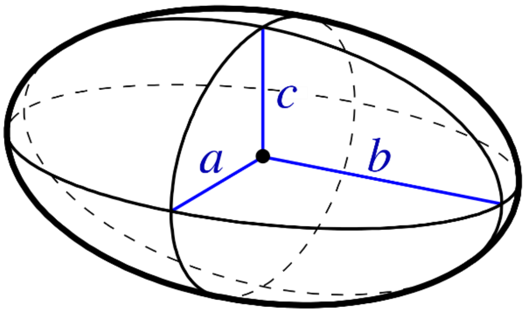
Kartenprojektion

Übliche Referenzflächen:

- Ellipsoid:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$$

- **Rotationsellipsoid**: $a = b; c$
  - Abplattung $f = \frac{a-c}{c}$
- Kugel: r=a=b=c (z.B. r=6371.2km)



Wichtige Referenzellipsoide sind z.B.

Name	a, b (in km)	c (in km)
WGS84 (1984, Nutzung für GPS)	6378.137	6356.752
Bessel (1841)	6377.379	6356.079
Hayford (1924)	6378.388	6356.912
Krassowskij (1940)	6378.245	6356.863

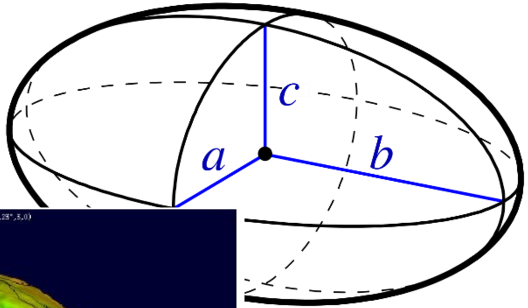
Kartenprojektion

Übliche Referenzflächen:

- Ellipsoid:

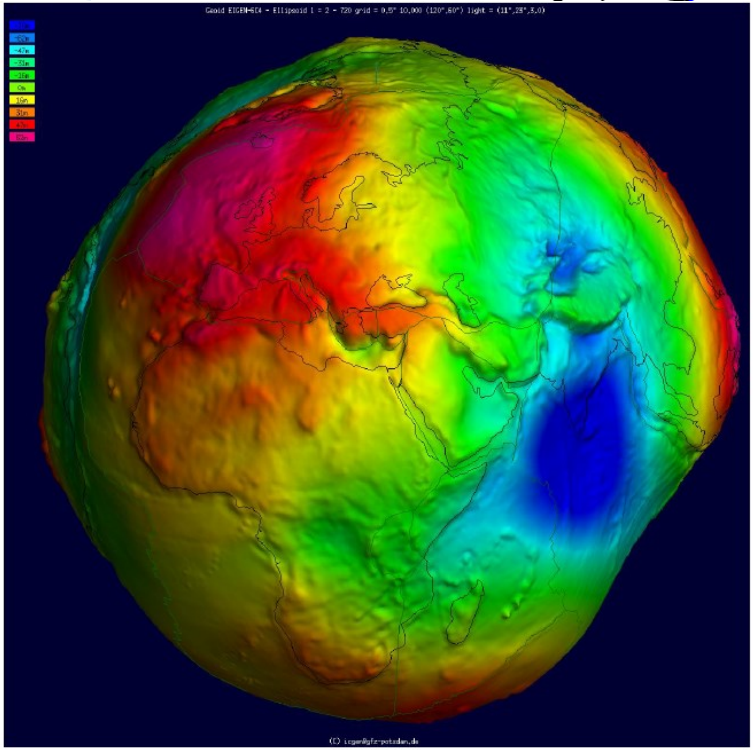
$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1$$

- **Rotationsellipsoid:**
  - Abplattung f =
- Kugel: r=a=b=c (z.B



Wichtige Referenzellips

Name		c (in km)
WGS84 (1984, Nutzu		6356.752
Bessel (1841)		6356.079
Hayford (1924)		6356.912
Krassowskij (1940)		6356.863

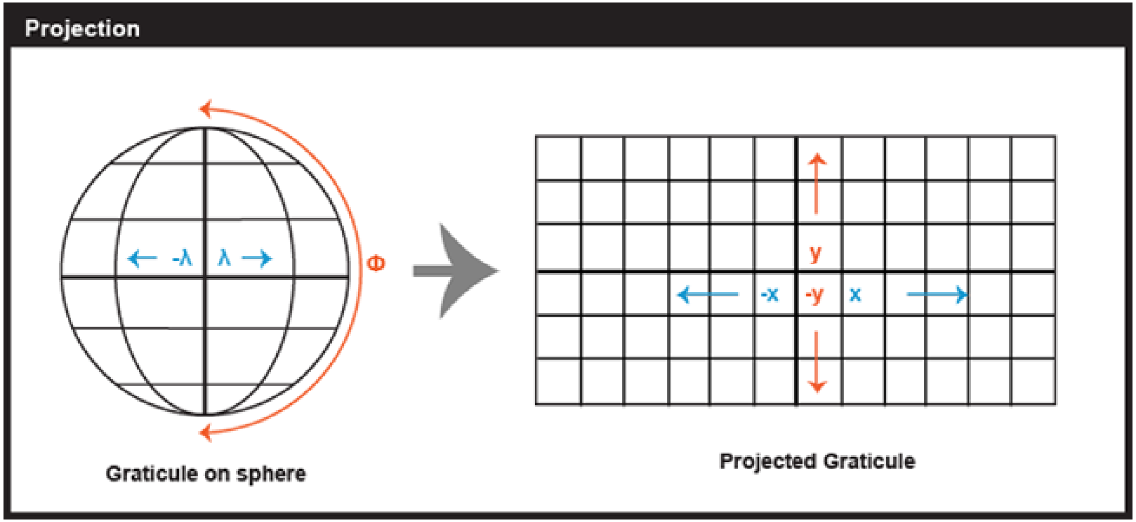


- physikalische mot che eines konstanten Gravitationspotentia)

icgem.gfz-potsdam.de

Kartenprojektion

Es muss zur Darstellung in 2D jedoch die Oberfläche des Referenzkörpers (hier Kugel) auf eine Ebene projeziert werden (Höhe r wird meist als Attribut betrachtet): Ist eine bloße Darstellung mittels Längen- und Breitengraden in einem rechwinkligen Koordinatensystem sinnvoll?



www.e-education.psu.edu/geog160/node/1918

Problem: Finde eine geeignete Abbildung

$T : \mathbb{R}^3 \supset \mathbb{S}_r \to \mathbb{R}^2,$

oder alternativ $T : [0, 2\pi) \times [0, \pi] \to \mathbb{R}^2,$

Kartenprojektion

Es muss zur Darstellung in 2D jedoch die Oberfläche des Referenzkörpers (hier Kugel) auf eine Ebene projeziert werden (Höhe r wird meist als Attribut betrachtet): Ist eine bloße Darstellung mittels Längen- und Breitengraden in einem rechwinkligen Koordinatensystem sinnvoll?

Eine globale verzerrungsfreie Darstellung der Erde ist nicht möglich:

- Winkeltreu
- Längentreu
- Flächentreu

Kartenprojektion

Es muss zur Darstellung in 2D jedoch die Oberfläche des Referenzkörpers (hier Kugel) auf eine Ebene projeziert werden (Höhe r wird meist als Attribut betrachtet): Ist eine bloße Darstellung mittels Längen- und Breitengraden in einem rechwinkligen Koordinatensystem sinnvoll?

