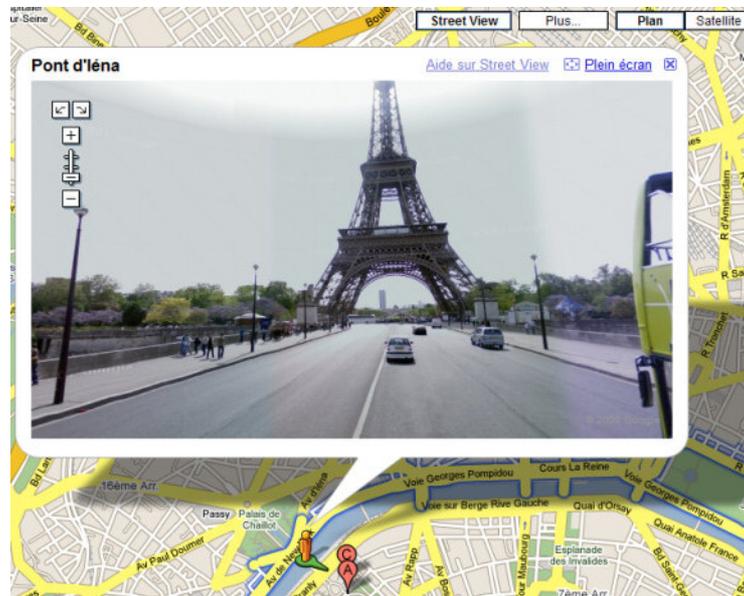


KARTOGRAPHIE



1. WICHTIGE BEGRIFFE IN DER KARTOGRAPHIE

a) Karte

- Sie gibt die Natur exakt wieder
- Sie ist der beste Speicher räumlicher Information
- Sie ist ein historisches Dokument
- Mit einer guten Karte kann man sich nicht verirren
- Sie dient als wichtige Orientierungshilfe
- Sie gibt die Natur stark verkleinert, vereinfacht und inhaltlich ergänzt wieder

richtig falsch

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

b) Atlas

- Er ist eine systematische Sammlung von Karten
- Er ist eine Sammlung der wichtigsten Karten der Welt
- Er enthält alle wichtigen Übersichtskarten der Welt

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

22

1c) Kartenmassstab



23

Kartenmassstab

- grundsätzlich gibt der Kartenmassstab das Verhältnis der Kartenstrecke zur wahren Strecke in der Natur an
Bsp: 1:200'000 → 1cm auf Karte ist in Realität 200'000 cm bzw. 2000m bzw. 2km
- Merke:
 - Ein grosser Massstab hat eine kleine Massstabszahl.
 - Bei einem grossen Massstab wird das gleiche Gebiet auf einer grösseren Fläche auf dem Papier abgebildet, weshalb dann mehr Details eingezeichnet werden können.

24

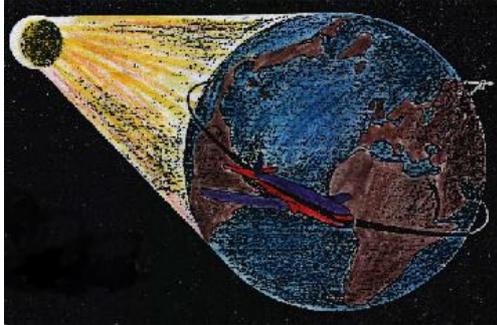
Kartenmassstab

	richtig	falsch
• Ein grosser Massstab bewirkt eine kleine Kartenfläche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Er zeigt an, wieviel mal kleiner eine Strecke auf der Karte abgebildet ist als in der Wirklichkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Ein grosser Massstab stellt ein Gebiet gross dar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Eine grosse Massstabszahl bedeutet einen kleinen Massstab.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• 1:10'000 ist ein grösserer Massstab als 1:100'000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Je grösser die Massstabszahl, desto detaillierter ist der Karteninhalt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• 1 cm auf der Karte entspricht in der Natur bei einem Massstab von 1:10'000 einem Kilometer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Der Reduktionsmassstab befindet sich auf vielen Karten als distanzbeschriftete Strecke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1d) Koordinaten



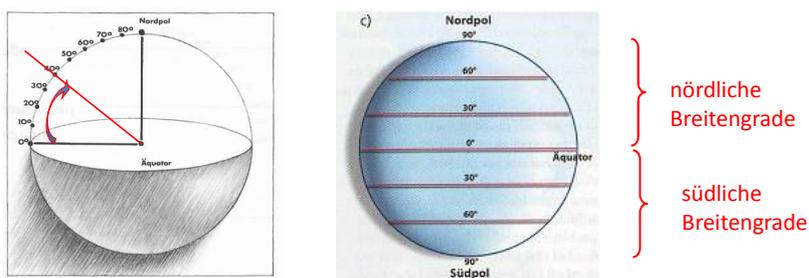
Das Gradnetz der Erde



Wegen der Kugelgestalt der Erde ist beispielsweise die Angabe der Position eines Schiffes auf dem Ozean schwierig...

28

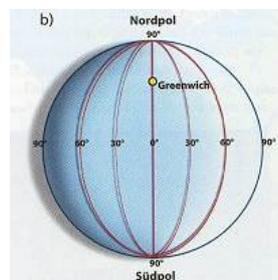
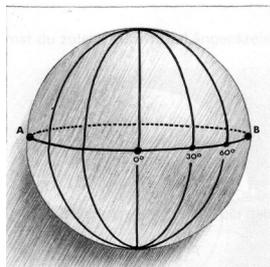
Breitengrade



In Gedanken überzieht man die Erdkugel mit so genannten Breitengraden oder Parallelkreisen, welche parallel zum Äquator verlaufen. Dabei misst man vom Erdmittelpunkt aus in Grad vom Äquator bis zum Nordpol. Wir Schweizer leben ungefähr auf 47 Grad nördlicher Breite. Man notiert das meist so: 47° N (resp. S für südliche Breite)

29

Längengrade oder Meridiane



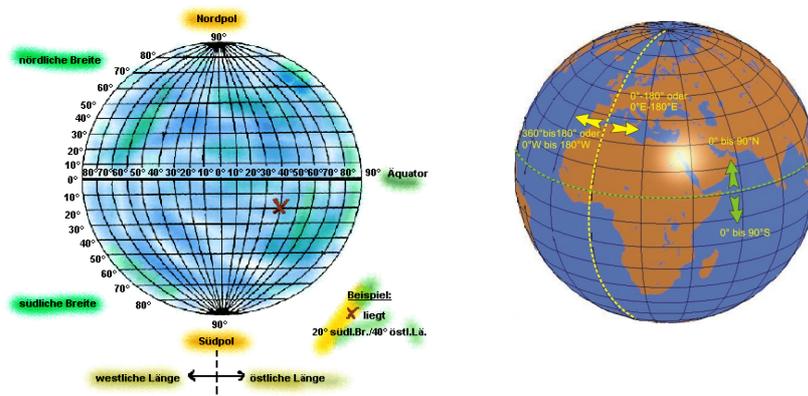
Längengrade nach Westen Längengrade nach Osten

Die Erde wird auch noch mit Längengraden (oder Meridianen) überzogen. Dabei geht der 0°-Längenmeridian durch die alte Sternwarte Greenwich in London. Die Längengrade treffen sich auf der gegenüberliegenden Seite des 0°-Meridians bei 180° E oder 180° W.

