UNIVERSITÄT SALZBURG

Geoinformation und Geokommunikation VU

Vorlesungsteil

Katharina Wöhs & Johannes Scholz

katharina.woehs@plus.ac.at; johannes.scholz@plus.ac.at

LV Übersicht (Vormittags-Teil)

Nr.	Datum	Inhalte	Vortragende
1	06.10.2026	Einführung: Karten, Geomedien und Geokommunikation	JS
2	13.10.2026	Gestalt der Erde und Gradnetz	JS
3	**20.10.2026**	**Kartographische Projektionen**	**JS**
4	27.10.2026	Landeskoordinaten: G-K und UTM	JS
5	03.11.2026	Topographische Karten und Kartenwerke (incl. Maßstab und Generalisierung)	JS
6	10.11.2026	Erdbeobachtung aus Satellitenperspektive	JS
	18.11.2026	(GIS Day - **Mittwoch**!)	
7	24.11.2026	Vom Luftbild zum Orthophoto	KW
8	01.12.2026	Multispektrale Aufnahmen	KW
	15.12.2026	EX ideas:lab (Details folgen)	
9	12.01.2027	GNSS - Satellitenpositionierung	KW
10	19.01.2027	Relief und 3D; Offene Datenportale I	KW
11	26.01.2027	Offene Datenportale II / Raumordnung / Katastralmappe	KW

UNIVERSITÄT
SALZBURG

Wiederholung

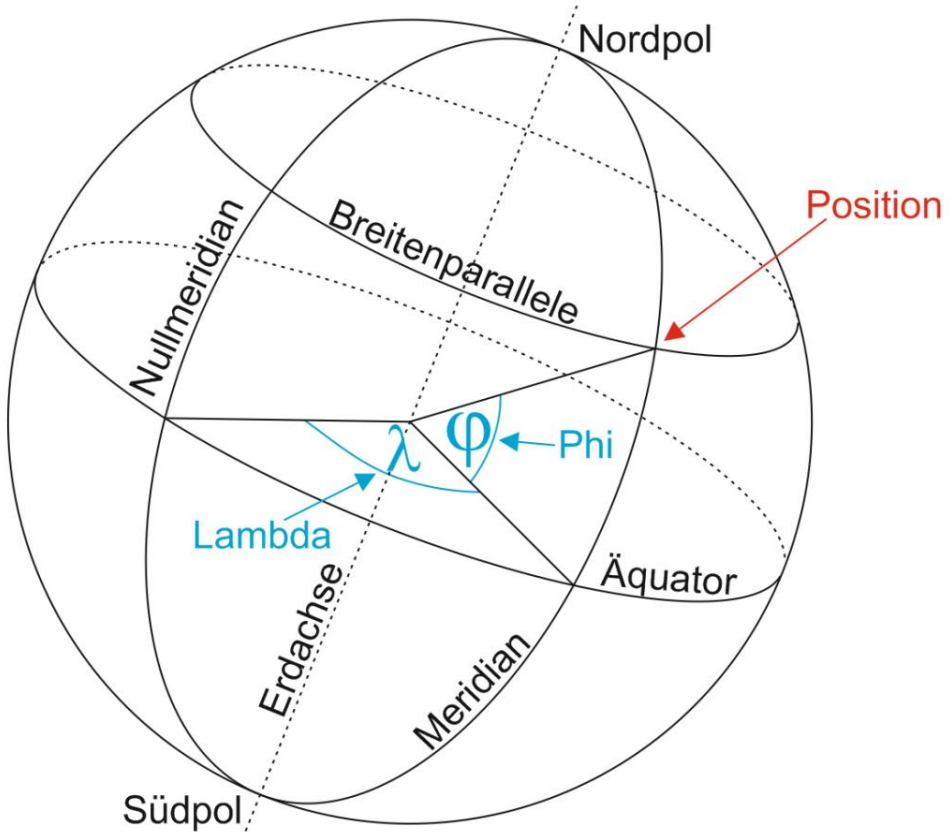
Gestalt der Erde

- Kugel = einfachste Anpassung („Modell“) an die Form der Erde
- Kugel dient als
  - Referenzoberfläche für kleinmaßstäbige Darstellungen
  - Konzeptuelle Grundlage für Kartenprojektion
- Keine geometrische Fläche passt sich der Erde an!



Geographische Koordinaten

- = sphärische Koordinaten
- Erdmittelpunkt als Bezugspunkt
- Geographische Breite:
  - Winkelabstand zum Äquator (φ)
- Geographische Länge:
  - Winkelabstand zum Greenwich Meridian (λ)



Quelle: Das Koordinatensystem der Erde – Volkers Crash-kurs Astronavigation (volker-lotze.de)

UNIVERSITÄT
SALZBURG

Kartenprojektionen

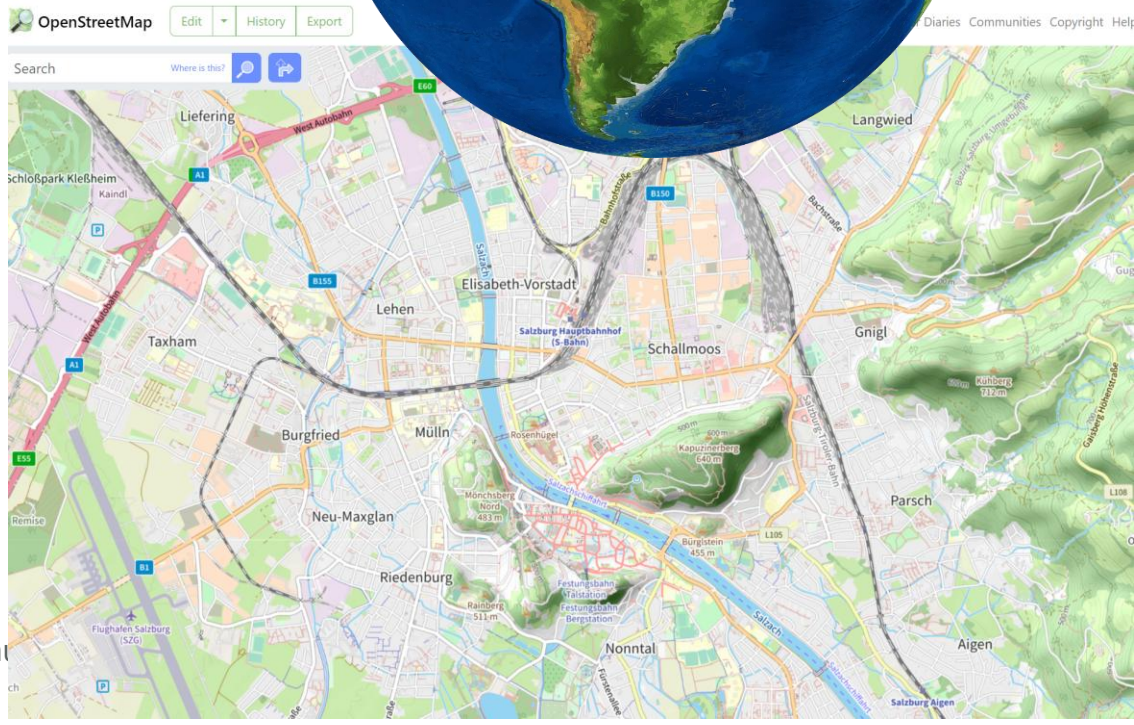
Ziel einer Kartenprojektion

- Eine Methode in der Kartografie, mit der man die gekrümmte Oberfläche der (dreidimensionalen) Erde auf die flache (zweidimensionale) Karte überträgt

- Ca. 400(!) Abbildungsmethoden bekannt!