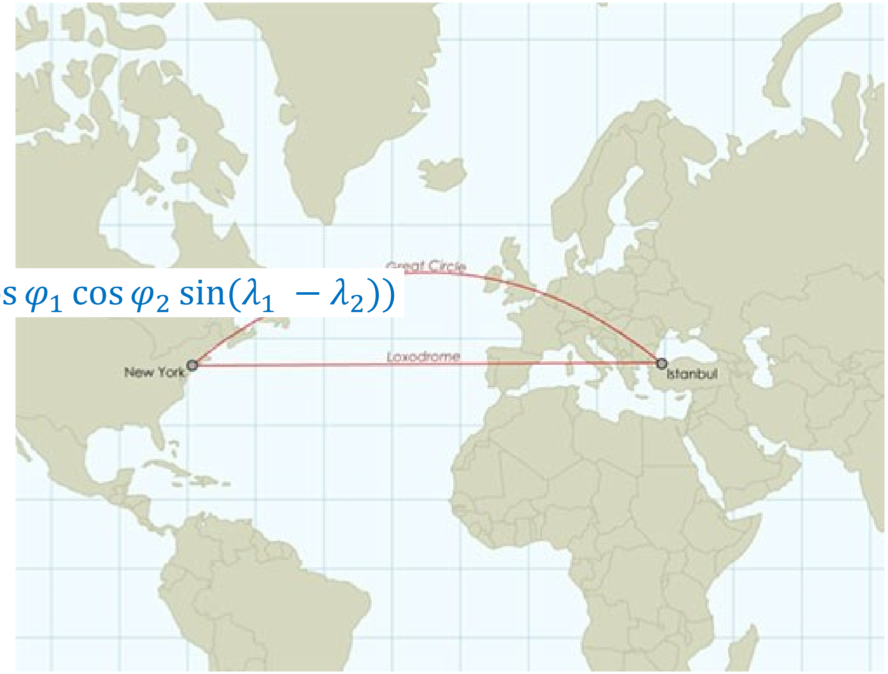
Eine globale verzerrungsfreie Darstellung der Erde ist nicht möglich:

- Winkeltreu
- **Längentreu**
- Flächentreu

Kürzeste Distanz auf kugelförmiger Erde:

$$\mathrm{dist}_{sph}(P_1, P_2) = r \arcsin(\sin\varphi_1 \sin\varphi_2 + \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \sin(\lambda_1 - \lambda_2))$$

immer entlang eines Großkreises



https://www.axismaps.com/guide/map-projections

Kartenprojektion

Es muss zur Darstellung in 2D jedoch die Oberfläche des Referenzkörpers (hier Kugel) auf eine Ebene projeziert werden (Höhe r wird meist als Attribut betrachtet): Ist eine blosse Darstellung mittels Längen- und Breitengraden in einem rechwinkligen Koordinatensystem sinnvoll?

Eine globale verzerrungsfreie Darstellung der Erde ist nicht möglich:

- Winkeltreu
- **Längentreu**
- Flächentreu

Kürzeste Distanz auf kugelförmiger Erde:

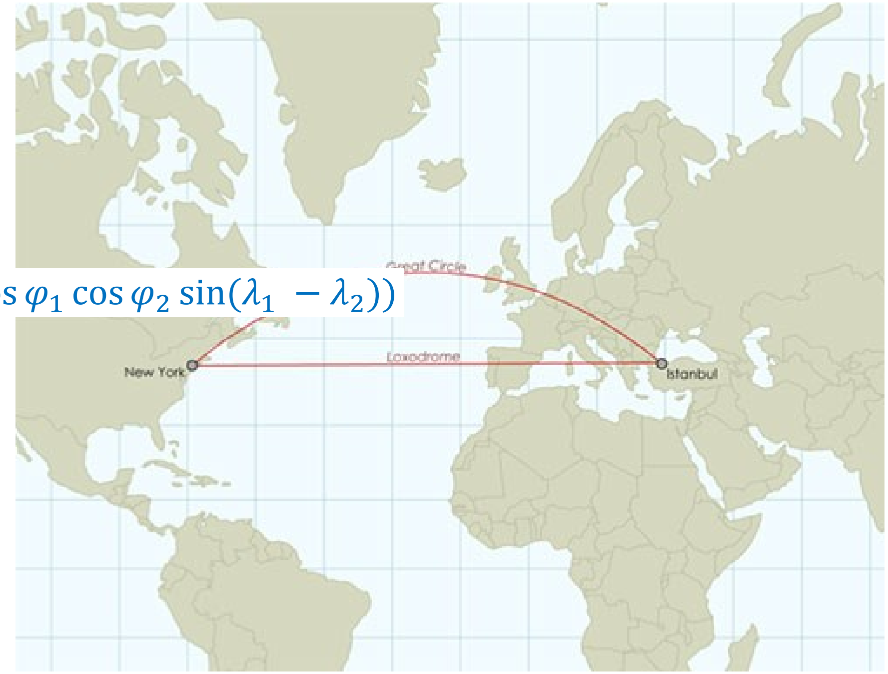
$$\mathrm{dist}_{sph}(P_1, P_2) = r \arcsin(\sin\varphi_1 \sin\varphi_2 + \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \sin(\lambda_1 - \lambda_2))$$

immer entlang eines Großkreises

Kürzeste Distanz auf euklidischer Ebene:

$$\mathrm{dist}_{eucl}(P_1, P_2) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

(Satz des Phytagoras)



https://www.axismaps.com/guide/map-projections

Kartenprojektion

Es muss zur Darstellung in 2D jedoch die Oberfläche des Referenzkörpers (hier Kugel) auf eine Ebene projeziert werden (Höhe r wird meist als Attribut betrachtet): Ist eine blosse Darstellung mittels Längen- und Breitengraden in einem rechwinkligen Koordinatensystem sinnvoll?

Eine globale verzerrungsfreie Darstellung der Erde ist nicht möglich:

- Winkeltreu
- **Längentreu**
- Flächentreu

Eine Projektion heißt *längentreu* (mit Maßstab α), falls

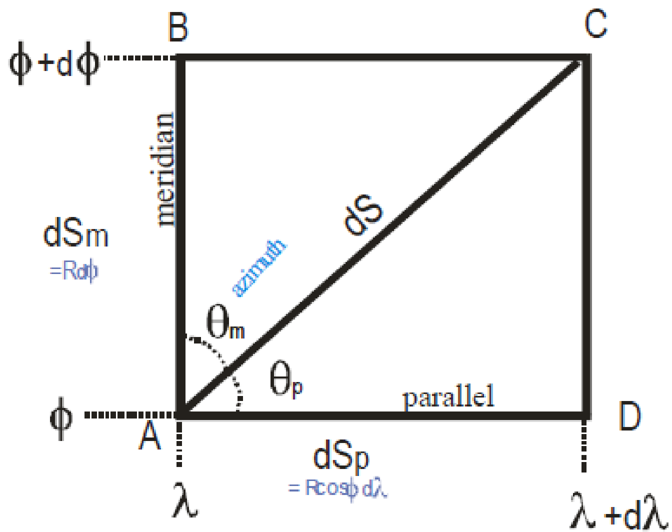
$$\mathrm{dist}_{eucl}(P_1, P_2) = \alpha \mathrm{dist}_{sph}(P_1, P_2)$$

Global längentreue Abbildungen **gibt es nicht**, aber Längentreue unter bestimmten Annahmen kann garantiert warden (z.B. von einem zentralen Punkt aus)

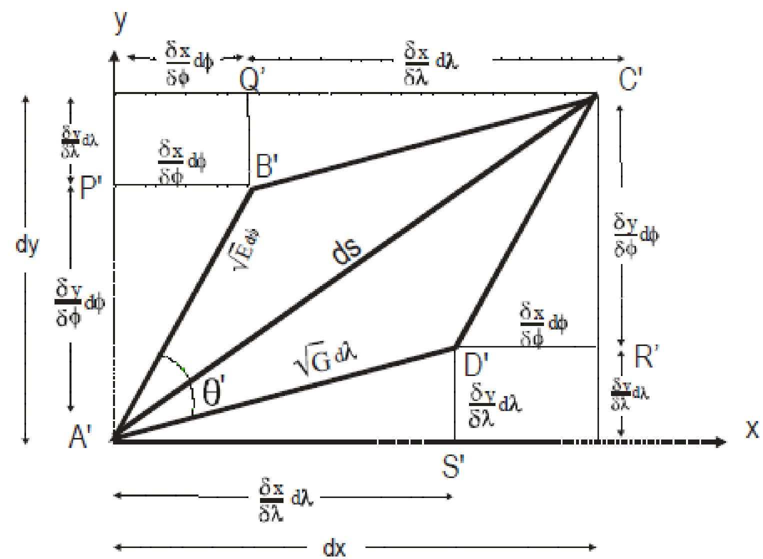
https://www.axismaps.com/guide/map-projections

