



# Geoinformation und Geokommunikation VU

## Vorlesungsteil

Paris-Lodron-University Salzburg  
Department of Geoinformatics – Z\_GIS

Katharina Wöhs & Johannes Scholz

Department of Geoinformatics – Z\_GIS  
Paris-Lodron-University Salzburg

✉ [katharina.woehs@plus.ac.at](mailto:katharina.woehs@plus.ac.at); [johannes.scholz@plus.ac.at](mailto:johannes.scholz@plus.ac.at)

🌐 [www.zgis.at](http://www.zgis.at) | | [www.johannesscholz.net](http://www.johannesscholz.net)

🐦 @Joe\_GISc



@Joe\_GISc@mastodon.online



# LV Übersicht

Date	Topic	Nr.	Vortragende
1.10.	Einführung: Karten, Geomedien und Geokommunikation	1	JS (KW)
8.10.	Gestalt der Erde und Gradnetz	2	JS
15.10.	<b>Kartographische Projektionen</b>	<b>3</b>	<b>JS</b>
22.10.	Landeskoordinaten: G-K und UTM	4	JS
5.11.	Topographische Karten und Kartenwerke (incl. Maßstab & Generalisierung)	5	JS
12.11.	Erdbeobachtung aus Satellitenperspektive	6	JS
19.11.	Vom Luftbild zum Orthophoto	7	JS
26.11.	Mit 'anderen Augen' - multispektrale Aufnahmen	8	JS
05.12.	GNSS - Satellitenpositionierung	9	KW
12.12.	Relief und 3D	10	KW
17.12.	Historische Navigation (Weihnachts-EH)	11	KW (JS)
07.01.	Offene Daten(portale) (OGD, SAGIS, ...) / Raumordnung / Katastralmappe - Teil I	12	KW
14.01.	Offene Daten(portale) (OGD, SAGIS, ...) / Raumordnung / Katastralmappe - Teil II	13	KW
21.01.(?)	Prüfungstermin (tbc)		
28.02.(?)	Prüfungstermin (tbc)		

# Wiederholung

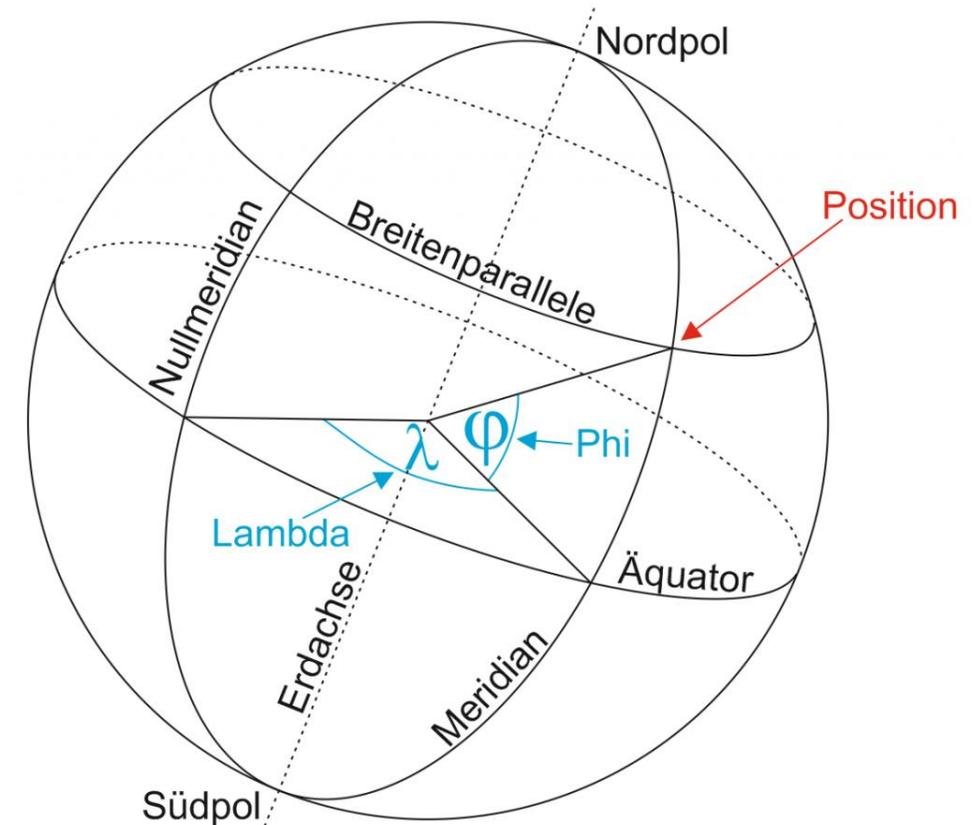
# Gestalt der Erde

- 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 ( $\varphi$ )
- Geographische Länge:
  - Winkelabstand zum Greenwich Meridian ( $\lambda$ )