30

Breitengrade und Längengrade

Man nennt immer als erstes die geogr. Breite und als zweites die geogr. Länge.

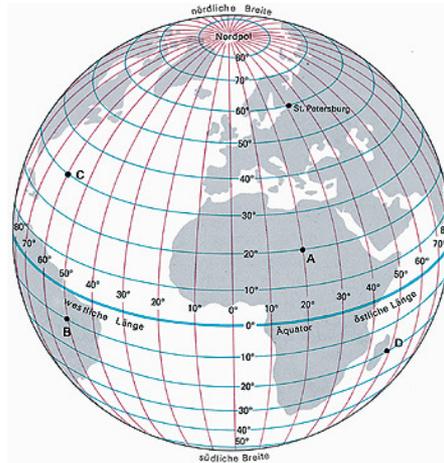


Beispiel: X liegt bei 20° südlicher Breite und 40° östlicher Länge.

31

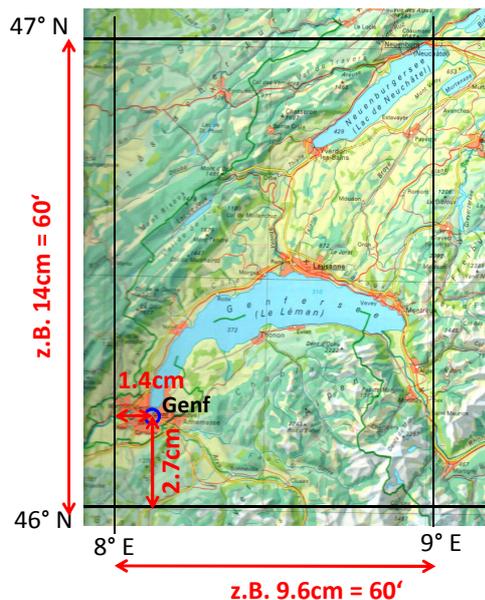
Genauere Angabe mit Minuten

- **Problem:** Was ist, wenn ein Punkt auf der Erdoberfläche nicht genau auf den Schnittpunkten von ganzen Längen und Breitengraden liegt?
- **Lösung:** Feinere Unterteilung in Minuten, wobei 1 Grad 60 Minuten entspricht ($1^\circ = 60'$)



32

Beispiel: Berechnung der Koordinaten von Genf



Berechnung Geogr. Breite

$$1^\circ: 14 \text{ cm} = 0,0714^\circ/\text{cm}$$

$$2,7 \text{ cm} \cdot 0,0714^\circ/\text{cm} = 0,192^\circ$$

$$0,192^\circ \cdot 60' \approx 12'$$

Berechnung Geogr. Länge

$$1^\circ: 9,6 \text{ cm} = 0,1042^\circ/\text{cm}$$

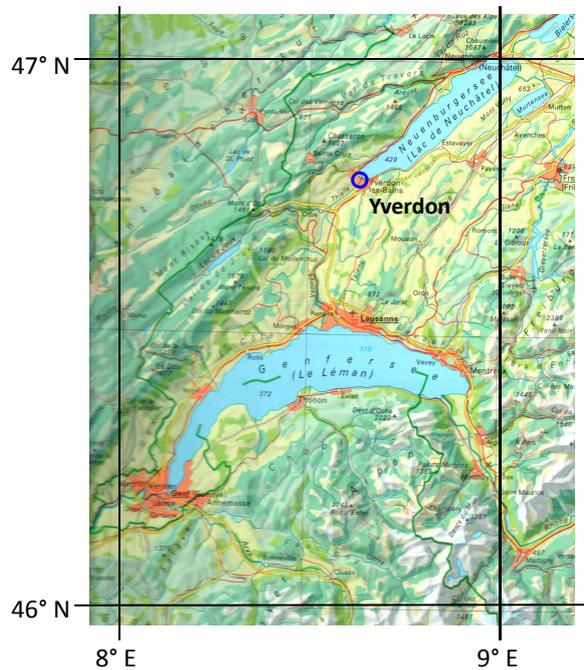
$$1,4 \text{ cm} \cdot 0,1042^\circ/\text{cm} = 0,1458^\circ$$

$$0,1458^\circ \cdot 60' \approx 9'$$

Koordinaten von Genf:

$$46^\circ 12' \text{ N} / 6^\circ 9' \text{ E}$$

33

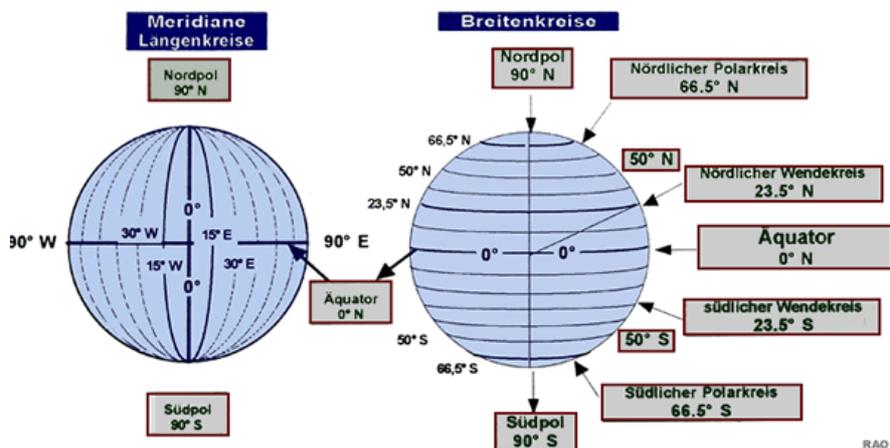


Aufgabe:
Berechne die Koordinaten
von Yverdon.

Noch genauere Angabe mit Sekunden

- Wenn wir einen Punkt auf der Erdoberfläche noch genauer bestimmen wollen, dann können die einzelnen Minuten noch in Sekunden unterteilen, wobei gilt:
1 Minute = 60 Sekunden ($1' = 60''$)
- Die Angabe eines Punktes auf der Erdoberfläche könnte dann lauten:
 $37^{\circ} 46' 23'' \text{ S} / \text{S } 175^{\circ} 18' 58'' \text{ E}$
sprich: 37 Grad 46 Minuten 23 Sekunden südliche Breite und
175° 18 Minuten 58 Sekunden östliche Länge

Zusammenfassung



37

Aufgabe

Bestimme nun mit dem Atlas die geografische Lage folgender Orte (Angabe mit Grad und Minute).

Ort	Breite	Länge
Bern		
Moskau		
New York		
Kairo		
Kapstadt		
Mount Everest		

38

Aufgabe

Und nun umgekehrt: Suche und notiere dir folgende Ortschaften. Für die grobe Orientierung könnte Dir die S. 174/175 im Atlas nützlich sein...