Kartenprojektion

Infinitesimales Rechteck auf der Kugeloberfläche



Infinitesimales Rechteck in der Kartenebene



Beziehungen zwischen verschiedenen Kenngrössen:

$$(ds)^2 = (dx)^2 + (dy)^2 = \left(\frac{\partial x}{\partial\varphi}d\varphi + \frac{\partial x}{\partial\lambda}d\lambda\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial\varphi}d\varphi + \frac{\partial y}{\partial\lambda}d\lambda\right)^2$$

$$(ds)^2 = E(d\varphi)^2 + 2F(d\varphi\, d\lambda) + G(d\lambda)^2$$

E,F,G: Gaussche Fundamentalgrössen

Kartenprojektion

Beziehungen zwischen verschiedenen Kenngrössen:

$$(ds)^2 = (dx)^2 + (dy)^2 = \left(\frac{\partial x}{\partial \varphi} d\varphi + \frac{\partial x}{\partial \lambda} d\lambda\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial \varphi} d\varphi + \frac{\partial y}{\partial \lambda} d\lambda\right)^2$$

$$(ds)^2 = E(d\varphi)^2 + 2F(d\varphi\, d\lambda) + G(d\lambda)^2$$

E,F,G: Gaussche Fundamentalgrössen

Mit

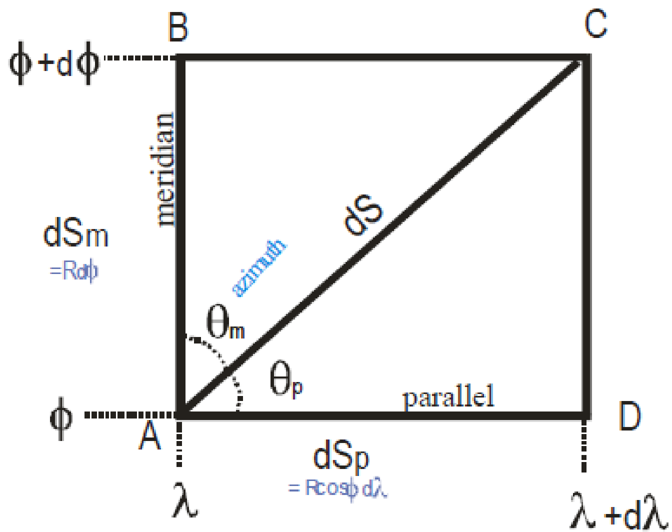
$$E(\, d\varphi \,)^2 = \left(\left(\frac{\partial x(\lambda,\varphi)}{\partial \varphi}\right)^2 + \left(\frac{\partial y(\lambda,\varphi)}{\partial \varphi}\right)^2\right) d\varphi^2$$

$$G(\, d\lambda \,)^2 = \left(\left(\frac{\partial x(\lambda,\varphi)}{\partial \lambda}\right)^2 + \left(\frac{\partial y(\lambda,\varphi)}{\partial \lambda}\right)^2\right) d\lambda^2$$

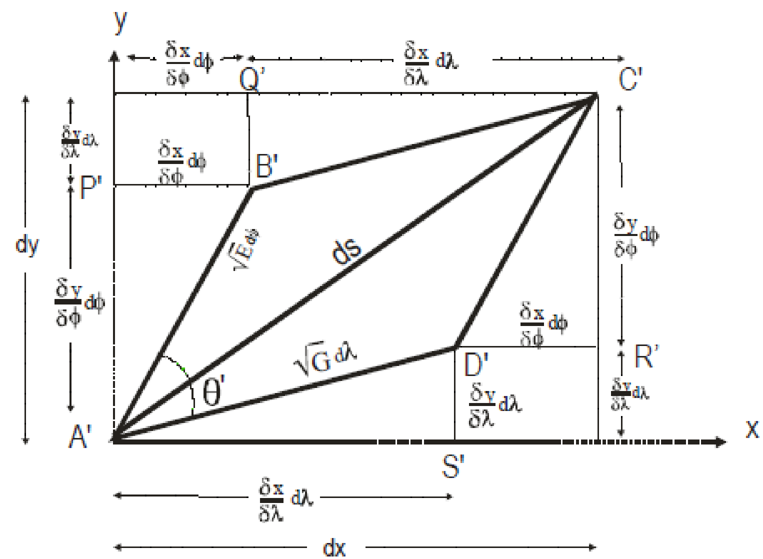
$$F(\, d\varphi d\lambda \,) = \left(\frac{\partial x(\lambda,\varphi)^2}{\partial \varphi \partial \lambda} + \frac{\partial y(\lambda,\varphi)^2}{\partial \varphi \partial \lambda}\right) d\varphi d\lambda$$

Kartenprojektion

Infinitesimales Rechteck auf der Kugeloberfläche



Infinitesimales Rechteck in der Kartenebene



Skalen/Massstäbe:

$$\alpha_\lambda = \frac{A'D'}{AD} = \frac{\sqrt{G}}{r\cos(\varphi)}$$

$$\alpha_\varphi = \frac{A'B'}{AB} = \frac{\sqrt{E}}{r}$$

$$\alpha = \frac{A'C'}{AC} = \frac{\sqrt{E(d\varphi)^2+2F(d\varphi\, d\lambda)+G(d\lambda)^2}}{\sqrt{(d\varphi)^2+(\cos\varphi)^2(d\lambda)^2}}$$

Kartenprojektion

Es muss zur Darstellung in 2D jedoch die Oberfläche des Referenzkörpers (hier Kugel) auf eine Ebene projeziert werden (Höhe r wird meist als Attribut betrachtet): Ist eine bloße Darstellung mittels Längen- und Breitengraden sinnvoll in einem rechwinkligen Koordinatensystem sinnvoll?

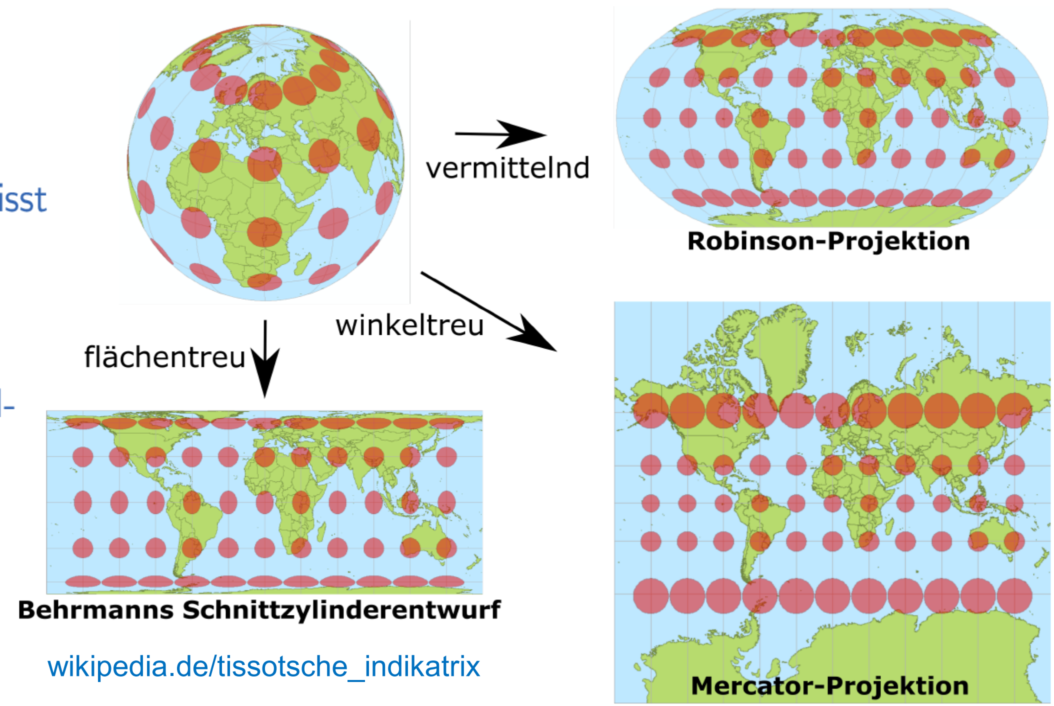
Eine globale verzerrungsfreie Darstellung der Erde ist nicht möglich:

- **Winkeltreu**
- Längentreu
- Flächentreu

Eine Abbildung $T : \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^2$ heisst winkeltreu (konform), falls

$$\frac{\langle TP, TQ \rangle}{\|TP\| \|TQ\|} = \frac{\langle P, Q \rangle}{\|P\| \|Q\|}$$

für alle P, Q aus dem Tangentialraum der Sphäre, und falls die Determinante von T positiv ist.



wikipedia.de/tissotsche_indikatrix

Kartenprojektion

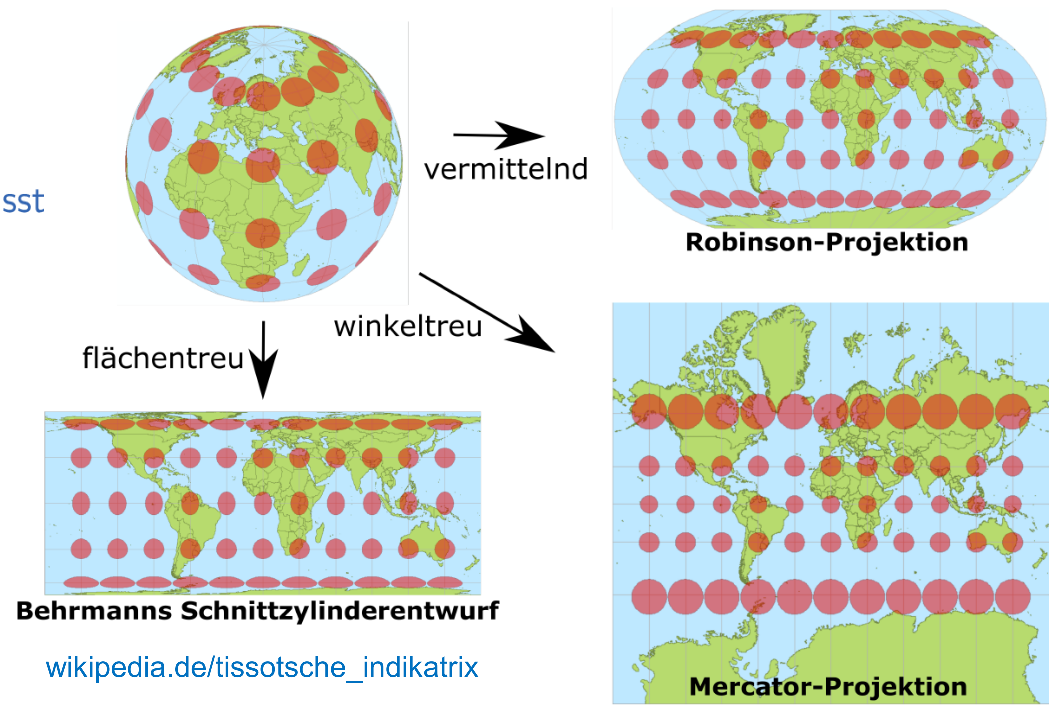
Es muss zur Darstellung in 2D jedoch die Oberfläche des Referenzkörpers (hier Kugel) auf eine Ebene projeziert werden (Höhe r wird meist als Attribut betrachtet): Ist eine bloße Darstellung mittels Längen- und Breitengraden sinnvoll in einem rechwinkligen Koordinatensystem sinnvoll?

Eine globale verzerrungsfreie Darstellung der Erde ist nicht möglich:
- Winkeltreu
- Längentreu
- **Flächentreu**

Eine Abbildung $T : \mathbb{R}^3 \to \mathbb{R}^2$ heisst flächentreu, falls

$$\int_\Omega 1 \, d\mu = \alpha \int_{T(\Omega)} 1 \, d(x, y)$$

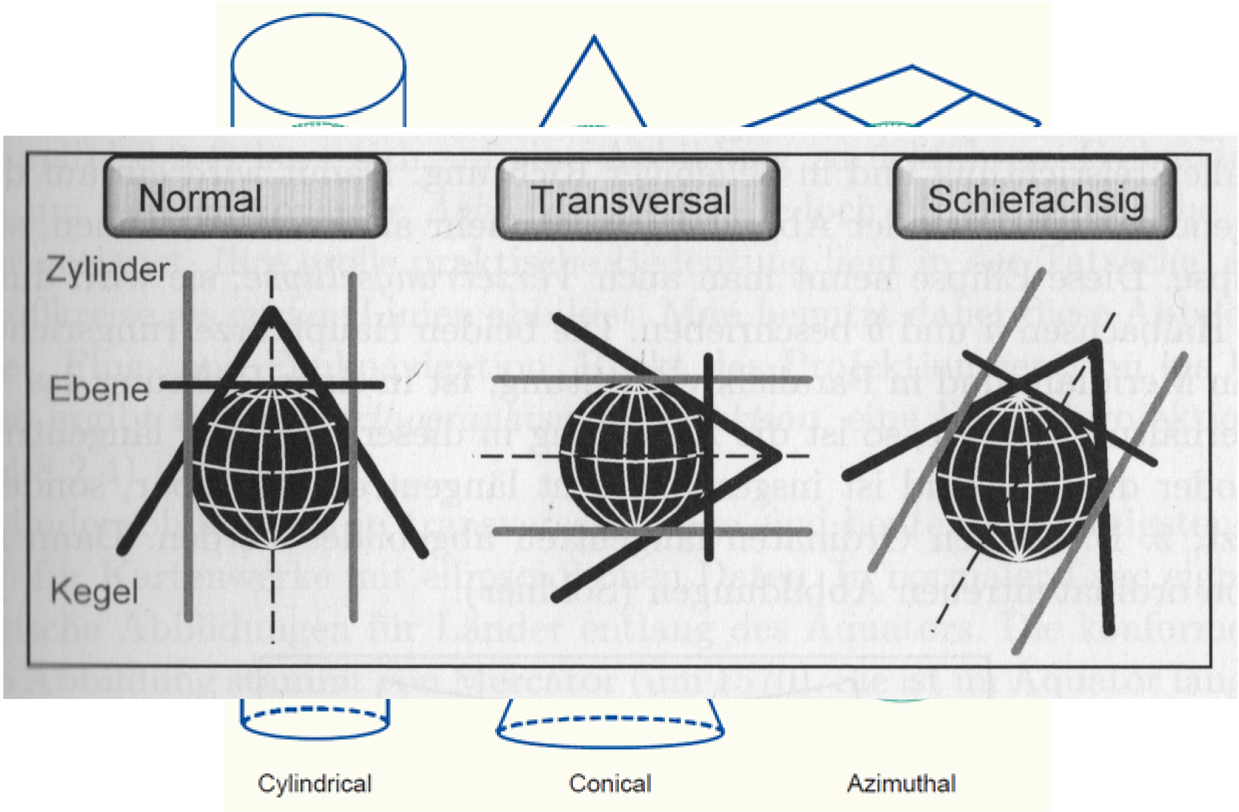
für jedes Gebiet $\Omega \subset \mathbb{S}_r$. Die Konstante α spiegelt dabei den Massstab wieder (Massstab sei hier als ein Skalierungsfaktor aufgefasst, nicht der umgangssprachliche Massstab).