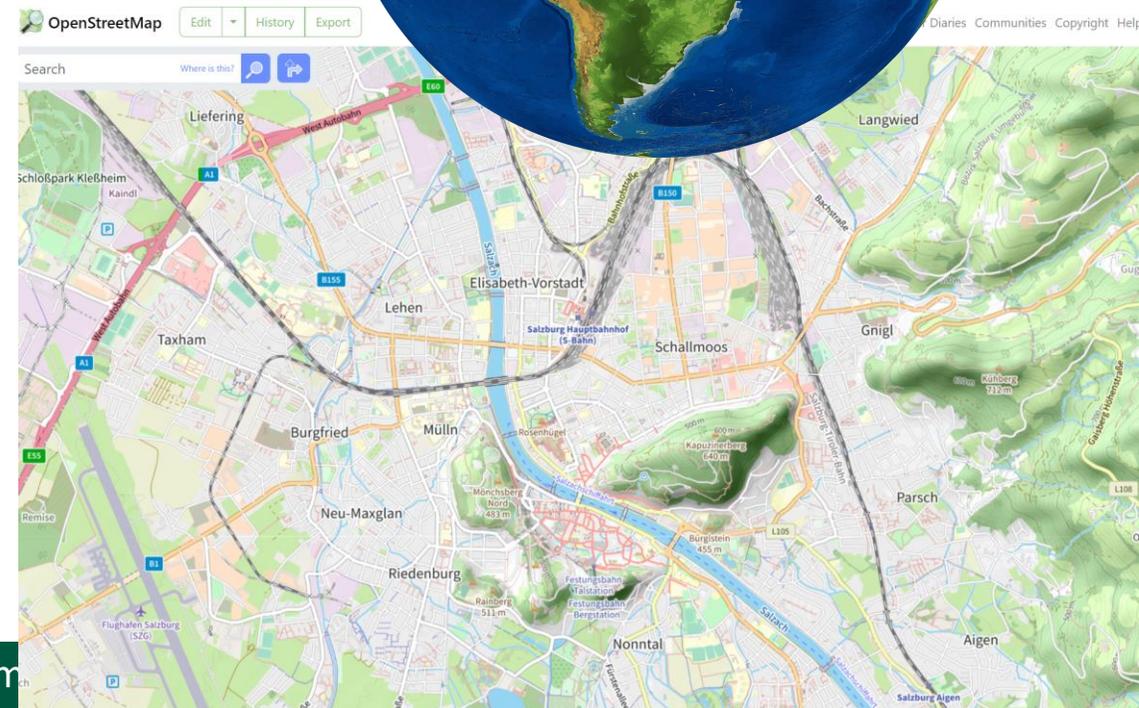


Quelle: [Das Koordinatensystem der Erde – Volkerts Crashkurs Astronavigation \(volker-lotze.de\)](http://volker-lotze.de)

# Kartenprojektionen

# Ziel einer Kartenprojektion

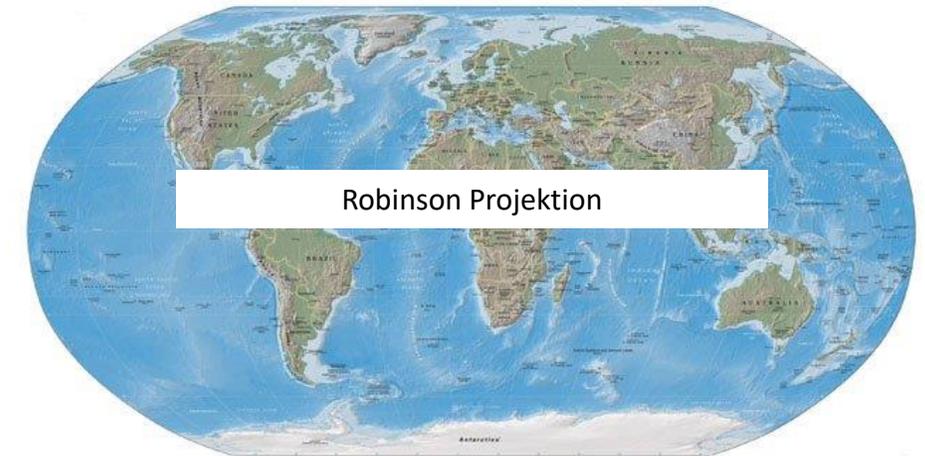
- Eine Methode in der Kartografie, mit der man die gekrümmte Oberfläche der (dreidimensionalen) Erde auf die flache (zweidimensionale) Karte überträgt
- Ca. 400(!) Abbildungsmethoden bekannt!
- Drei Schritte notwendig
  - Auswahl eines Modells für die Form der Erde (Kugel/Ellipsoid/...)
  - Umwandlung der geographischen Koordinaten in kartesische Koordinaten
  - Skalierung der Karte