- Drei Schritte notwendig
  - Auswahl eines Modells für die Form der Erde (Kugel/Ellipsoid/…)
  - Umwandlung der geographischen Koordinaten in kartesische Koordinaten
  - Skalierung der Karte

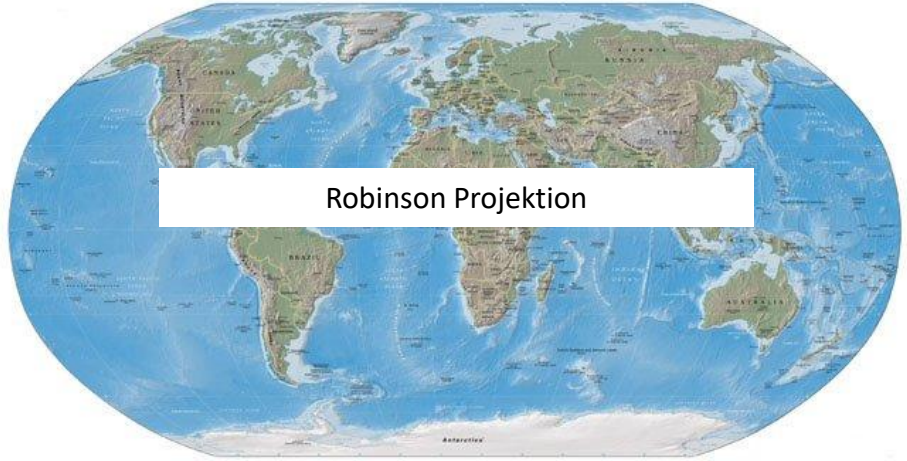


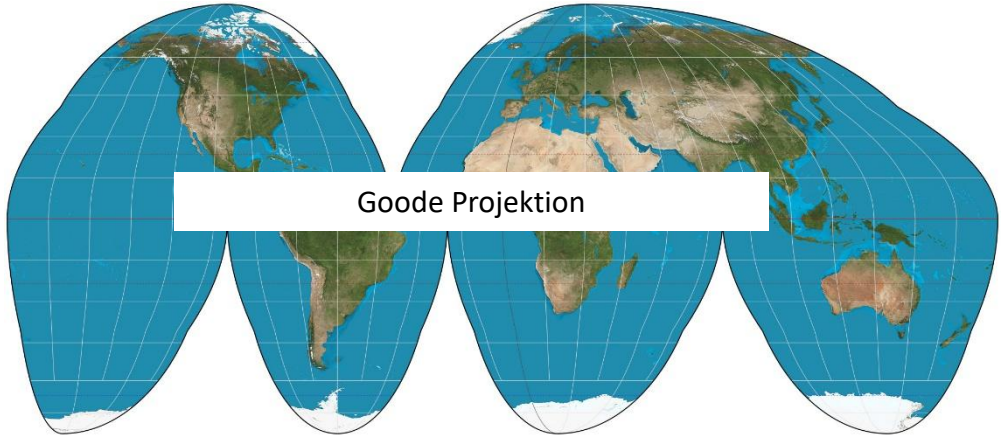


Echte vs. Unechte Projektionen

- **Echte Abbildungen**
  - die Längenkreise bleiben Geraden, die Breitenkreise werden als dazu rechtwinklige konzentrische Kreise, Kreisbögen oder Geraden abgebildet.

- **Pseudo Abbildungen**
  - haben oben genannte Eigenschaften NICHT!


Robinson Projektion


Goode Projektion

Von Strebe - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16115269

ab nun echte Projektionen ☺

Typen von Projektionen

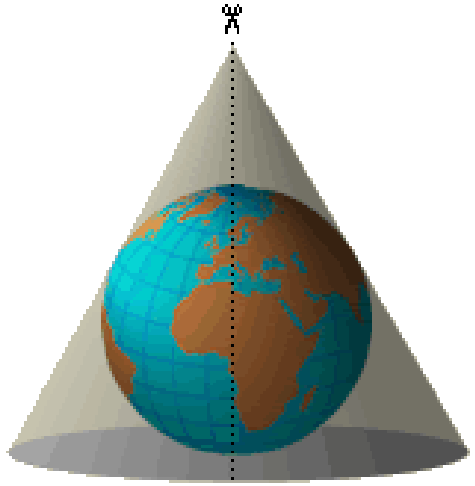
- Anders als in der Darstellung oben entspricht die Projektionsfläche häufig keiner Ebene, sondern wird in Form eines Zylinders oder Kegels um die Erde "herumgewickelt
  - Ebene / Azimutale Projektionen
  - Zylindrische Projektionen
  - Kegelprojektionen (konische P.)