wikipedia.de/tissotsche_indikatrix

Kartenprojektion

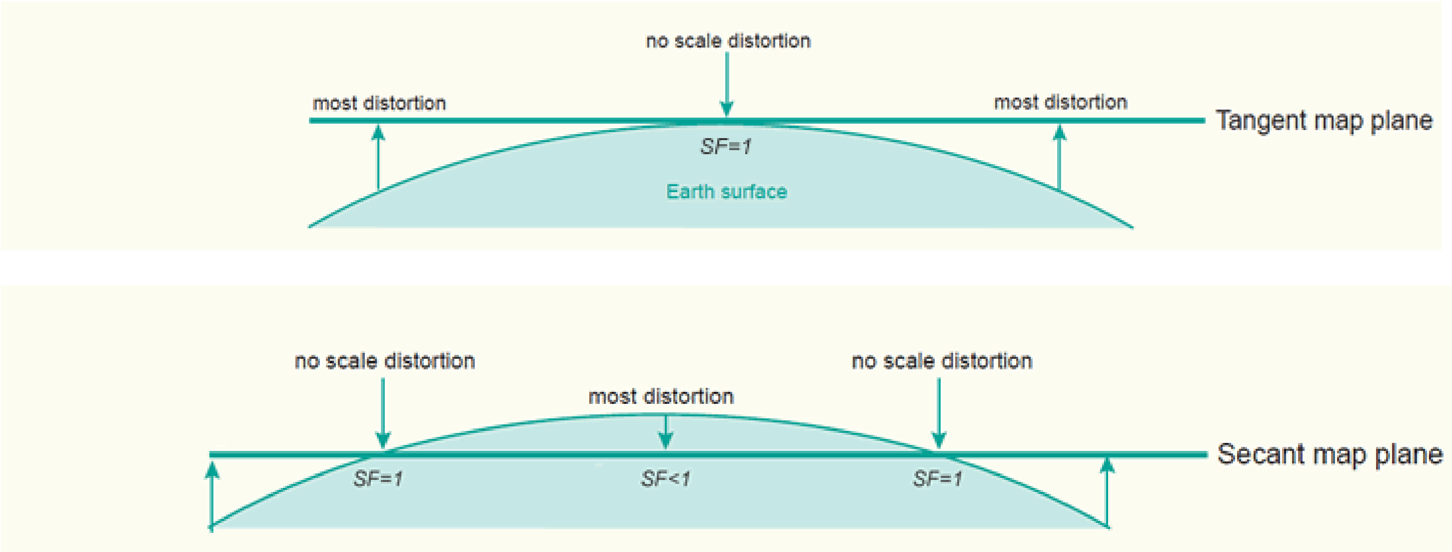
Man unterscheidet Kartenprojektionen basierend auf den Projektionsflächen



https://kartoweb.itc.nl

Kartenprojektion

Der Skalierungsfaktor beschreibt den Quotienten zwischen dem wahren Abstand zweier infinitesimal entfernten Punkte P und Q und dem Abstand der auf die Ebene projizierten Punkte TP und TQ.



https://kartoweb.itc.nl

Welche Projektionsebene würden Sie bevorzugen?

Kartenprojektion

Beispiele für winkeltreue Projektionen:

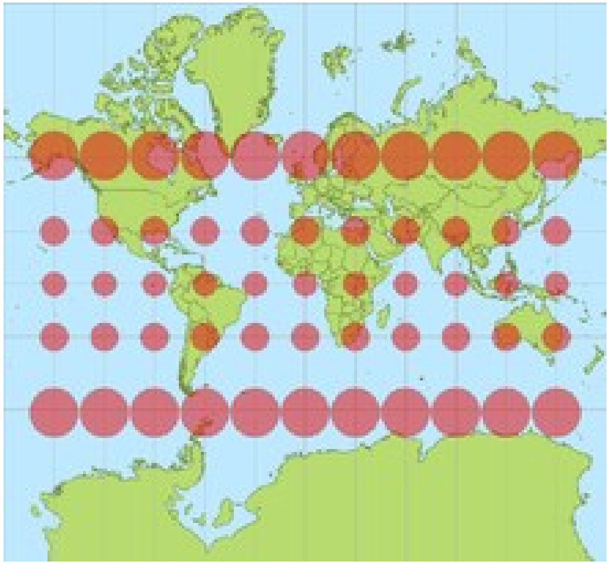
- **Mercator Projektion** (Zylinder-Projektion)

  Es sei $(x, y) = TP = T(\lambda, \varphi)$. Mit λ_0 dem Referenzmeridian (üblicherweise Greenwich $\lambda_0 = 0$):

  $$x = r(\lambda - \lambda_0)$$
  $$y = r \ln\left(\tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right)\right)$$

  Für die Inversion $(\lambda, \varphi) = T^{-1}(x, y)$ gilt

  $$\lambda = \lambda_0 + \frac{x}{r}$$
  $$\varphi = 2 \arctan\left(\exp\left(\frac{y}{r}\right)\right) - \frac{\pi}{2}$$



Kartenprojektion

Beispiele für winkeltreue Projektionen:

- **Mercator Projektion** (Zylinder-Projektion)

  Es sei $(x, y) = TP = T(\lambda, \varphi)$. Mit λ_0 dem Referenzmeridian (üblicherweise Greenwich $\lambda_0 = 0$):

  $$x = r(\lambda - \lambda_0)$$
  $$y = r \ln\left(\tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right)\right)$$

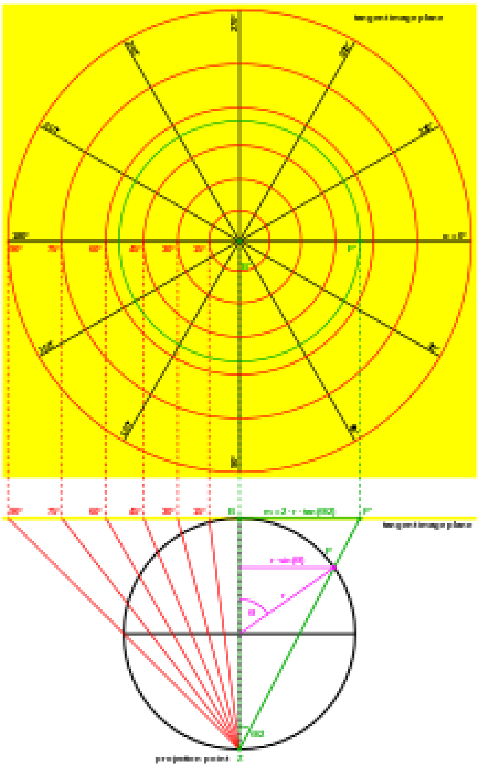
  Für die Inversion $(\lambda, \varphi) = T^{-1}(x, y)$ gilt

  $$\lambda = \lambda_0 + \frac{x}{r}$$
  $$\varphi = 2 \arctan\left(\exp\left(\frac{y}{r}\right)\right) - \frac{\pi}{2}$$

- **Stereographische Projektion** (azimuthale Projektion)

  Es sei $(x, y) = TP = T(\lambda, \varphi) = s(\cos(\alpha), \sin(\alpha))$, wobei

  $$\alpha = \lambda$$
  $$s = 2r \tan\left(\frac{\varphi}{2}\right)$$



Kartenprojektion

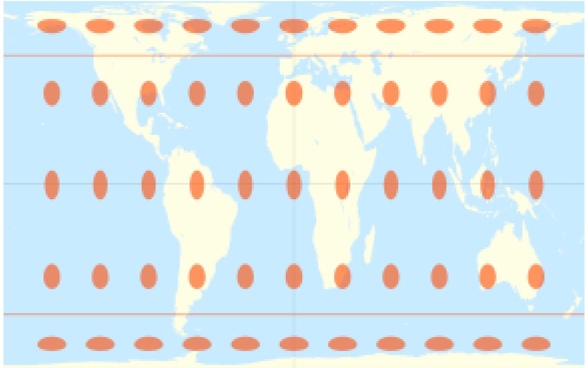
Beispiele für flächentreue Projektionen:

https://map-projections.net/compare.php

- **Gall-Peters Projektion** (Zylinder-Projektion)