Ort	Breiten-grad	Längengrad
	48° 51' N	2° 21' E
	52° 07' N	106° 38' W
	31° 15' N	121° 25' E
	40° 48' S	63° 13' W
	35° 41' N	139° 41' E
	28° 07' N	15° 25' W

40

2. GEODÄTISCHE GRUNDLAGEN

Definition Geodäsie

Die Geodäsie ist die Wissenschaft von der Ausmessung und Abbildung der Erdoberfläche.

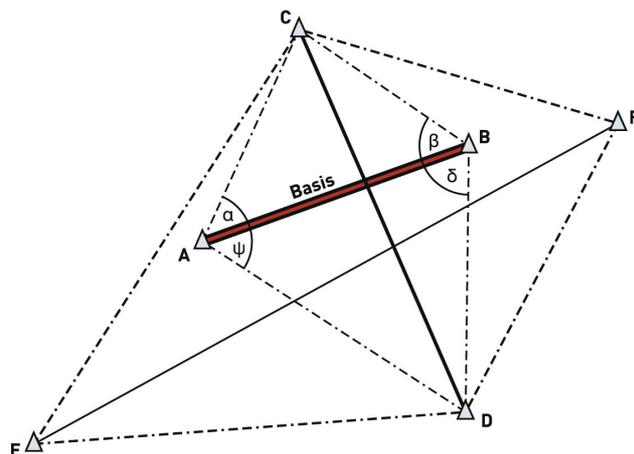
2a) Bezugsflächen

- Für Lagemessungen dient das Rotationsellipsoid (z.B. nach Bessel 1840).
- Für Höhenmessungen dient das Geoid (z.B. nach Listing 1873). Das Geoid entspricht ungefähr der ruhenden Meeresoberfläche.

2b) Lagemessungen

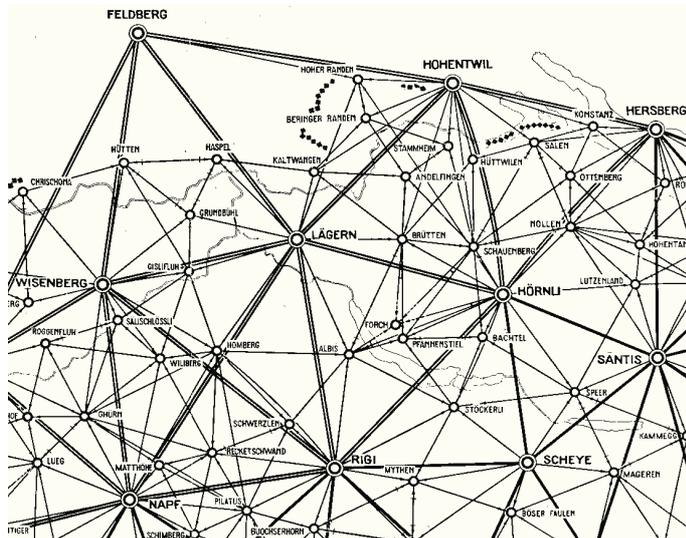
- als Methode der Vermessung diente die Dreiecksmessung (=Triangulation)
- Vorgehen:
 - eine Strecke A-B wird mit einem Tachymeter genau vermessen
 - mit Hilfe dieser Strecke und der Winkel (Messgerät: Theodolit) kann die Lage von weiteren Punkten rechnerisch ermittelt werden
- auf diese Weise entstanden in der Schweiz Triangulationsnetze 1. – 4. Ordnung mit insgesamt über 70'000 Triangulationspunkten (markiert mit Granitstein oder Messingbolzen)
- Punkte 1. Ordnung sind 30-50 km auseinander

Triangulation



Quelle: H.R. Egli / M. Hasler (Hrsg.) (2010): *Geografie – Wissen und verstehen*. hep verlag ag, Bern.

Ausschnitt aus dem Triangulationnetz 1. und 2. Ordnung

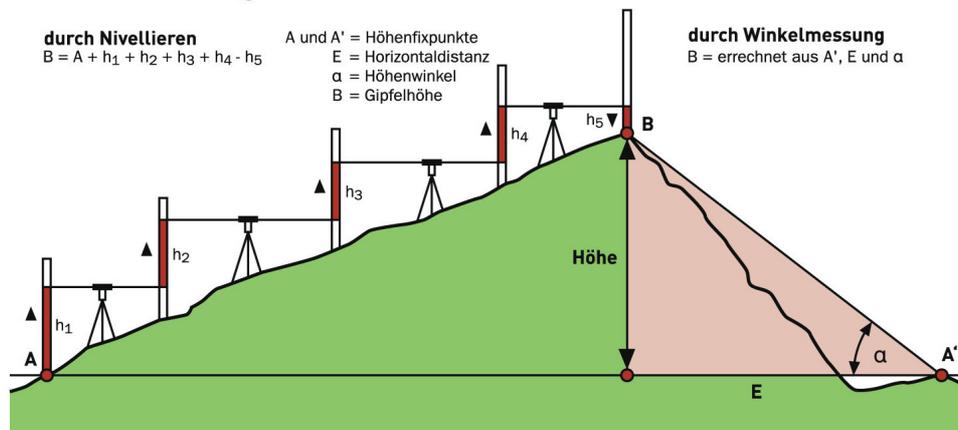


Quelle: <http://www.maplan.ch/karten/bilder/zoelly.gif>

2c) Höhenmessung

- zu allen Triangulationspunkten wurde auch die Höhe bestimmt
- die Höhe entspricht grundsätzlich dem lotrecht gemessenen Abstand zum Geoid
- Ausgangspunkt für die Schweiz: Pierre du Niton (373.60 m.ü.M.) im Genfer Hafen
- Vorgehen: Mit Hilfe eines Nivelliergerätes und mit Messlatten wird in mehreren Schritten der Höhenunterschied zwischen den Triangulationspunkten ermittelt (siehe Graphik)

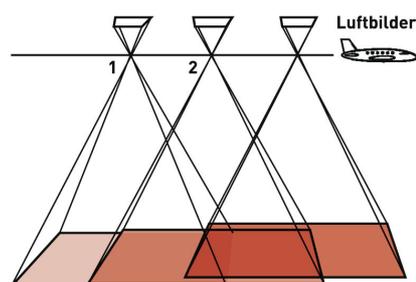
Höhenbestimmung



Quelle: H.R. Egli / M. Hasler (Hrsg.) (2010): Geografie – Wissen und verstehen. hep verlag ag, Bern.