# Echte vs. Unechte Projektionen

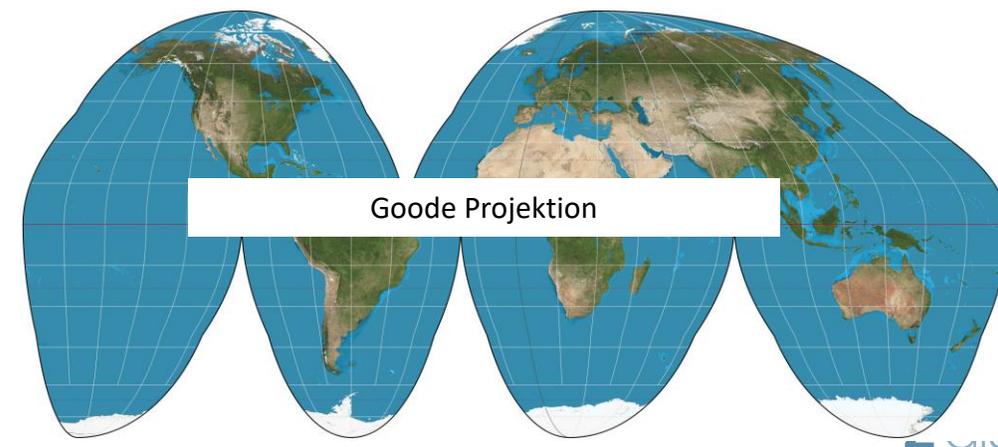
- **Echte Abbildungen**

- die Längengrade bleiben Geraden, die Breitengrade werden als dazu rechtwinklige konzentrische Kreise, Kreisbögen oder Geraden abgebildet.



- **Pseudo Abbildungen**

- haben oben genannte Eigenschaften NICHT!



# ab nun echte Projektionen 😊

# Typen von Projektionen

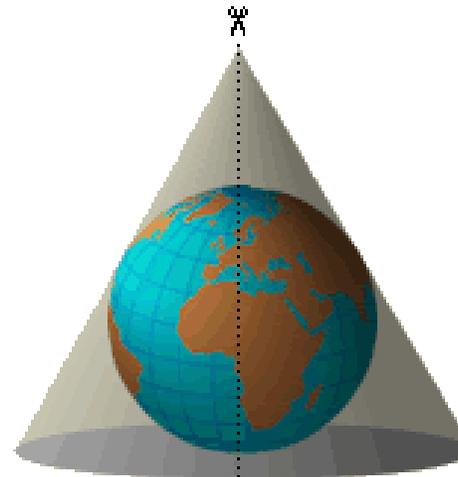
- Anders als in der Darstellung oben entspricht die Projektionsfläche häufig keiner Ebene, sondern wird in Form eines Zylinders oder Kegels um die Erde "herumgewickelt"
  - Ebene / Azimutale Projektionen
  - Zylindrische Projektionen
  - Kegelprojektionen (konische P.)