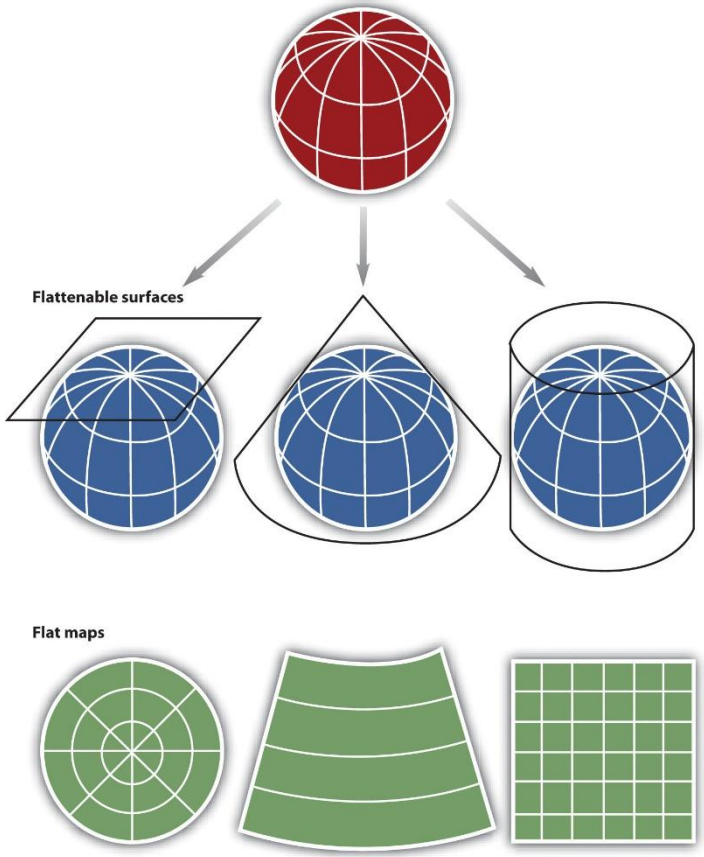
Azimutale Projektion



Zylindrische Projektion

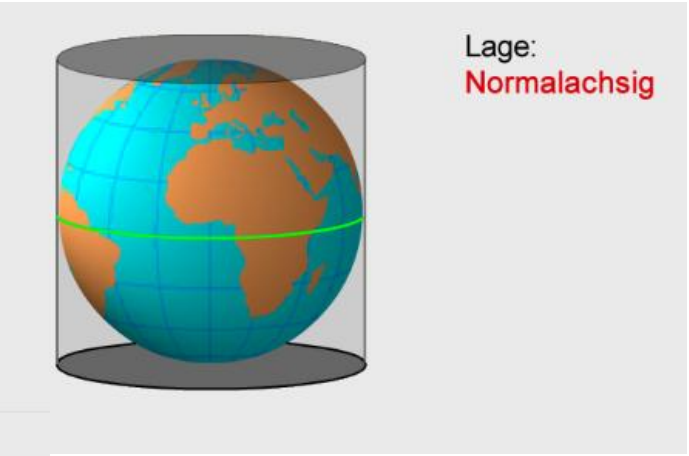


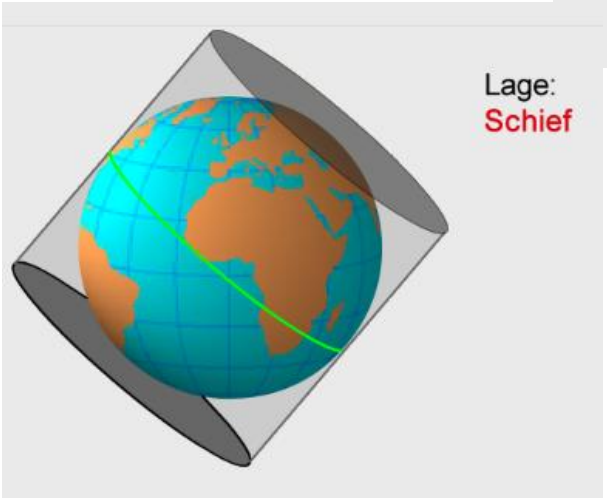
Kegelprojektion

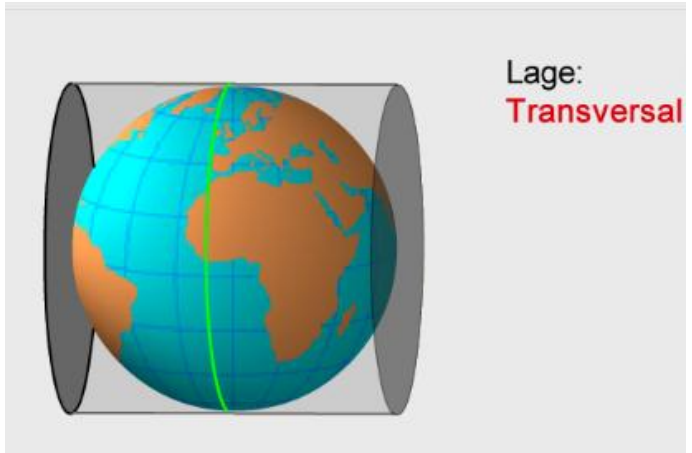


Orientierung der Bezugsflächen

- **Drei Projektionslagen:**
  - **Normalachsige Lage** (normal aspect): Die Achse des Projektionskörpers entspricht der Erdachse.
  - **Querachsige oder transversale Lage** (transverse aspect): Die Achse des Projektionskörpers steht rechtwinkelig zur Erdachse.
  - **Schiefachsige oder zwischenständige Lage** (oblique aspect): Die Achse des Projektionskörpers steht schief zur Erdachse.

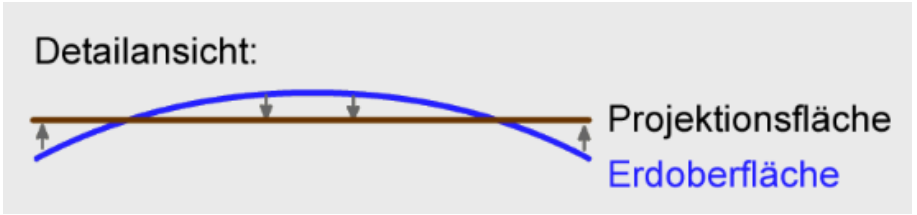






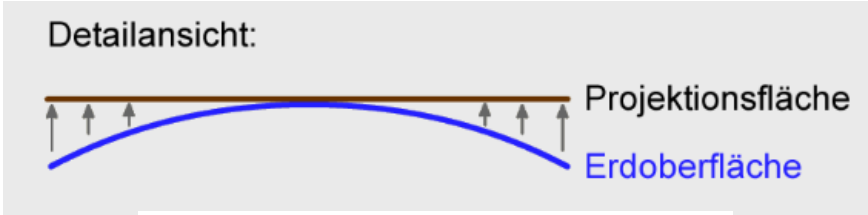
Berührende oder schneidende Bezugsflächen (?)

- Unterscheidungsmerkmal "echter" Projektionen
  - **Projektionsfläche berührt** den Erdkörper berührt (tangent case)
  - **Projektionsfläche schneidet** (secant case).



Secant case

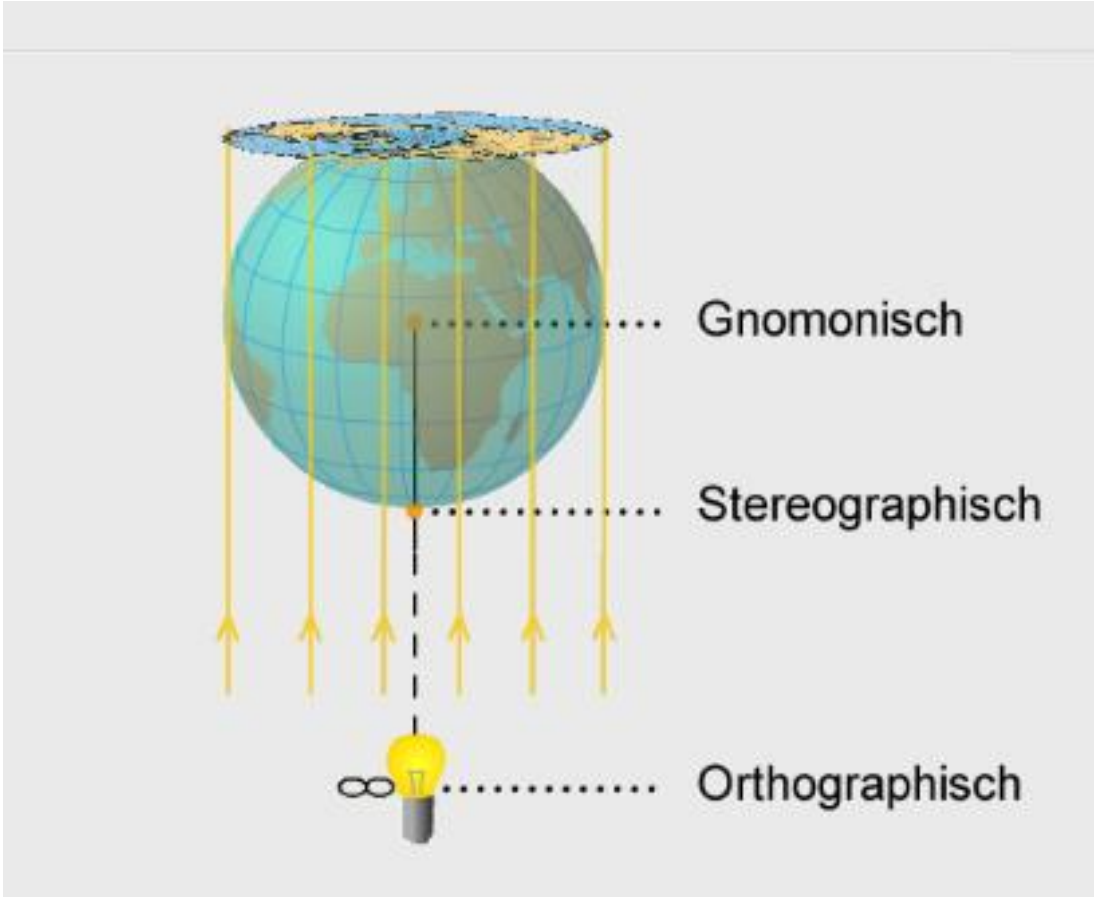
- Weiters:
  - Um die Abbildungsqualität bei der Darstellung größerer Gebiete zu erhöhen, lässt man den Projektionskörper die Erdoberfläche durchdringen (schneiden).
  - Für azimutale Abbildungen entsteht nun anstelle eines Berührungspunktes ein Schnittkreis, bei Zylinder- und Kegelprojektionen anstelle einer Berührungslinie jeweils zwei Schnittkreise.