2d) Aero-Fotogrammetrie

- Aero-Fotogrammetrie ist die systematische Aufnahme eines Gebietes mit einer in einem Flugzeug eingebauten Kamera
- das Flugzeug überfliegt das Gebiet nach einem festgelegten Flugplan in ca. 4000 Metern über Grund
- die Luftbilder überlappen sich ca. 70-80%, wodurch das stereoskopische, räumliche Betrachten der Bilder möglich wird



2e) Feldbegehungen

- trotz Fotogrammetrie sind auch Feldbegehungen nötig, weil beispielsweise Waldwege fotogrammetrisch nicht erfassbar sind oder Baubaraken nicht von permanenten Bauten unterschieden werden können

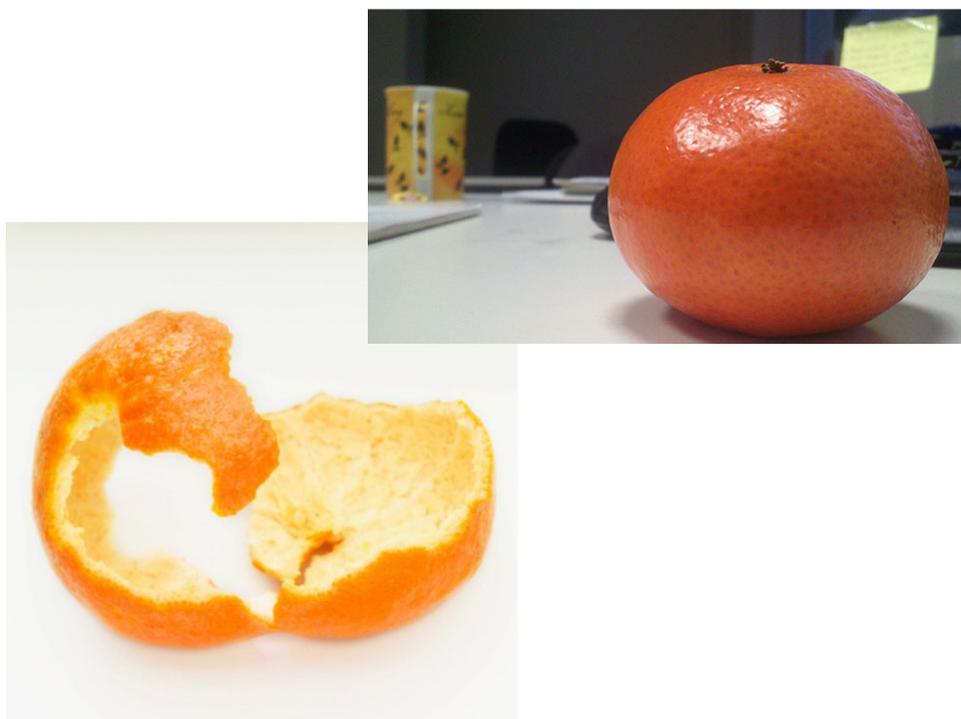


2f) Geographisches Informationssystem (GIS)

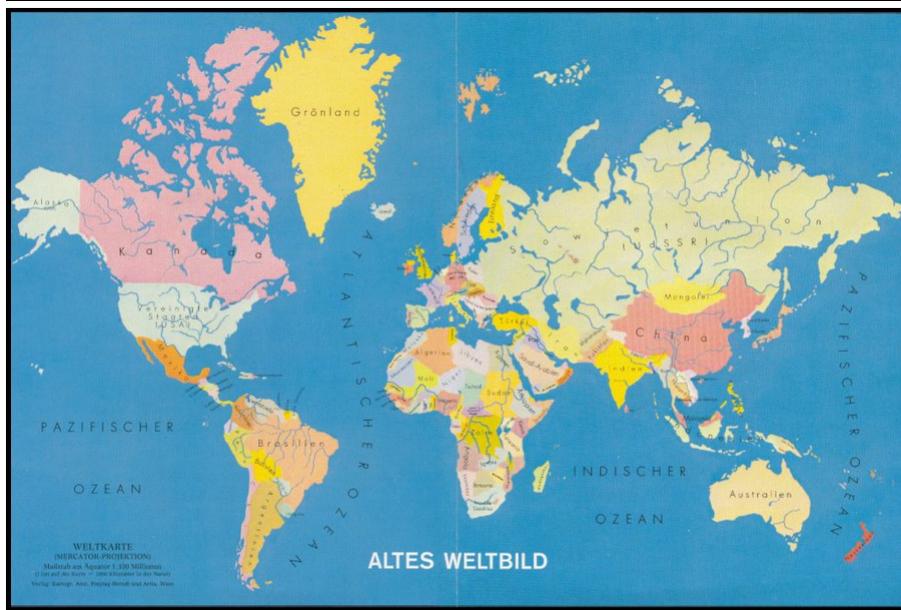
- die Nachführung von Karten erfolgt heute digital am Bildschirm bis zur druckfertigen Vorlage
- GIS bedeutet Geographisches Informationssystem
- mit GIS können räumliche Daten in thematischen Ebenen erfasst, analysiert, verwaltet und digital oder als Karten aufbereitet wiedergegeben werden
- GIS kann aber noch viel mehr, z.B.
 - *Herstellung von thematischen Karten (z.B. die Bevölkerungsdichte der verschiedenen Kantone der Schweiz)*
 - *die Abfrage von räumlichen Daten (z.B. von Bushaltestellen in einem bestimmten Umkreis von einem bestimmten Punkt)*
 - *Modellierung von Murgängen, Lawinen, oder der Ausbreitung von einem Waldbrand*
 - *Nachverfolgung von einem Luchs der ein Senderhalsband trägt*
 - *etc., etc. ...*

2g) Kartenprojektionen

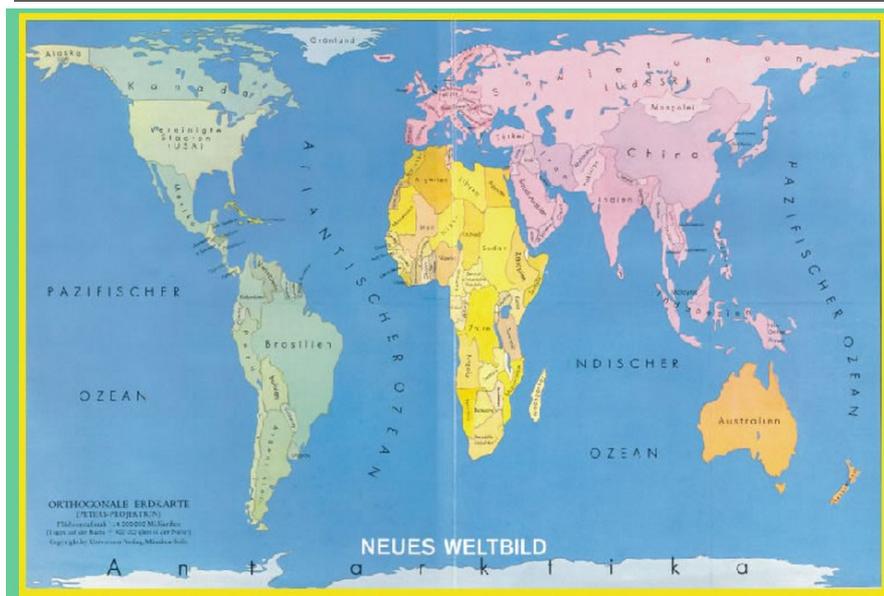
- Der Globus ist das getreueste Nachbild der Erde.
- Was passiert, wenn wir die Erdoberfläche versuchen auf eine Ebene abzubilden?