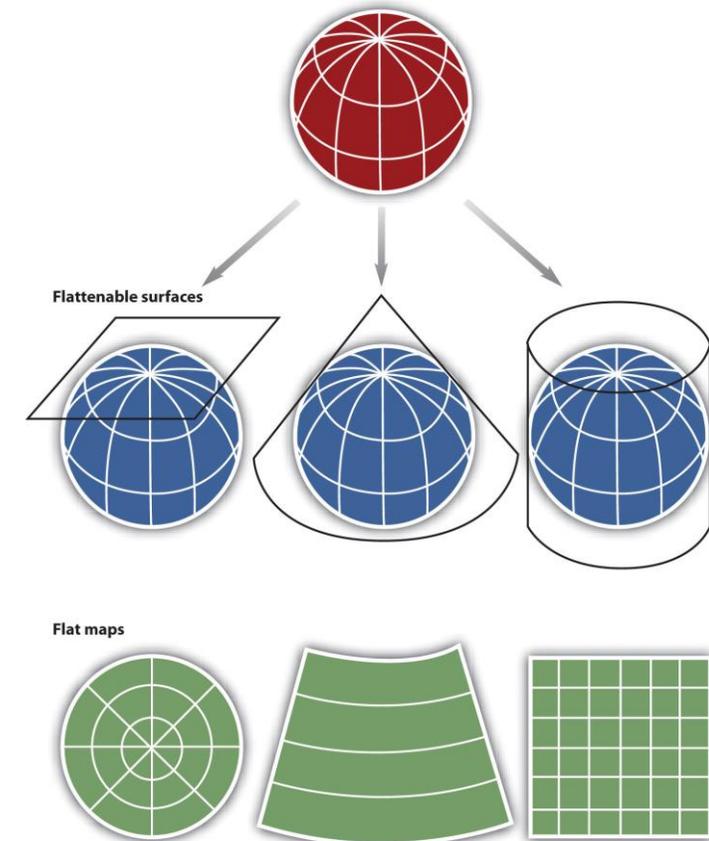
Azimutale Projektion



Zylindrische Projektion

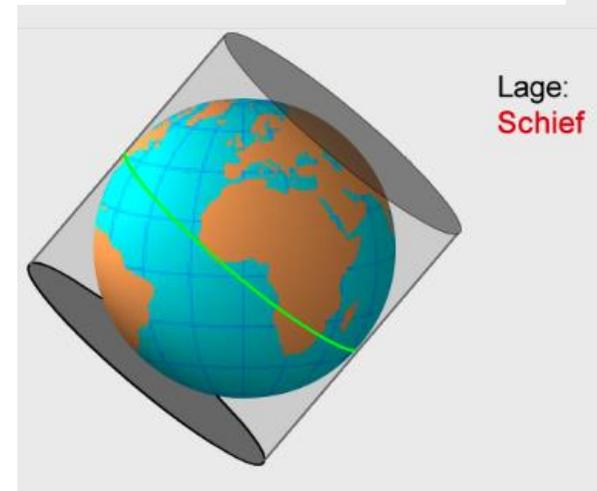


Kegelprojektion



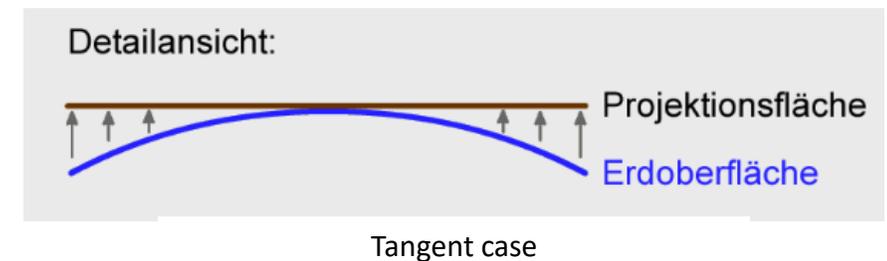
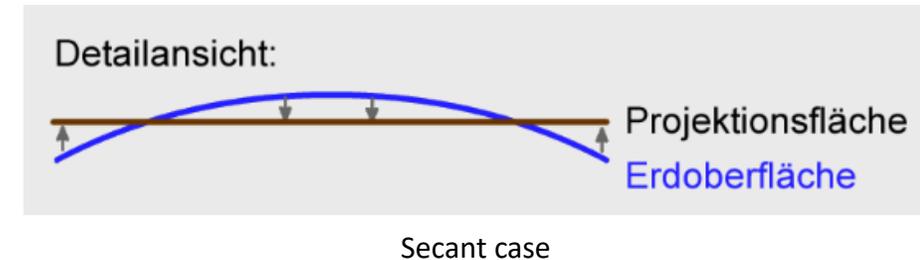
# Orientierung der Bezugsflächen

- **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.



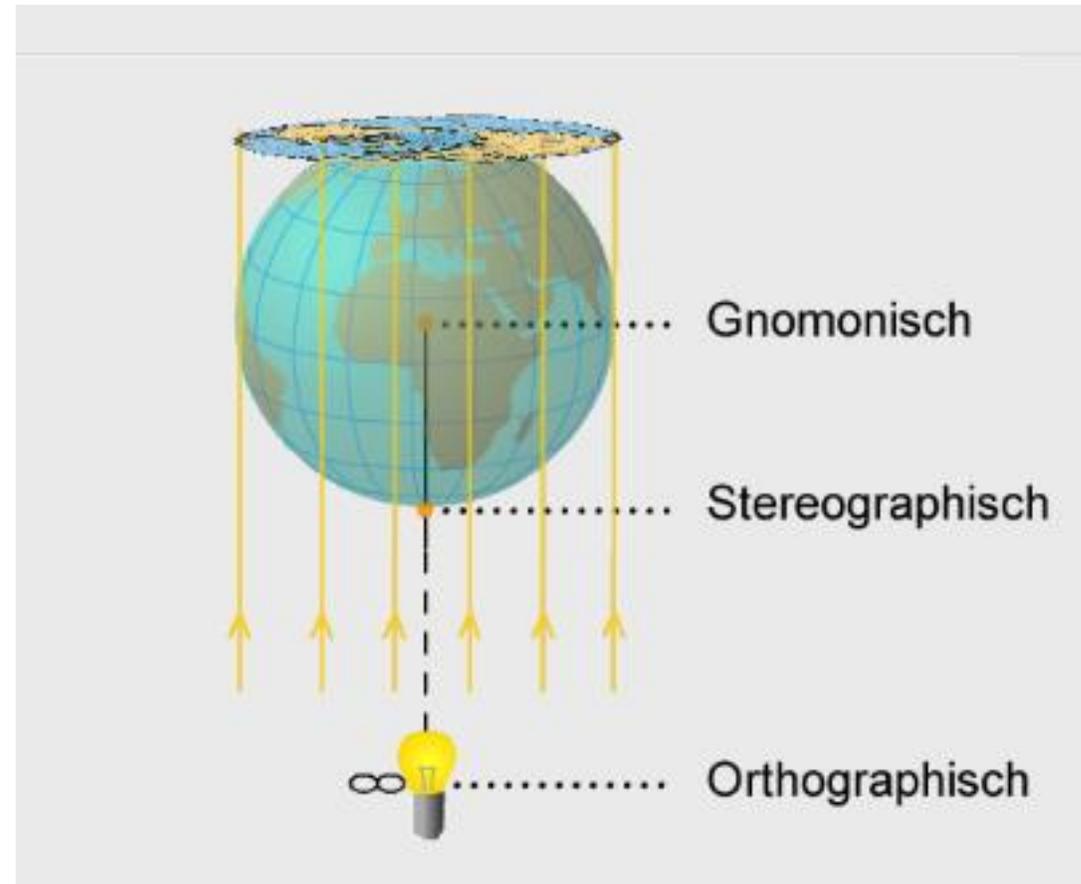
# Berührende oder schneidende Bezugsflächen (?)