  Es sei $(x, y) = TP = T(\lambda, \varphi)$:

  $$x = r\lambda$$
  $$y = 2r\sin(\varphi)$$



Kartenprojektion

Beispiele für flächentreue Projektionen: **https://map-projections.net/compare.php**

- **Gall-Peters Projektion** (Zylinder-Projektion)

  Es sei $(x, y) = TP = T(\lambda, \varphi)$:

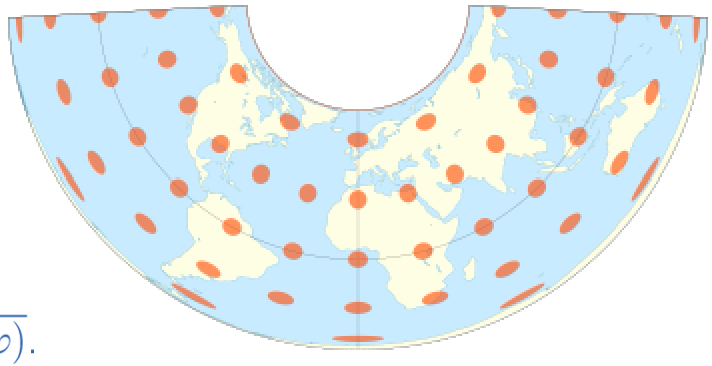
  $$x = r\lambda$$
  $$y = 2r\sin(\varphi)$$

- **Albers Kegelprojektion**

  Es sei $(x, y) = TP = T(\lambda, \varphi)$, sowie $\lambda_0, \varphi_1, \varphi_2$ Referenzlängen- bzw. -breitengrade:

  $$x = \rho\sin(\theta)$$
  $$y = \rho_0 - \rho\cos(\theta),$$

  wobei $\theta = \beta(\lambda - \lambda_0)$, $\beta = \frac{1}{2}(\sin(\varphi_1) + \sin(\varphi_2))$, $\gamma = \cos^2(\varphi_1) + 2\beta\sin(\varphi_1)$, und $\rho = \frac{r}{\beta}\sqrt{\gamma - 2\beta\sin(\varphi)}$.

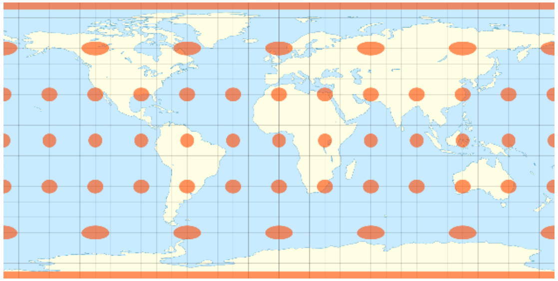


Kartenprojektion

Beispiele für längentreue Projektionen (hier nicht weiter im Detail besprochen):

- **Quadratischde Plattkarte**: längentreu entlang der Meridiane
  - Direkte Abbildung der geografischen Koordinaten in die Ebene
  - Grundidee: $x = \lambda$ und $y = \varphi$
  - Transformation:

$$x = (\lambda - \lambda_0)\cos\varphi_1$$
$$y = \varphi - \varphi_1$$



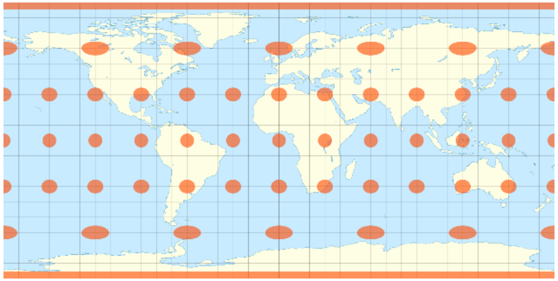
https://de.wikipedia.org/wiki/Plattkarte

Kartenprojektion

Beispiele für längentreue Projektionen (hier nicht weiter im Detail besprochen):

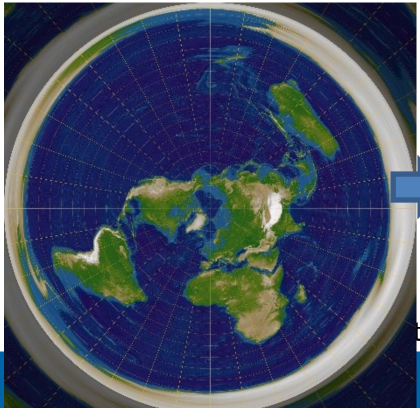
- **Quadratischde Plattkarte**: längentreu entlang der Meridiane
  - Direkte Abbildung der geografischen Koordinaten in die Ebene
  - Grundidee: $x = \lambda$ und $y = \varphi$
  - Transformation:

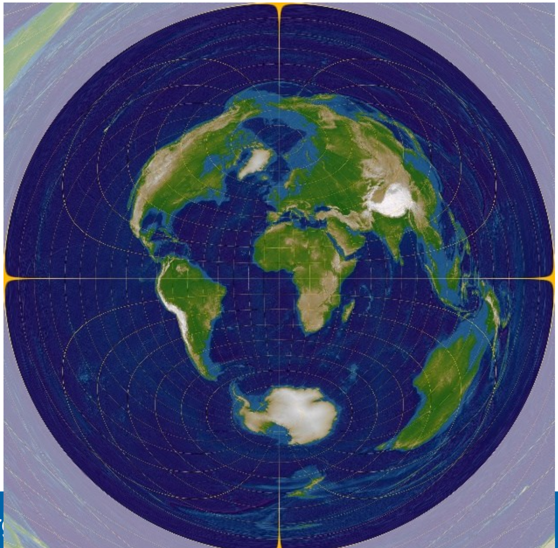
$$x = (\lambda - \lambda_0)\cos\varphi_1$$
$$y = \varphi - \varphi_1$$



https://de.wikipedia.org/wiki/Plattkarte

- **Mittelabstandstreue Azimutalprojektion:** längentreu von zentralem Punkt aus



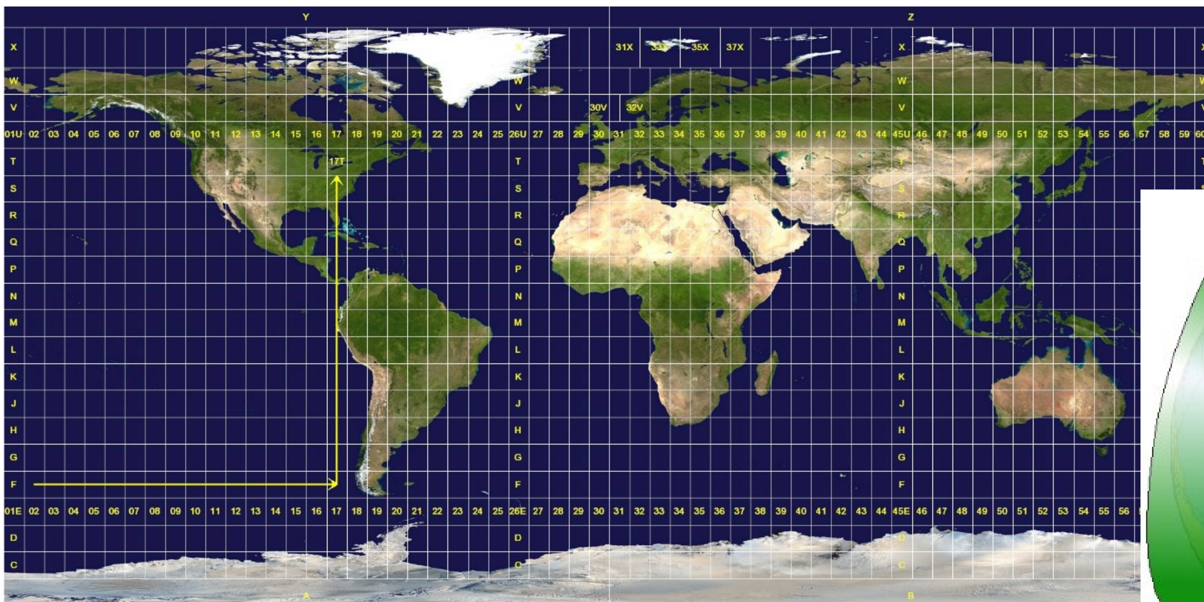


ttabstandstreue_Azimutalprojektion

Kartenprojektion

Sehr häufig verwendet: **UTM (Universal Transverse Mercator)**, Skalierungsfaktor α>0.9996