Was stimmt mit dieser Weltkarte nicht?



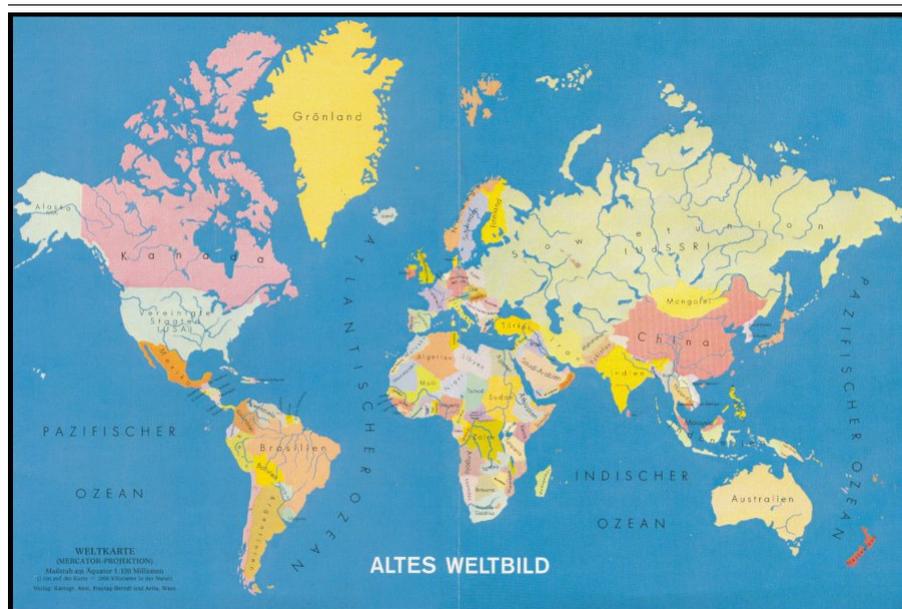
Was stimmt mit dieser Weltkarte nicht?



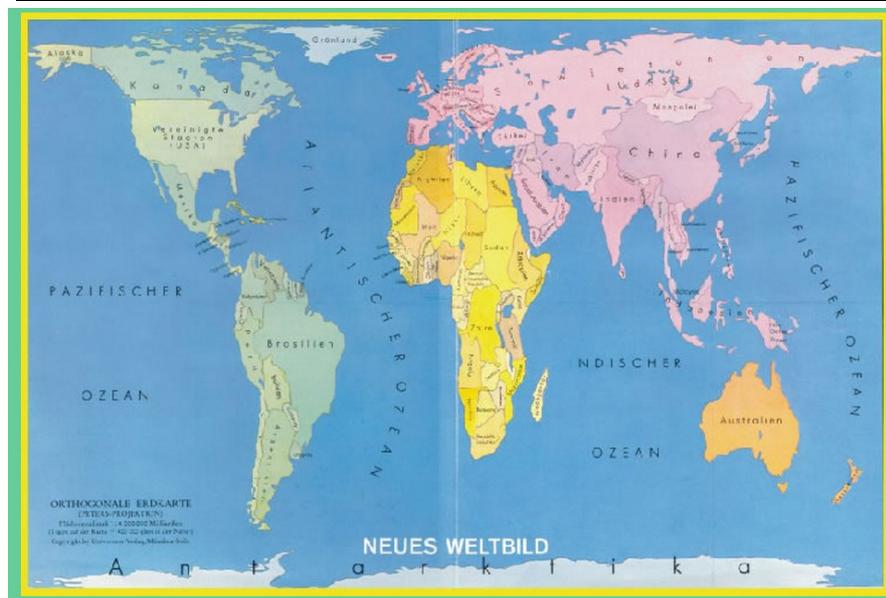
Kartenprojektionen

- Keine Karte kann alle drei genannten Eigenschaften besitzen. Verzerrungen sind zwingend.
- Winkeltreue Karten:
 - nicht flächentreu (starke Verzerrungen!), nur für wenige Strecken längentreu → Umrisslinien werden wahrheitsgetreu gezeigt, nicht aber die Fläche
 - Anwendung: Navigation (Schifffahrt, Flugverkehr)
- Flächentreue Karten:
 - nicht winkeltreu, nur für wenige Strecken längentreu → Fläche wird wahrheitsgetreu gezeigt, nicht aber die Umrisslinien!
 - Anwendung: thematische Karten, wo die Vergleichbarkeit eine Rolle spielt (z.B. Bevölkerungskarten)
- Längentreue Karten: nur von einem Punkt aus längentreu, und weder winkel- noch flächentreu

Beispiel: Winkeltreue Weltkarte



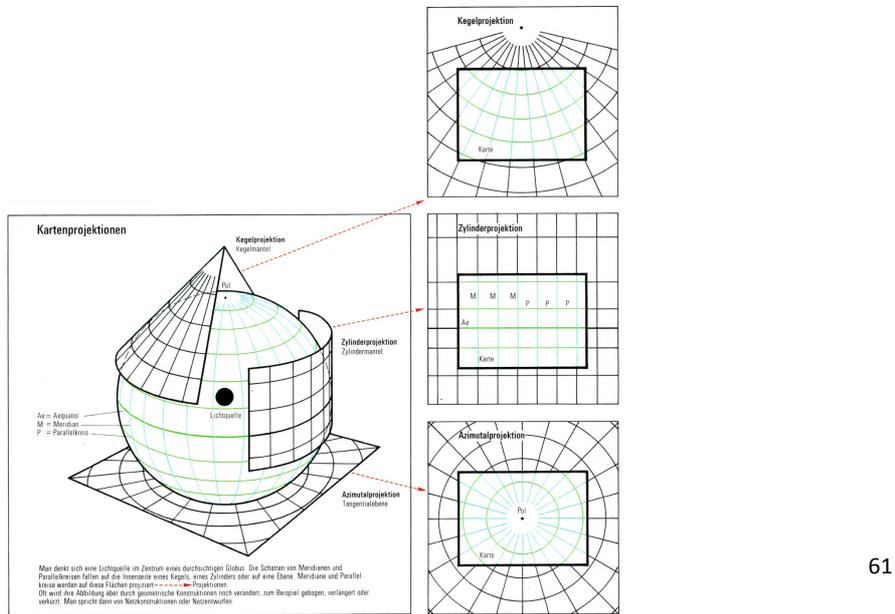
Beispiel: Flächentreue Weltkarte



Kartenprojektionen

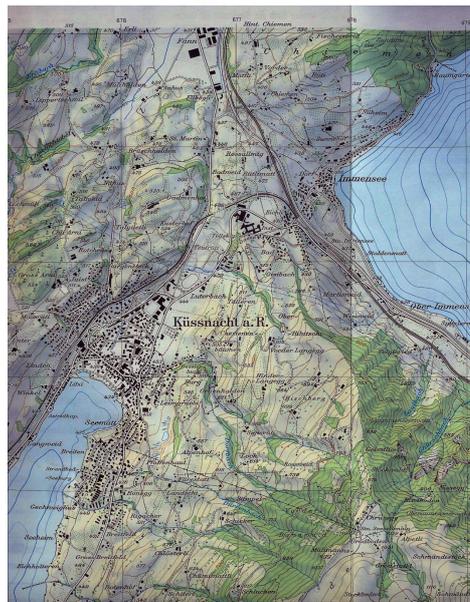
- Das ebene, verzerrte Abbild eines Kugelnetzes nennt man Kartenprojektion.
- Die drei wichtigsten Projektionsarten sind:
 - die Zylinderprojektion
 - die Kegelprojektion
 - die Azimutalprojektion

Kartenprojektionen



3. Kartographische Gestaltung

Welche Gestaltungsmittel gibt es, um eine Karte zu zeichnen?