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



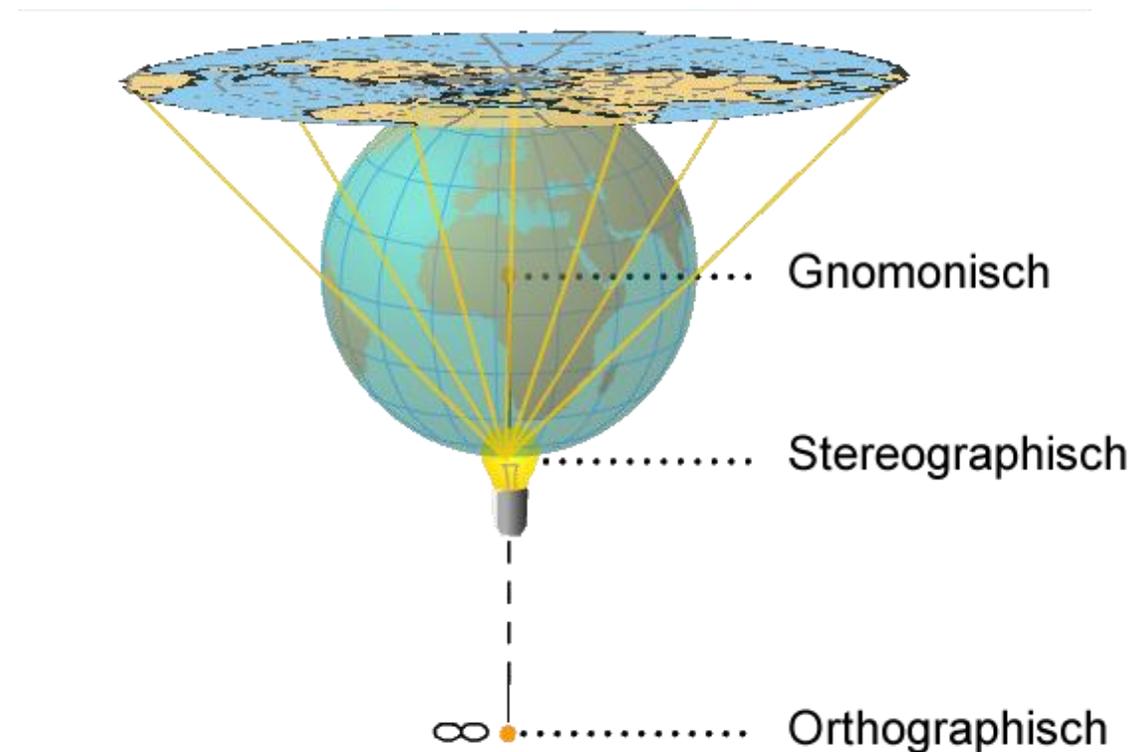
# Abbildungsart

- **"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.