Tangent case

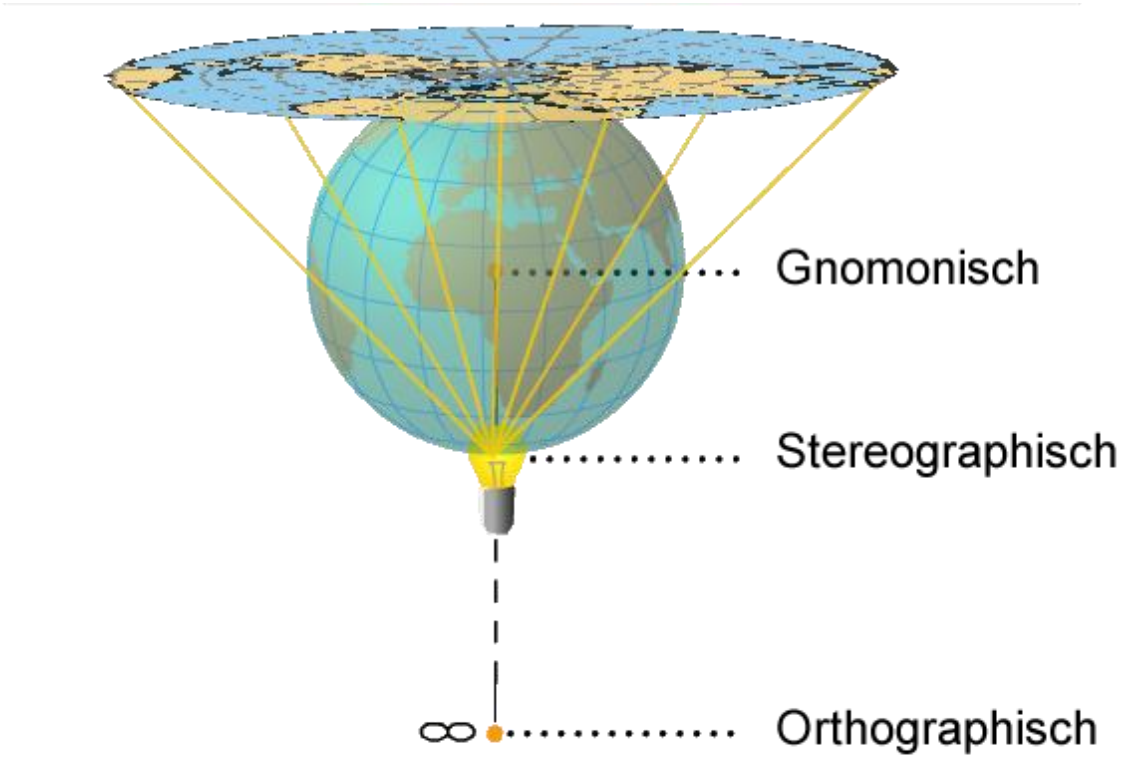
Abbildungsart

- **"Abbildungsart"** = projektionsspezifischer "Strahlengang", nach dem die Erde "durchleuchtet" wird.
- Verschiedene Abbildungsarten haben Kartennetzentwürfe mit unterschiedlichen Eigenschaften zur Folge.
- So lassen sich etwa bei einer gnomonischen Projektion Großkreise im Kartenbild als Gerade darstellen, während eine orthographische Projektion den Eindruck vermittelt, die Erde vom Weltall aus zu sehen.