Kartographische Gestaltung

a) Gestaltungsmittel

- Punkte (z.B. Höhenpunkte)
- Linien (z.B. Fahrstrasse)
- Flächen (z.B. Seefläche)
- Signaturen (z.B. Reservoir)
- Schriften (z.B. Stadtname)

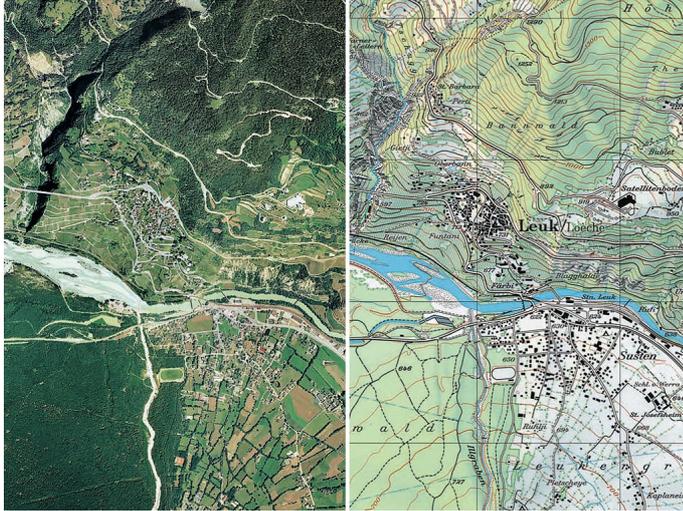
b) Zeichenvariationen

- sinnvoll, leicht erkennbar (~Zeichensprache)
- stark variierbar (Grösse, Form, Farbe, Füllung, Tonwert, Orientierung)
- Zeichenerklärung (siehe Broschüre Swisstopo)

Aufgaben

- An diese Stelle gehören die Aufgabenblätter
 - Arbeitsblatt 5 „Kartensignaturen 1“ vom Bundesamt für Landestopografie
 - Arbeitsblatt 6 „Kartensignaturen 2“ vom Bundesamt für Landestopografie

c) Generalisierung



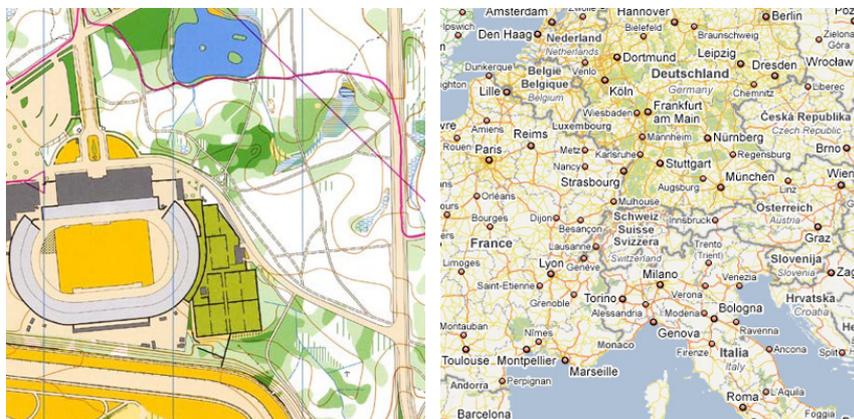
Aufgabe

Finde Beispiele für Dinge, die weggelassen wurden und für Informationen, welche im Luftbild nicht erkennbar sind!

Was genau heisst Generalisierung?

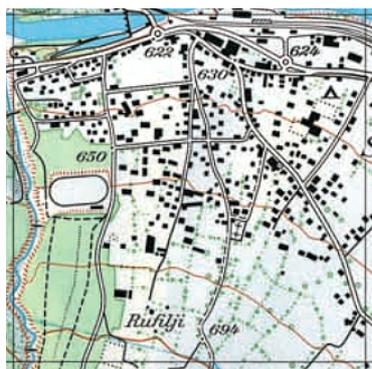
- In der Karte ist die Erdoberfläche mit ihrer künstlichen und natürlichen Bedeckung stark verkleinert abgebildet.
- **Je kleiner der Massstab, desto weniger Platz steht für die Darstellung der Wirklichkeit zur Verfügung.**
- Deshalb muss der Karteninhalt dem Massstab entsprechend umgearbeitet, generalisiert werden; dabei wird...
 - wichtiges hervorgehoben
 - unwichtiges weggelassen
 - kompliziertes vereinfacht

Beispiel: Unterschiedlicher Generalisierungsgrad

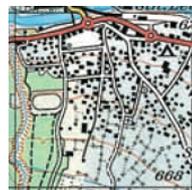


Geringer Generalisierungsgrad bei einem grossen Masstab (links) und einem kleinen Masstab (rechts).

Beispiel: Unterschiedlicher Generalisierungsgrad



1 : 25'000



1 : 50'000



1 : 100'000

Aufgabe

Suche Beispiele für die immer stärkere Generalisierung von links nach rechts.

Quelle: Swisstopo

<http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/products/maps/national/25.html>

Beispiel: Zoomen in Google Maps



Sehr gut beobachten kann man verschieden starke Generalisierungen beim Ein- und Auszoomen in GoogleMaps und GoogleEarth. Beachte, dass die Kartenausschnitte beim Einzoomen nicht einfach vergrößert werden, sondern es kommen jeweils auch neue Details und Beschriftungen zum Vorschein...

Generalisierung

- Platzmangel in der Karte erfordert verschiedene „Tricks“
- je kleiner der Massstab, desto grösser der Generalisierungsgrad
- beim Generalisieren wird Wichtiges hervorgehoben, unwichtiges weggelassen und kompliziertes vereinfacht
- weitere Methoden:
 - vergrößern
 - verdrängen
 - zusammenfassen
 - auswählen
 - bewerten
 - klassifizieren

Aufgaben zum Thema Kartenmassstab und Generalisierung

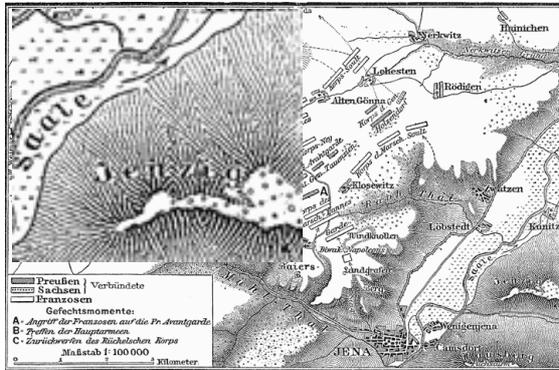
- *an diese Stelle gehören die separaten Aufgabenblätter zum Thema Kartenmassstab und Generalisierung*

d) Kartographische Geländedarstellung

Wie hat sich die Kartographische Geländedarstellung im Verlaufe der Zeit verändert?