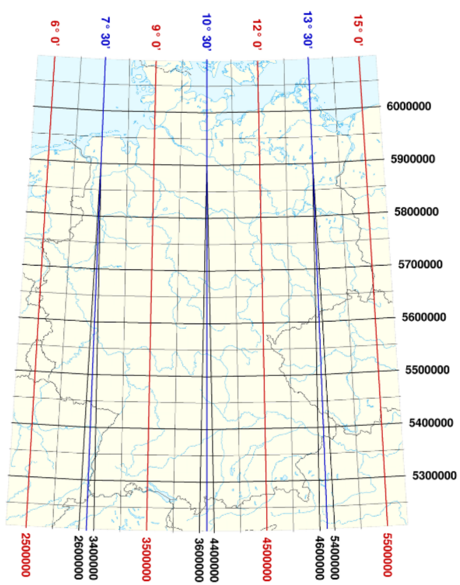
- Aufteilung der Erde in Zonen von ca. 6° Breite
- Jede Zone nutzt eine transversale Mercator Schittzylinderprojektion
- Referenzellipsoid ist GRS80 (nicht die Kugeloberfläche, wie bei den vorher angegebenen Tranformationsformeln)



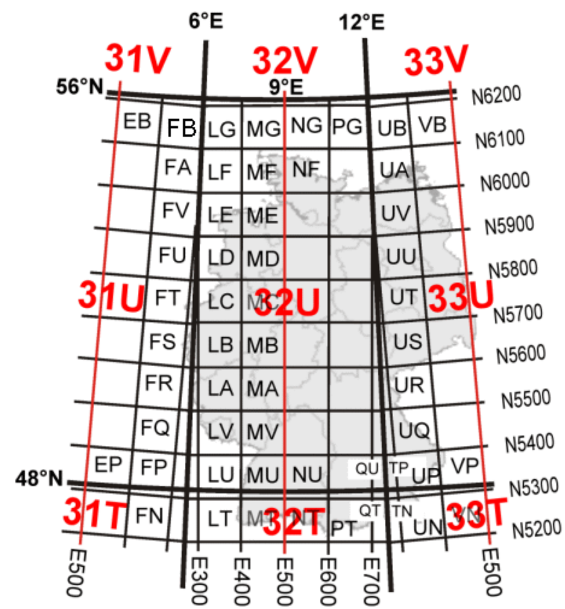
Kartenprojektion

Ebenfalls sehr häufig verwendet: **Gauss-Krüger**; nutzt ebenfalls transversale Mercator Projektion; Unterschiede zu UTM**:**

- Aufteilung der Erde in Zonen von ca. 3° Breite
- Referenzellipsoid ist Bessel



Gauss-Krüger



UTM

Koordinatenumwandlung

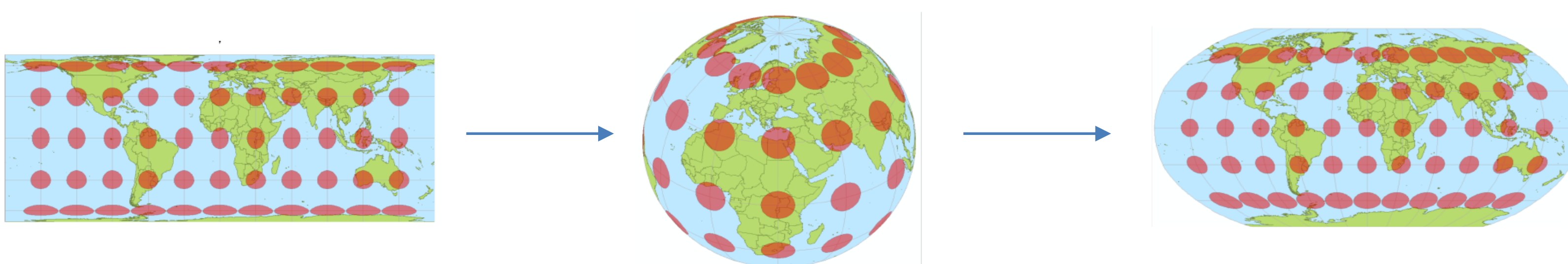
Georeferenzierung umfasst (grob gesagt) den Workflow, welcher den externen Raumbezug der eigentlichen Daten in den Raumbezug des GIS-Projektes umwandelt. Es muss der externe Raumbezug (z.B. geographische Koordinaten (λ,φ) oder Pixel in einem Luftbild) in ein üblicherweise durch (x,y)-Koordinaten gegebenen Raumbezug des GIS Projektes (lokales Koordinatensystem).

Wir unterscheiden oft zwei Koordinatenoperation:

- **Koordinatenumwandlung**
- Koordinatentransformartion

$$(x',y') \xrightarrow{T_1^{-1}} (\lambda,\varphi) \xrightarrow{T_2} (x'',y'')$$

Mit den bekannten Kartenprojektionen T_1 und T_2.

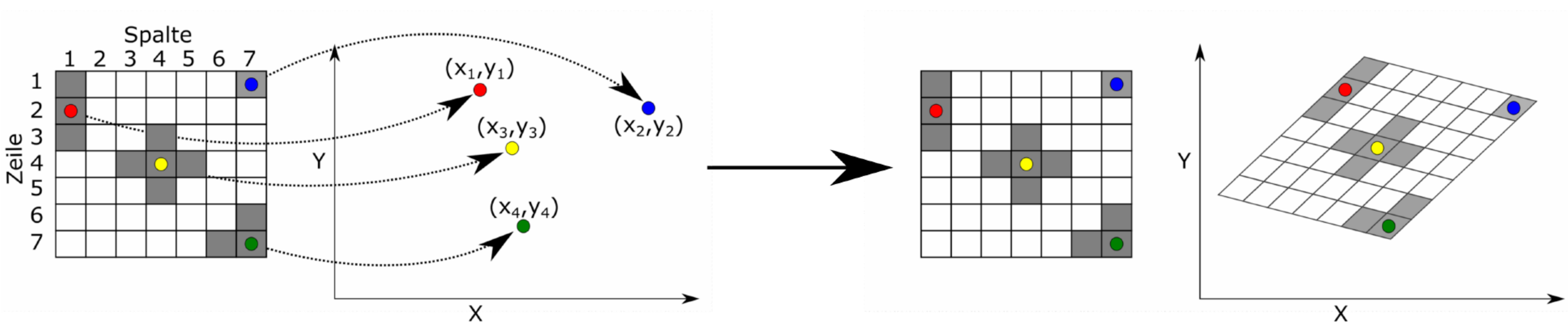


Koordinatentransformation

Georeferenzierung umfasst (grob gesagt) den Workflow, welcher den externen Raumbezug der eigentlichen Daten in den Raumbezug des GIS-Projektes umwandelt. Es muss der externe Raumbezug (z.B. geographische Koordinaten (λ,φ) oder Pixel in einem Luftbild) in ein üblicherweise durch (x,y)-Koordinaten gegebenen Raumbezug des GIS Projektes (lokales Koordinatensystem).