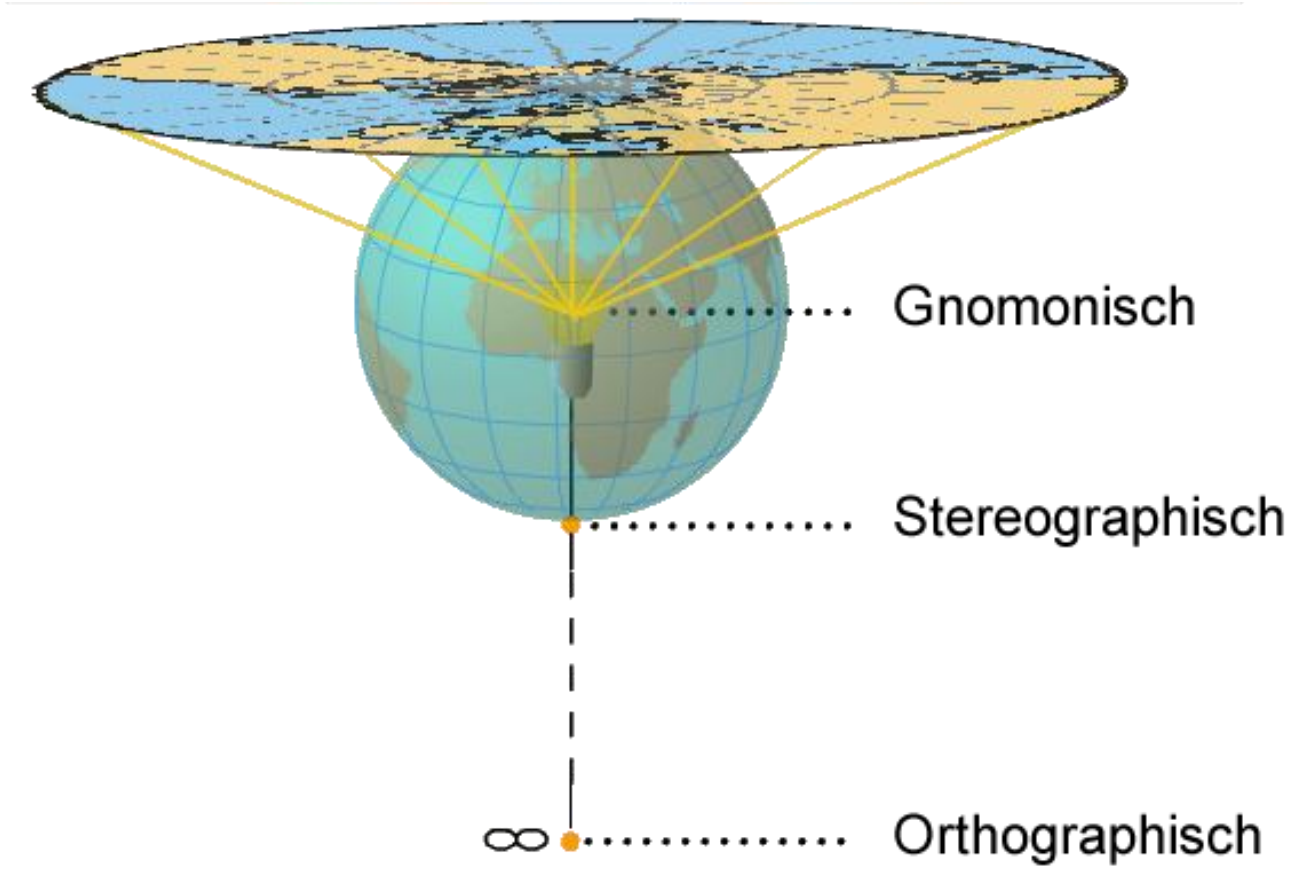
Abbildungsart

- **"Abbildungsart"** = projektionsspezifischer "Strahlengang", nach dem die Erde "durchleuchtet" wird.
- Verschiedene Abbildungsarten haben Kartennetzentwürfe mit unterschiedlichen Eigenschaften zur Folge.
- So lassen sich etwa bei einer gnomonischen Projektion Großkreise im Kartenbild als Gerade darstellen, während eine orthographische Projektion den Eindruck vermittelt, die Erde vom Weltall aus zu sehen.



Abbildungsart

- **"Abbildungsart"** = projektionsspezifischer "Strahlengang", nach dem die Erde "durchleuchtet" wird.
- Verschiedene Abbildungsarten haben Kartennetzentwürfe mit unterschiedlichen Eigenschaften zur Folge.
- So lassen sich etwa bei einer gnomonischen Projektion Großkreise im Kartenbild als Gerade darstellen, während eine orthographische Projektion den Eindruck vermittelt, die Erde vom Weltall aus zu sehen.



Eigenschaften von Projektionen

- **Längentreue (equal area)**
  - Eine in der Karte gemessene Entfernung ergibt multipliziert mit dem Maßstabsfaktor die wahre Distanz in der Natur. Meist liegt diese Eigenschaft nur entlang von Berührungs- bzw. Schnittlinien oder in bestimmten Richtungen vor.
- **Flächentreue (equidistant)**
  - Eine in der Karte gemessene Fläche entspricht, nach Berücksichtigung des Maßstabs, dem Flächenausmaß in der Natur.
- **Winkeltreue (Konformität / conformal)**
  - Ein in der Karte bestimmter, lokaler Winkel stimmt mit dem lokalen Winkel an der Erdoberfläche überein. Diese Eigenschaft führt auch zur lokalen (!) "Formtreue" von Flächenkonturen.
- **Richtungstreue**
  - Die in der Karte zu einem Punkt bestimmte Richtung entspricht der tatsächlichen Richtung in der sich der Punkt befindet.

Details der Eigenschaften

- Längentreue:
  - Es ist unmöglich eine Karte zu erstellen, die in allen Richtungen und zwischen allen Punkten längentreu ist.
  - Daher spricht man anstatt von "Längentreue" besser von "partieller Längentreue„
- Flächentreue:
  - Bewahrung der erdräumlichen Flächenproportionen über das gesamte Kartenblatt hinweg, wird bei der Darstellung mittel- und kleinmaßstäbiger Sachverhalte am häufigsten benötigt.
  - Flächentreue ist immer dann wichtig, wenn das Hauptaugenmerk der Kartenaussage auf den Größenverhältnissen von Flächenobjekten liegt.
  - Equal Earth Projection (2018): https://equal-earth.com/equal-earth-projection.html

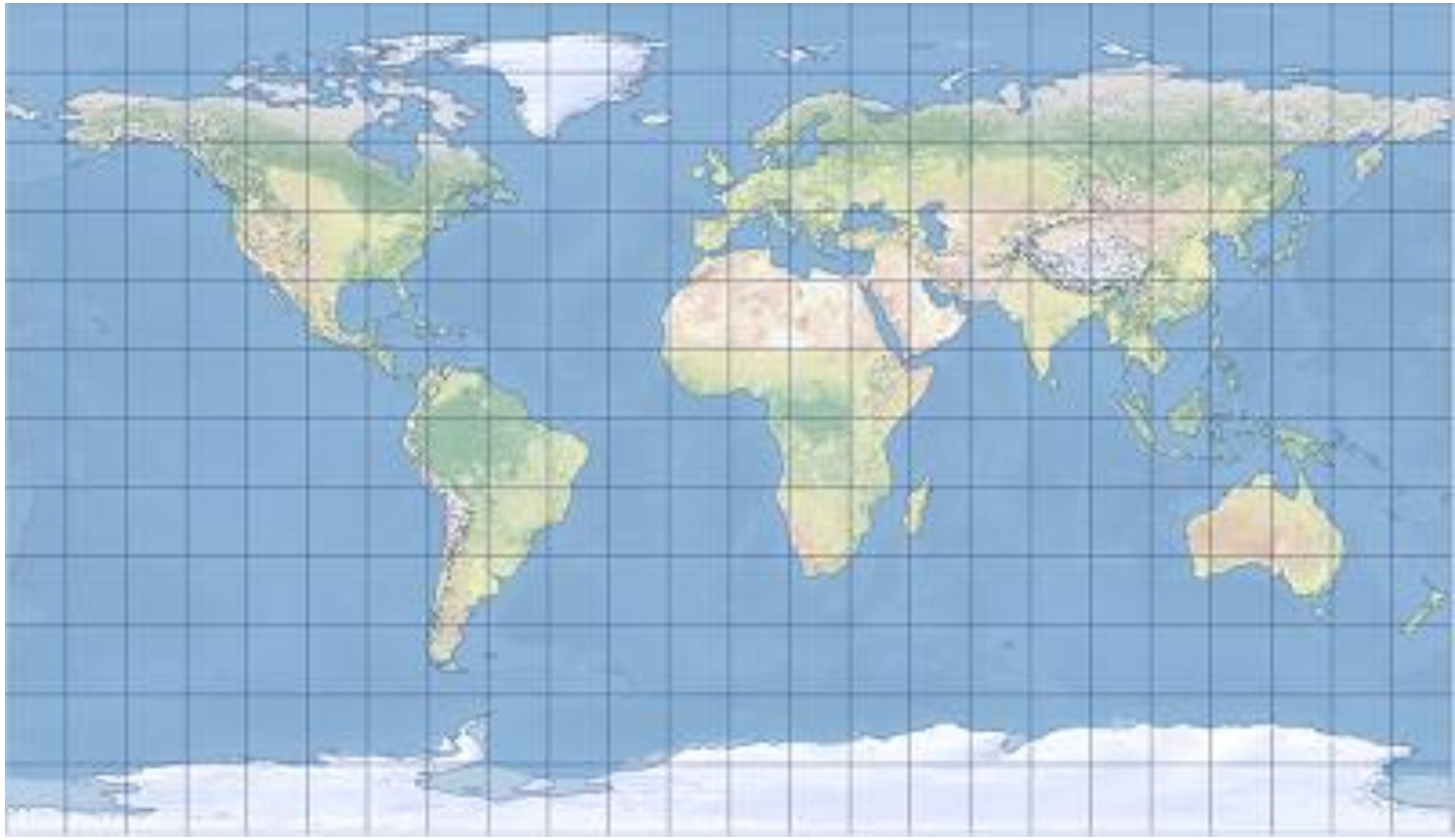
Details der Eigenschaften

- Winkeltreue:
  - Projektion erhält lokale Winkel, sodass die Form kleiner Objekte erhalten bleibt.
  - Innerhalb einer winkeltreuen Projektion variiert zwar der Maßstab, das Ausmaß der Distanzverzerrung an einem beliebigen Punkt ist jedoch in alle Richtungen gleich.
  - Winkeltreue Projektionen sind im Bereich der Navigation sehr wichtig, da sie Loxodrome (Kurslinien) als Gerade darstellen.