- Swisstopo Zeitreise → zwei Zeitabstände miteinander vergleichen → 1870 – 2012 → mit Regler Überlagerung anpassen
- Link:
http://www.swisstopo.ch/de/index.html?flyoutPermalink=Y%3D660000%26X%3D190000%26zoom%3D2%26bgOpacity%3D0%26bgLayer%3DvoidLayer%26layers%3Dch.swisstopo.zeitreihen%26layers_opacity%3D1%26layers_visibility%3Dtrue%26timeseries_tab%3DplayTab%26timeseries_current%3D18641231%26timeseries_compareOpacity%3D50%26timeseries_direction%3Dforwards%26timeseries_fadeTime%3D2000%26lang%3Dde

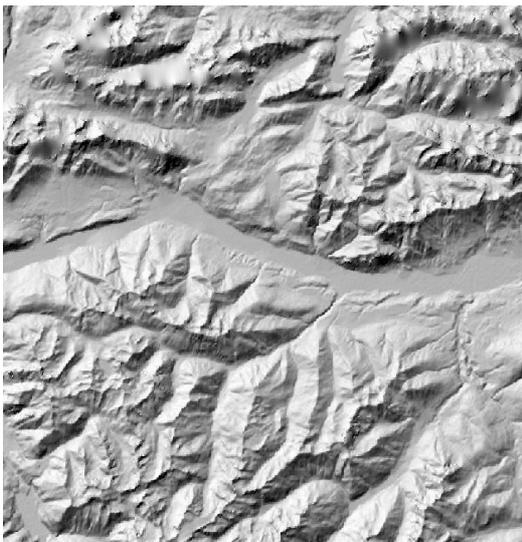
Schraffen



- Strichlein, die in Richtung des grössten Gefälles laufen
- je stärker das Gefälle ist, desto stärker und dichter werden die Schraffen gezeichnet
- Nachteile: weitere Informationen lassen sich nur schwer unterbringen / keine Höhen ablesbar

73

Schummerung



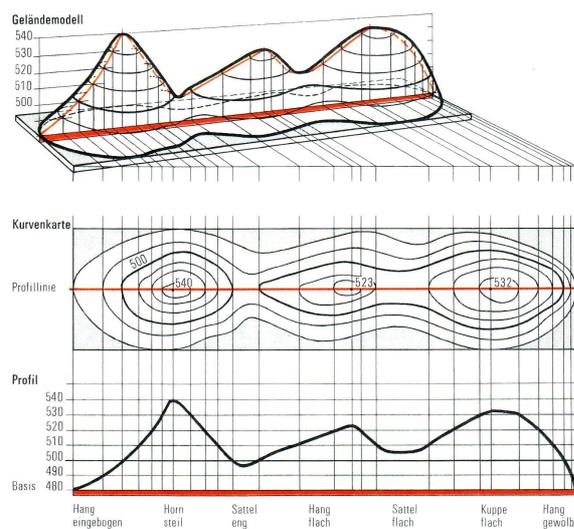
- Gelände wird mit hell und dunkel so dargestellt, wie wenn es von einer Seite beleuchtet würde
- normalerweise Beleuchtung aus NW
 - Nachteil: Südhänge sind dunkel
 - Vorteil: Die meisten Leute erkennen das Gelände richtig

74

Mit Farben

- durch geschickte Farbwahl (z.B. Gletscher weiss-blau, Felsen schwarz, Wald grün, etc. ...)

Höhenlinien und Höhenprofil



- Höhenlinien verbinden Punkte gleicher Höhe.
- Höhenlinien auf einer Karte haben immer den gleichen Höhenabstand zueinander ("Äquidistanz").
- Die Äquidistanz ist auf den Karten jeweils angegeben.

Überhöhte Profile

- manchmal ist es sinnvoll ein Profil zu überhöhen, weil man Details sonst nur schwer erkennen kann...

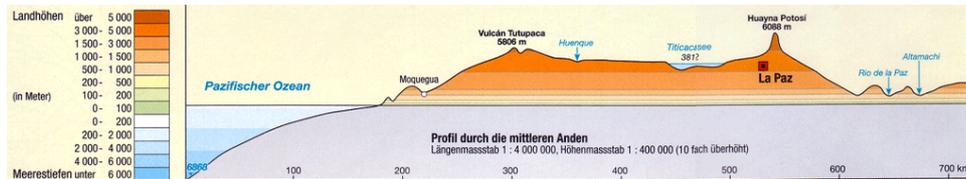


Abb.: Die Anden. Ohne die zehnfache Überhöhung wär der Gebirgszug trotz der Gipfelhöhen von bis zu 6000 Metern über Meer kaum zu erkennen.

Quelle: Diercke Weltatlas.

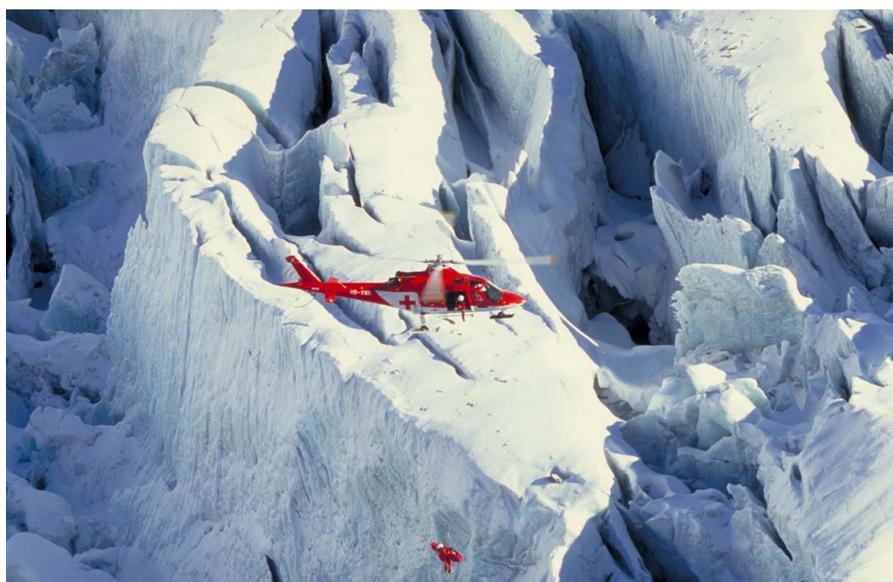
Aufgaben

- An diese Stelle gehören die Zusatzblätter
 - Arbeitsblatt 8 „Ansicht – Längsschnitt – Höhenkurven“ vom Bundesamt für Landestopografie
 - Arbeitsblatt 9 „Höhenkurven“ vom Bundesamt für Landestopografie
 - Arbeitsblatt 11 „Höhenkurven auf und ab“ vom Bundesamt für Landestopografie