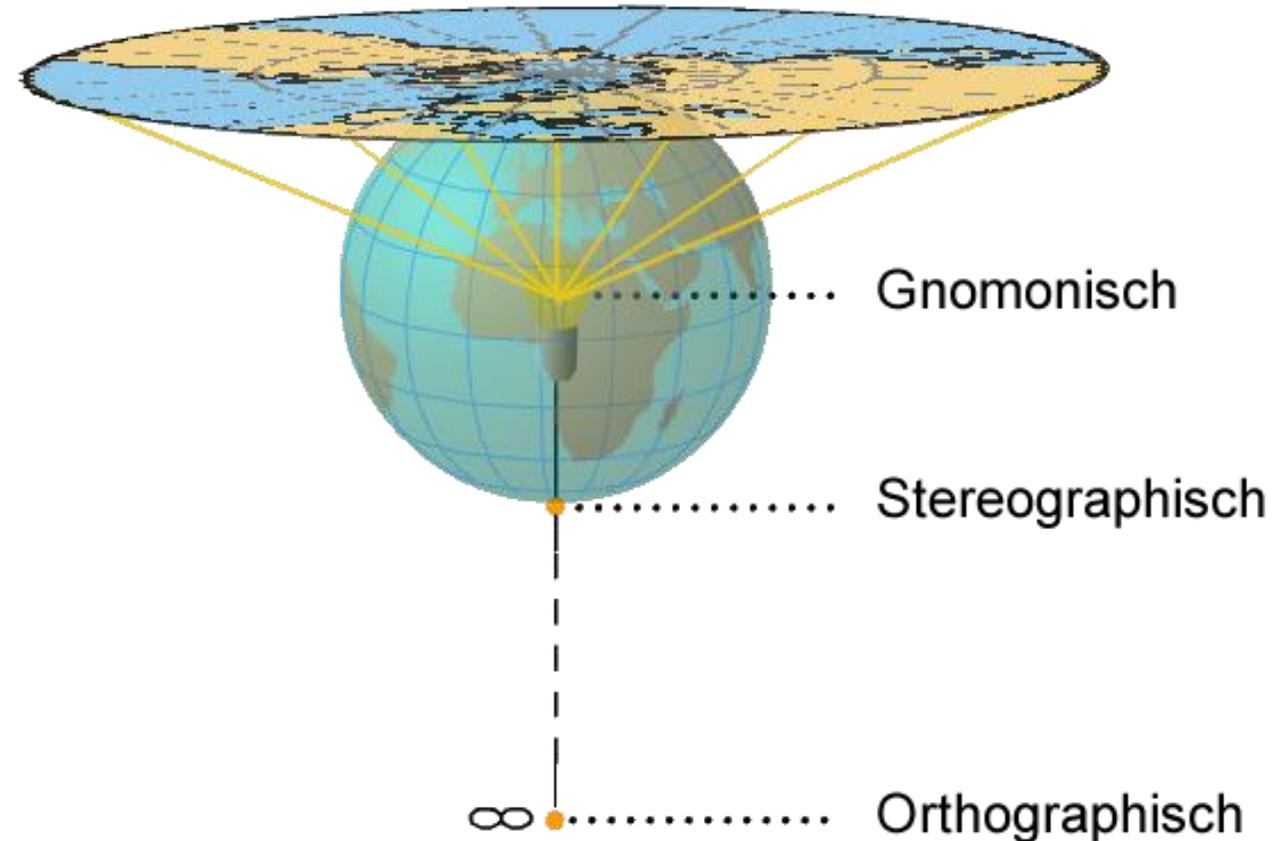
# Abbildungsart

- **"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

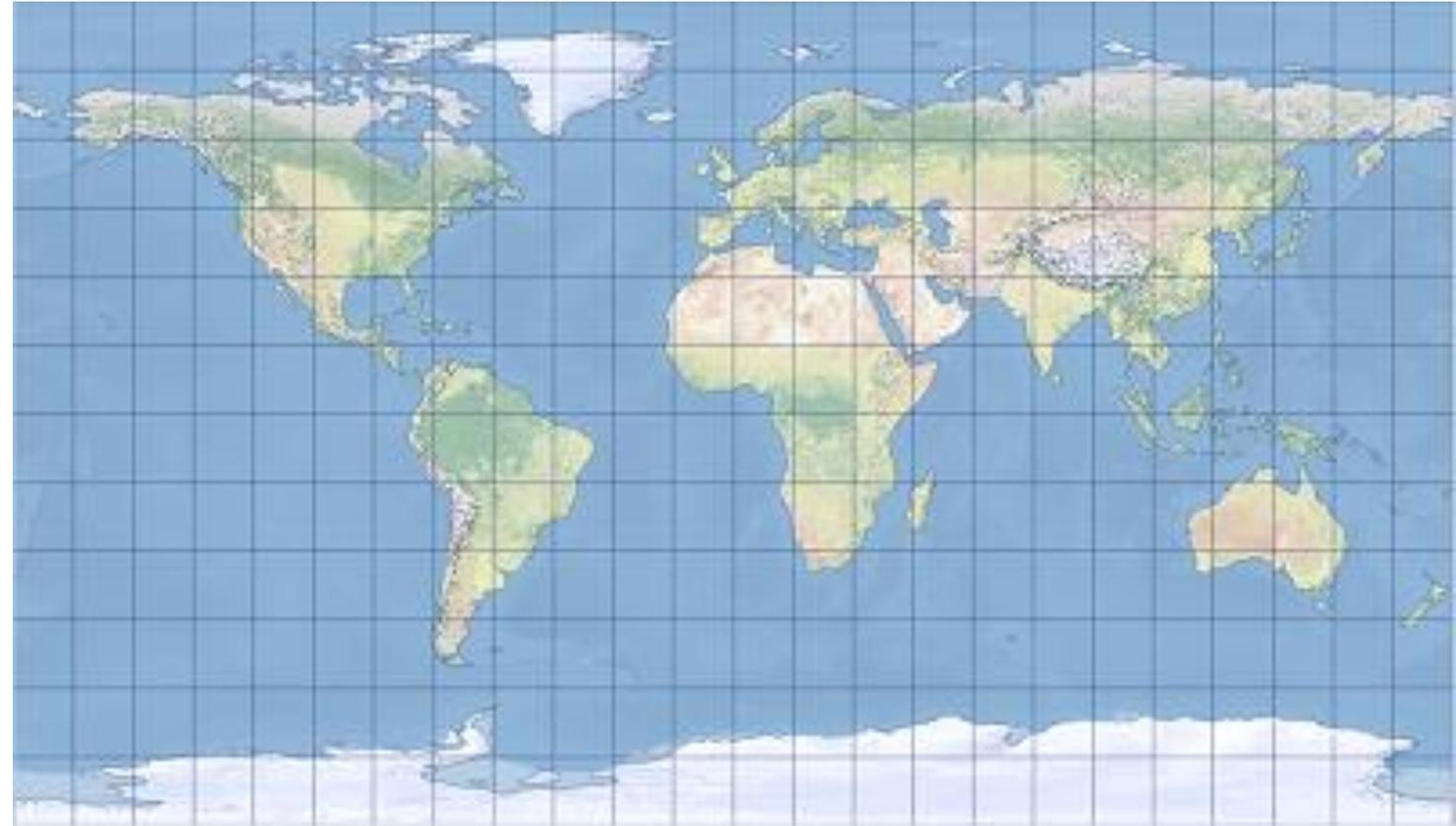
- Längentreue:
  - Es ist unmöglich eine Karte zu erstellen, die in allen Richtungen und zwischen allen Punkten längentreu ist.
  - Daher spricht man anstatt von "Längentreue" besser von "partieller Längentreue,,
- Flächentreue:
  - Bewahrung der erdräumlichen Flächenproportionen über das gesamte Kartenblatt 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 Berührungspunkt, 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