Wir unterscheiden oft zwei Koordinatenoperation:
- Koordinatenumwandlung
- **Koordinatentransformation**

Koordinatentransformationen werden verwendet, wenn kein expliziter Formalismus bekannt ist (z.B. zwei Rasterbilder liegen jeweils nur in relativen Pixelkoordinaten vor).



Transformation basiert auf **Passpunkten** in den jeweiligen lokalen Koordinaten

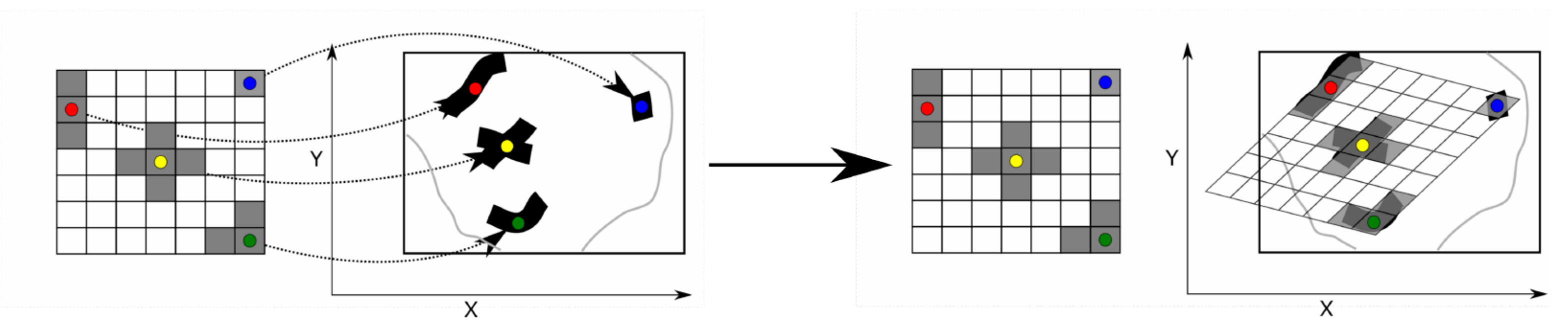
Koordinatentransformation

Georeferenzierung umfasst (grob gesagt) den Workflow, welcher den externen Raumbezug der eigentlichen Daten in den Raumbezug des GIS-Projektes umwandelt. Es muss der externe Raumbezug (z.B. geographische Koordinaten (λ,φ) oder Pixel in einem Luftbild) in ein üblicherweise durch (x,y)-Koordinaten gegebenen Raumbezug des GIS Projektes (lokales Koordinatensystem).

Wir unterscheiden oft zwei Koordinatenoperation:

- Koordinatenumwandlung
- **Koordinatentransformation**

Koordinatentransformationen werden verwendet, wenn kein expliziter Formalismus bekannt ist (z.B. zwei Rasterbilder liegen jeweils nur in relativen Pixelkoordinaten vor).



Transformation basiert auf Zuweisung von Objekten zu Passpunkten im Zielkoordinatensystem

Koordinatentransformation

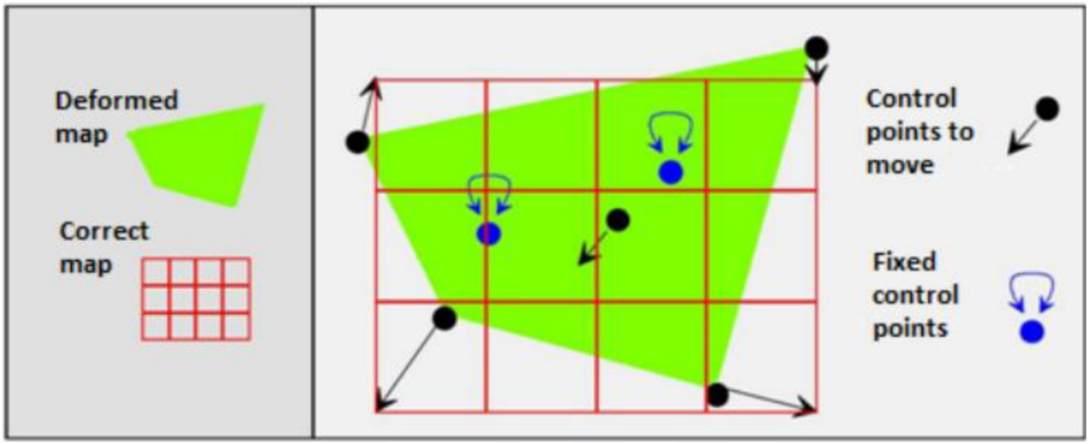
Affin-lineare Abbildungen können zwischen lokalen Koordinaten (x,y) und (x',y') in zwei verschiedenen Koordinatensystemen transformieren.

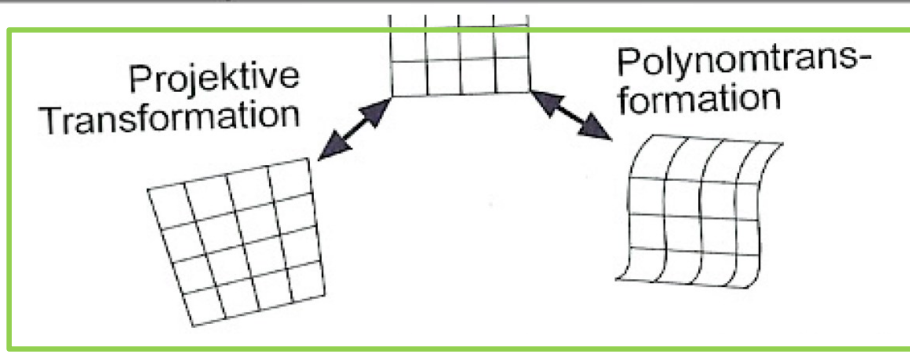
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \mathrm{M}$$

wobei M

$$\mathrm{M} = \begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \end{pmatrix}$$

die z.B. au





Koordinatentransformation

Affin-lineare Abbildungen können zwischen lokalen Koordinaten (x,y) und (x',y') in zwei verschiedenen Koordinatensystemen transformieren.

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \mathbf{M} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \mathbf{v},$$

wobei $\mathbf{M}$ eine Matrix ist

$$\mathbf{M} = \begin{pmatrix} m_{1,1} & m_{1,2} \\ m_{2,1} & m_{2,2} \end{pmatrix} = \mathbf{RS}$$

die z.B. aus Rotationen $\mathbf{R}$ und Skalierungen und Scherungen $\mathbf{S}$ besteht.

Auch als Polynome 1. Grades ausdrückbar:

$$x' = m_{1,1}x + m_{1,2}y + v_1$$
$$y' = m_{2,1}x + m_{2,2}y + v_2$$

Koordinatentransformation

Verzerrungen und **nichtlineare Effekte** benötigen Transformationen höherer Ordnung (z.B. Polynome vom Grad zwei, drei, etc.): Für Grad zwei sähe es wie folgt aus

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \mathbf{M} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + (x, y)\,\mathbf{N} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \mathbf{v},$$

wobei $\mathbf{M} \in \mathbb{R}^{2\times 2}$ und $\mathbf{N} \in \mathbb{R}^{2\times 2\times 2}$ geeignete Matrizen sind.

vgl. Matlab Beispiel transformations.m / coordinateTransformations.m

Auch als Polynome 2. Grades ausdrückbar:

$$x' = m_{1,1}x + m_{1,2}y + v_1 + n_{1,1,1}x^2 + n_{1,2,1}y^2 + n_{1,1,2}xy + n_{1,2,2}yx$$
$$y' = m_{2,1}x + m_{2,2}y + v_2 + n_{2,1,1}x^2 + n_{2,2,1}y^2 + n_{2,1,2}xy + n_{2,2,2}yx$$

mit

$$n_{1,1,2}xy + n_{1,2,2}yx = n_{1,.,2}xy$$
$$n_{2,1,2}xy + n_{2,2,2}yx = n_{2,.,2}xy$$