- Richtungstreue:
  - Richtungstreue (=zenitale) Karten ermöglichen die Richtungsbestimmung zwischen zwei Punkten, d.h. diejenige Richtung die man anpeilen müsste, um auf direktem Weg (Großkreissegment) von A nach B zu gelangen.
  - Leider bezieht sich "Richtungstreue" nicht auf das gesamte Kartenblatt, sondern nur auf den Berührpunkt, was schon darauf hinweist, dass es sich bei richtungstreuen Projektionen vor allem um Azimutalprojektionen handelt.

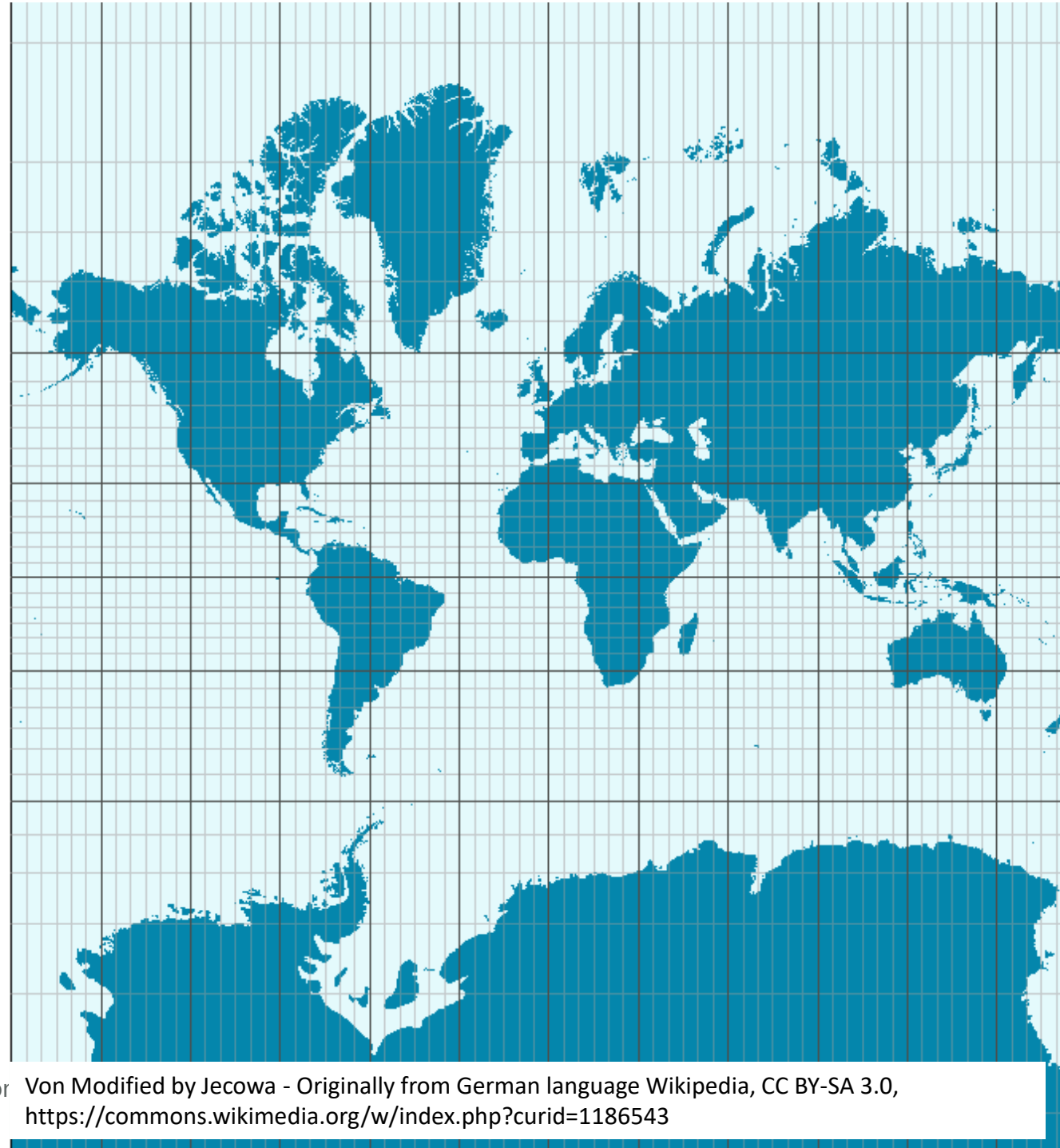
Längentreue Zylinderprojektion

- längentreue nur entlang des Äquators und entlang der Meridiane
- Bei Distanzmessungen mit einer Ost-, Westkomponente wird der Maßstab jedoch rasch größer wenn man sich vom Äquator in Richtung Nord bzw. Südpol bewegt(!)



Mercator Projektion

- Von Gerardus Mercator 1569 entwickelt
- Zylinderprojektion (normale Lage)
- Standard für Navigation: konstante Richtungswinkel



Von Modified by Jecowa - Originally from German language Wikipedia, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1186543