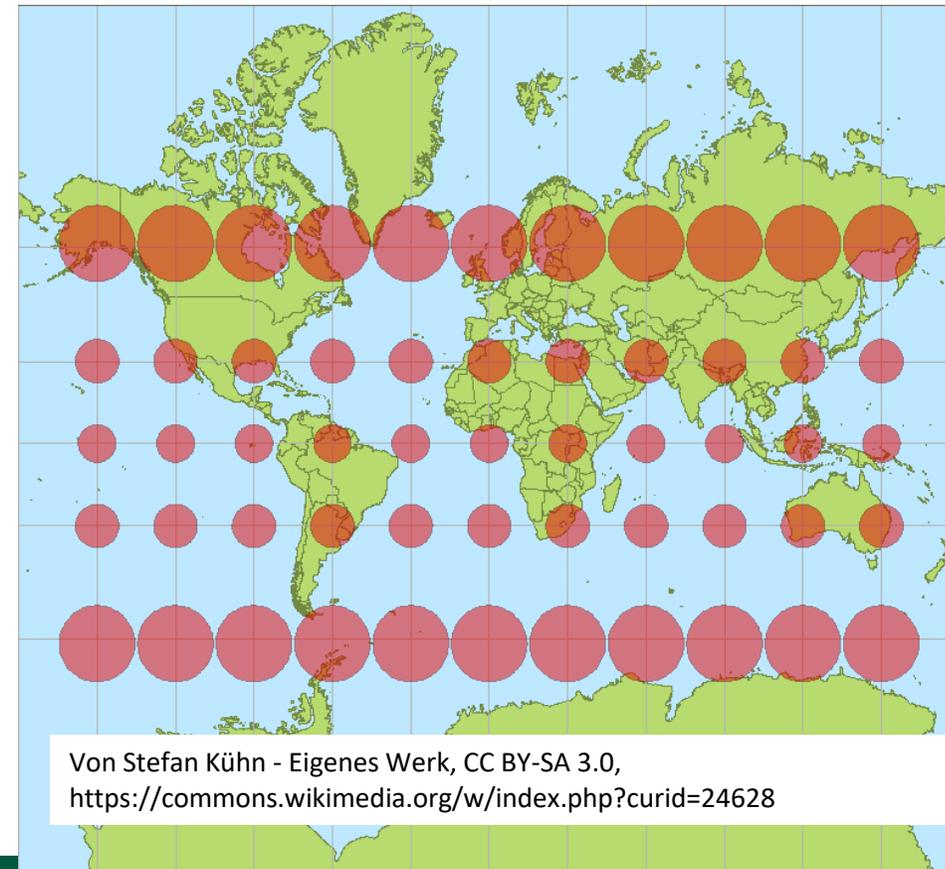


# Tissot'sche Indikatrix

- 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:

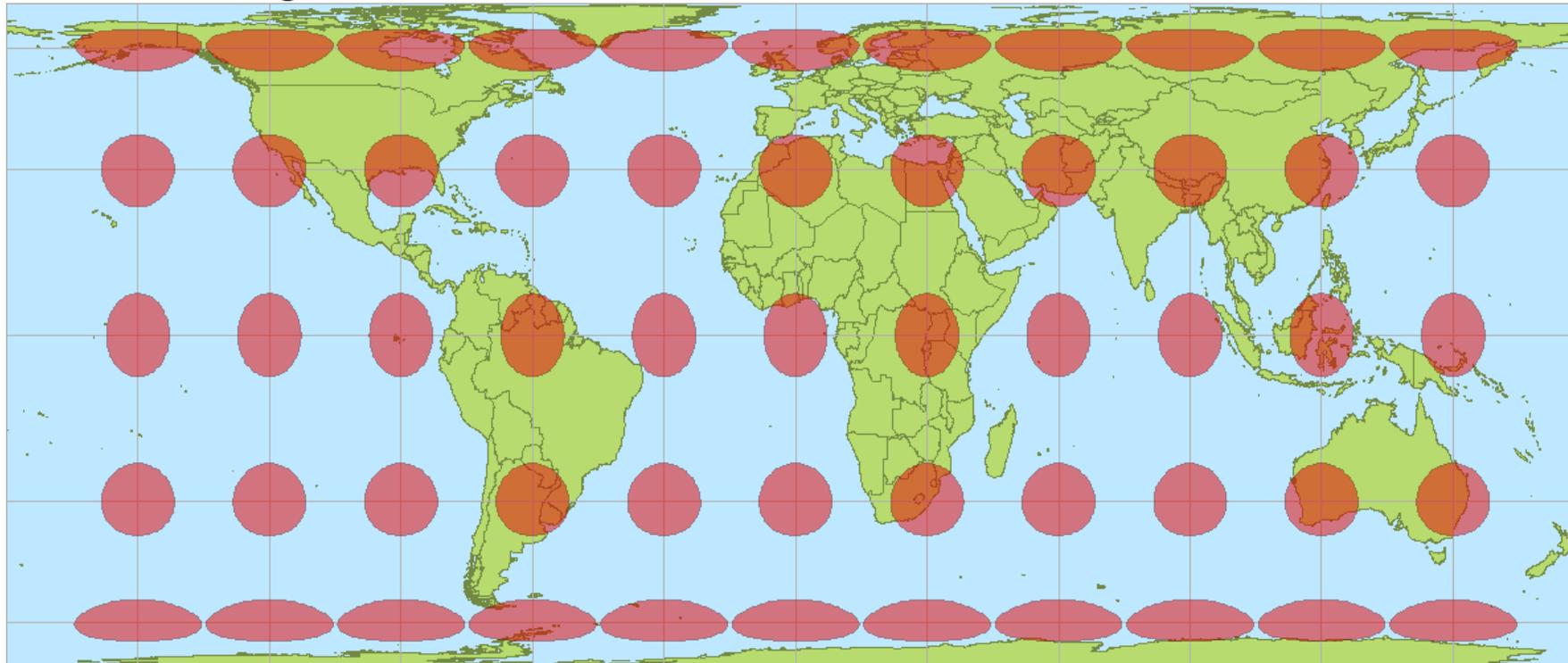


**Mercator  
Projektion**

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

# 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.

**ROBINSON**



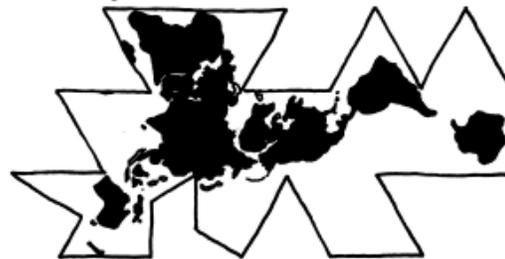
YOU HAVE A COMFORTABLE PAIR OF RUNNING SHOES THAT YOU WEAR EVERYWHERE. YOU LIKE COFFEE AND ENJOY THE BEATLES. YOU THINK THE ROBINSON IS THE BEST-LOOKING PROJECTION, HANDS DOWN.

**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!

**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-TRIPPEL**



NATIONAL GEOGRAPHIC ADOPTED THE WINKEL-TRIPPEL 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-".

**HOB0-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.

PARIS  
 LODRON  
**GOODE HOMOLOGINE**



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.

THIS IS A REVOLUTION IN CONSCIOUSNESS.

A GLOBE!



YES, YOU'RE VERY CLEVER.

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.

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?

GALL-PETERS



I HATE YOU.



# Geoinformation und Geokommunikation VU

## Vorlesungsteil

Paris-Lodron-University Salzburg  
Department of Geoinformatics – Z\_GIS

Katharina Wöhs & Johannes Scholz

Department of Geoinformatics – Z\_GIS  
Paris-Lodron-University Salzburg

✉ [katharina.woehs@plus.ac.at](mailto:katharina.woehs@plus.ac.at); [johannes.scholz@plus.ac.at](mailto:johannes.scholz@plus.ac.at)

🌐 [www.zgis.at](http://www.zgis.at) || [www.johannesscholz.net](http://www.johannesscholz.net)

🐦 @Joe\_GISc    🐙 @Joe\_GISc@mastodon.online