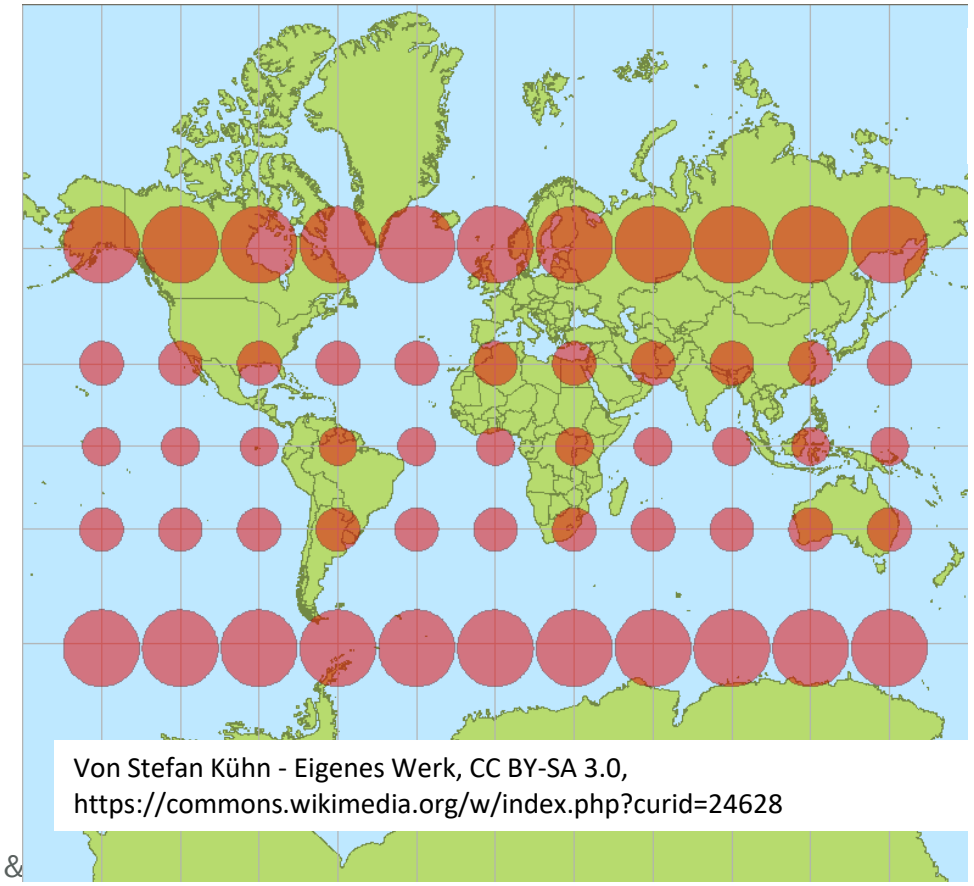
Tissot‘sche Indikatrix

- Eine Karte sollte möglichst exakt das Original wiedergeben. Bei der Abbildung der Kugel auf die Ebene sind allerdings Verzerrungen unvermeidlich.
- Dieses Phänomen kann man sich mit Hilfe einer Orange vorstellen:
  - Selbst wenn man es schafft, diese in einem Stück zu schälen, kann man die Schale (Erdoberfläche) nur mit starkem Drücken flach bekommen (Papier)
  - und nimmt dabei Verzerrungen in Kauf (die Schale dehnt sich, reißt oder faltet sich).
  - Dieses Phänomen der Verzerrung lässt sich differenzialgeometrisch begründen.
- Beschreibung der lokalen Verzerrungseigenschaften in einem Punkt wird die Tissot‘sche Indikatrix (Verzerrungsellipse) verwendet.

Tissot‘sche Indikatrix

- Verzerrungsellipsen mit denen die Eigenschaften kartographischer Projektionen in unterschiedlichen Bereichen des Kartenentwurfs beschrieben werden:



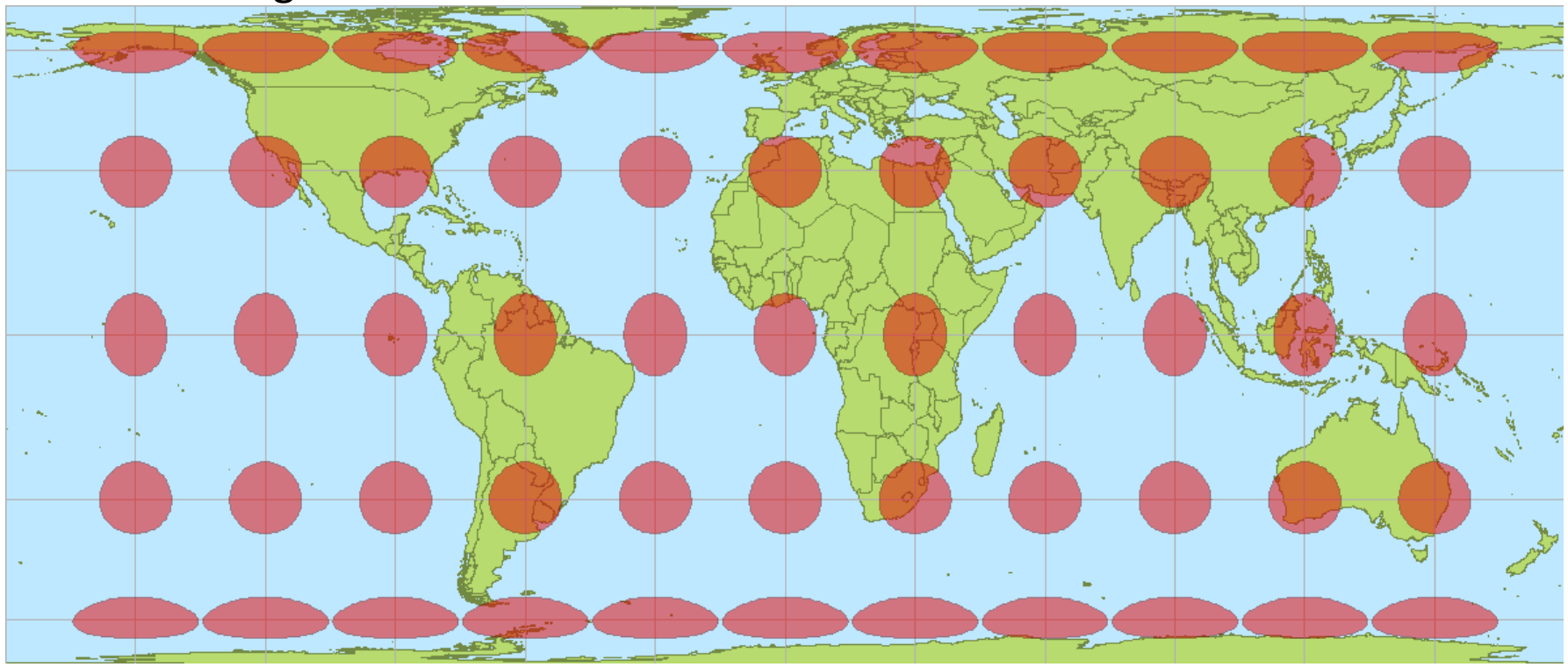


Von Stefan Kühn - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=24628

Mercator Projektion

Tissot‘sche Indikatrix

Behrmanns flächentreuer Schnittzylinderentwurf: Alle Verzerrungsellipsen haben die gleiche Flächengröße.



Tissot‘sche Indikatrix

- Bei **winkeltreuen Entwürfen** sind alle Verzerrungsellipsen **Kreise.**
- Bei **flächentreuen Entwürfen** haben alle Verzerrungsellipsen die **gleiche Flächengröße.**
- Bei **längentreuen** Entwürfen haben die Verzerrungsellipsen **in Richtung der Längentreue gleich große Radien.** Meist sind Karten nur entlang der Breitenkreise oder Meridiane längentreu.

WHAT YOUR FAVORITE

MAP PROJECTION

SAYS ABOUT YOU

MERCATOR



YOU'RE NOT REALLY INTO MAPS.

VAN DER GRINTEN



YOU'RE NOT A COMPLICATED PERSON. YOU LOVE THE MERCATOR PROJECTION; YOU JUST WISH IT WEREN'T SQUARE. THE EARTH'S NOT A SQUARE, IT'S A CIRCLE. YOU LIKE CIRCLES. TODAY IS GONNA BE A GOOD DAY!

ROBINSON



YOU HAVE A COMFORTABLE PAIR OF RUNNING SHOES THAT YOU WEAR EVERYWHERE. YOU LIKE COFFEE AND ENJOY THE BEATLES. YOU THINK THE ROBINSON IS THE BEST-LOOKING PROJECTION, HANDS DOWN.

DYMAXION



YOU LIKE ISAAC ASIMOV, XML, AND SHOES WITH TOES. YOU THINK THE SEGWAY GOT A BAD RAP. YOU OWN 3D GOGGLES, WHICH YOU USE TO VIEW ROTATING MODELS OF BETTER 3D GOGGLES. YOU TYPE IN DVORAK.

WINKEL-TRIPEL



NATIONAL GEOGRAPHIC ADOPTED THE WINKEL-TRIPEL IN 1998, BUT YOU'VE BEEN A WT FAN SINCE *LONG* BEFORE "NAT GEO" SHOWED UP. YOU'RE WORRIED IT'S GETTING PLAYED OUT, AND ARE THINKING OF SWITCHING TO THE KAVRAYSKIY. YOU ONCE LEFT A PARTY IN DISGUST WHEN A GUEST SHOWED UP WEARING SHOES WITH TOES. YOUR FAVORITE MUSICAL GENRE IS "POST-".

HOBO-DYER



YOU WANT TO AVOID CULTURAL IMPERIALISM, BUT YOU'VE HEARD BAD THINGS ABOUT GALL-PETERS. YOU'RE CONFLICT-AVERSE AND BUY ORGANIC. YOU USE A RECENTLY-INVENTED SET OF GENDER-NEUTRAL PRONOUNS AND THINK THAT WHAT THE WORLD NEEDS IS A REVOLUTION IN CONSCIOUSNESS.

GOODE HOMOLOSINE



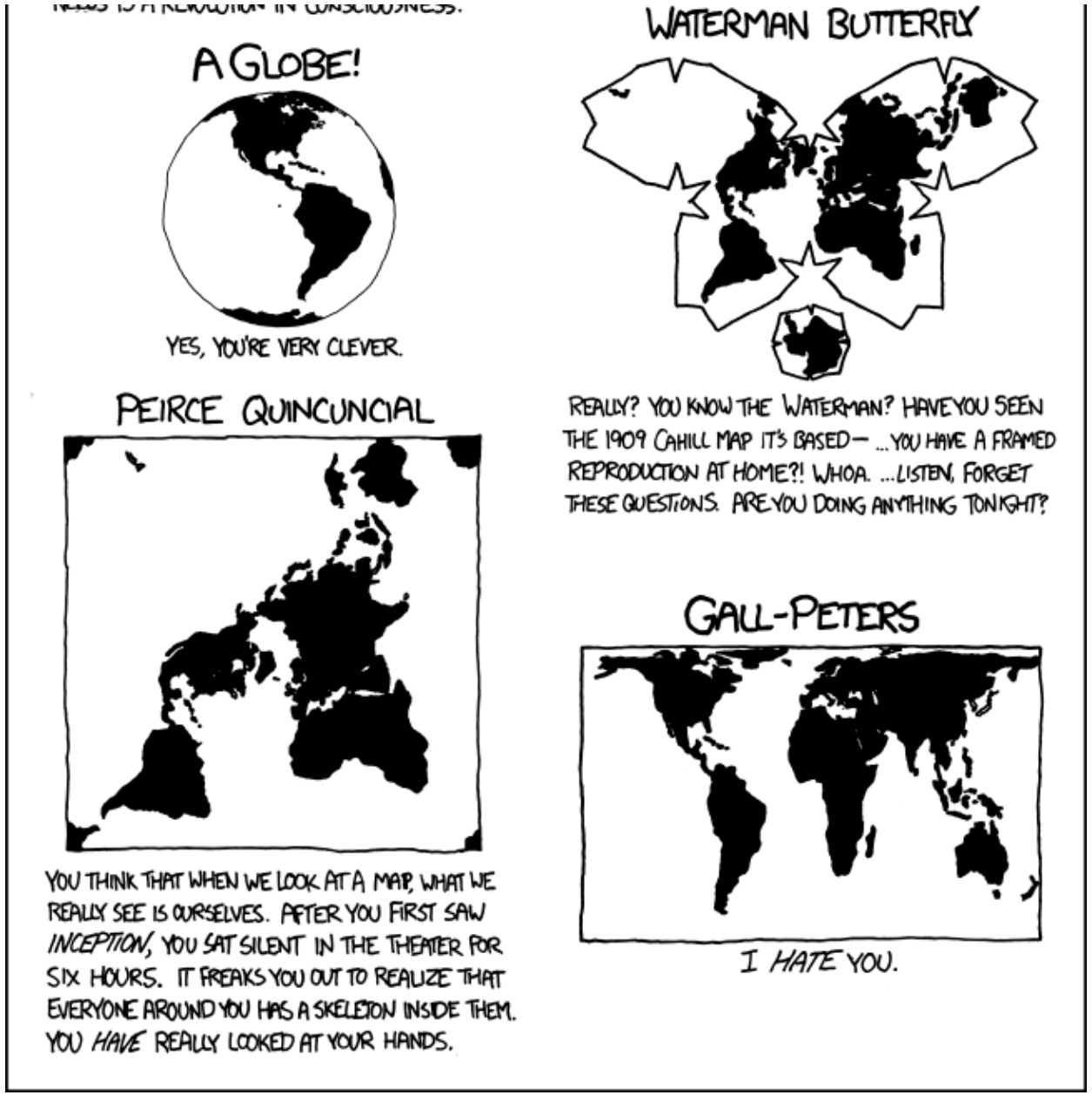
THEY SAY MAPPING THE EARTH ON A 2D SURFACE IS LIKE FLATTENING AN ORANGE PEEL, WHICH SEEMS EASY ENOUGH TO YOU. YOU LIKE EASY SOLUTIONS. YOU THINK WE WOULDN'T HAVE SO MANY PROBLEMS IF WE'D JUST ELECT *NORMAL* PEOPLE TO CONGRESS INSTEAD OF POLITICIANS. YOU THINK AIRLINES SHOULD JUST BUY FOOD FROM THE RESTAURANTS NEAR THE GATES AND SERVE *THAT* ON BOARD. YOU CHANGE YOUR CAR'S OIL, BUT SECRETLY WONDER IF YOU REALLY *NEED* TO.

PLATE CARRÉE

(EQUIRECTANGULAR)



YOU THINK THIS ONE IS FINE. YOU LIKE HOW X AND Y MAP TO LATITUDE AND LONGITUDE. THE OTHER PROJECTIONS OVERCOMPLICATE THINGS. YOU WANT ME TO STOP ASKING ABOUT MAPS SO YOU CAN ENJOY DINNER.


A GLOBE!
YES, YOU'RE VERY CLEVER.
WATERMAN BUTTERFLY
REALLY? YOU KNOW THE WATERMAN? HAVE YOU SEEN THE 1909 CAHILL MAP IT'S BASED— ...YOU HAVE A FRAMED REPRODUCTION AT HOME?! WHOA. ...LISTEN, FORGET THESE QUESTIONS. ARE YOU DOING ANYTHING TONIGHT?
PEIRCE QUINCUNCIAL
YOU THINK THAT WHEN WE LOOK AT A MAP, WHAT WE REALLY SEE IS OURSELVES. AFTER YOU FIRST SAW INCEPTION, YOU SAT SILENT IN THE THEATER FOR SIX HOURS. IT FREAKS YOU OUT TO REALIZE THAT EVERYONE AROUND YOU HAS A SKELETON INSIDE THEM. YOU HAVE REALLY LOOKED AT YOUR HANDS.
GALL-PETERS
I HATE YOU.

UNIVERSITÄT SALZBURG

Geoinformation und Geokommunikation VU

Vorlesungsteil

Katharina Wöhs & Johannes Scholz

katharina.woehs@plus.ac.at; johannes.scholz@plus.ac.at