4. Das Koordinatensystem unserer Landeskarten



Einstiegsbild



Das Schweizer Koordinatennetz

- in Prinzip lässt sich jeder Punkt in der Schweiz durch die Angabe von Grad und Minuten genau definieren

Beispiel Realgymnasium Rämibühl:

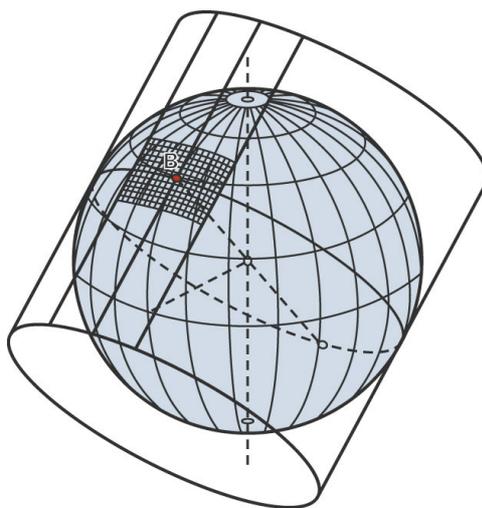
Nördliche Breite: $47^{\circ} 22.288'$

Östliche Breite: $8^{\circ} 33.136'$

- Problem: Berechnungen sind auf dieser Basis schwierig → Schweiz hat ihr eigenes Koordinatensystem entwickelt, welches auf km basiert

81

Das Schweizer Koordinatennetz

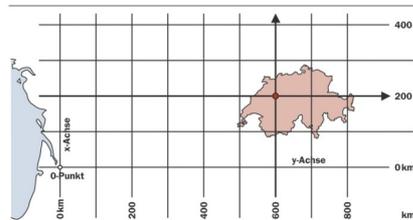


- CH ist mit einem **km-Netz** überspannt
- es handelt sich um eine **schiefachsige, winkeltreue Zylinderprojektion**
- der Berührungskreis liegt in Bern...

82

Das Schweizer Koordinatennetz

Kilometernetz

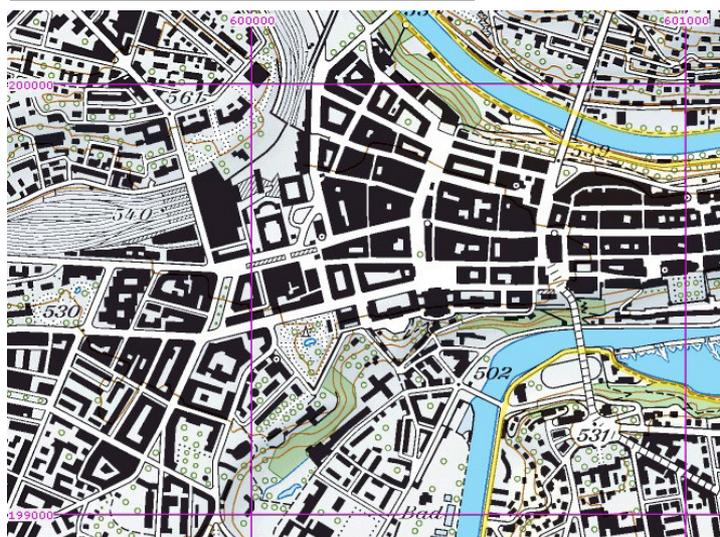


- beim Schweizer Koordinatennetz handelt es sich um ein Kilometernetz → die ganze Schweiz ist also mit einem km-Netz überzogen
- als Ausgangspunkt für die Angabe von Koordinaten wurde die Sternwarte Bern bestimmt, welche die Koordinaten 600 000 / 200 000 hat → 000 000 / 000 000 liegt somit in der Nähe von Bordeaux
- 600 ist der Hochwert, 200 der Rechtswert

83

Das Schweizer Koordinatennetz

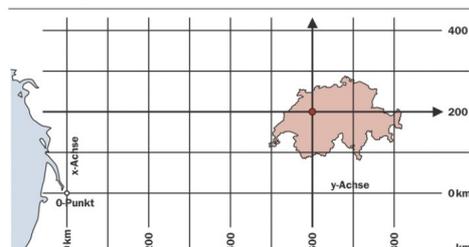
600 000 / 200 000 bei der Sternwarte Bern



84

Das Schweizer Koordinatennetz

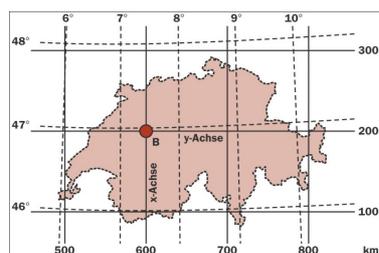
Kilometernetz



- Warum hat nicht die Sternwarte Bern die Koordinaten 000 000 / 000 000?
 - alle Zahlen sind immer positiv
 - Verwechslung von Rechts- und Hochwert ist ausgeschlossen
 - keine Koordinate hat mehr als sechs Stellen, wenn man den Abstand in Metern zum Nullpunkt angibt

85

Ein kleines Problem bleibt...



- bei der Sternwarte Bern zeigen Kartennord und Geographisch Nord (bzw. Kartenost und Geographisch Ost) in die selbe Richtung
- je weiter man sich wegbewegt, desto grösser werden diese Abweichungen

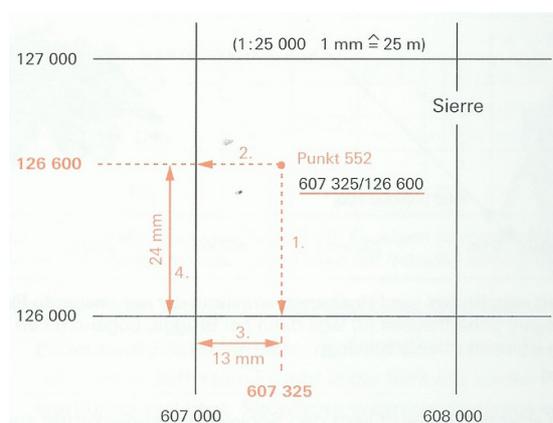
86

Die Bestimmung der Koordinaten eines Punktes

- **Merke:** Die Abstände der Rasterlinien entsprechen in der Natur immer 1 km.
- **Frage:** Wie gross ist also der Abstand der Linien bei einer Karte im Massstab 1 : 25'000?
- die Koordinaten eines Punktes bestehen aus zwei 6-stelligen Zahlen
(z.B. 684 174 / 247 335)
- diese Zahlen entsprechen der Entfernung in Meter vom 0-Punkt in der Nähe von Bordeaux in östlicher und nördlicher Richtung (**Rechtswert** und **Hochwert**)

87

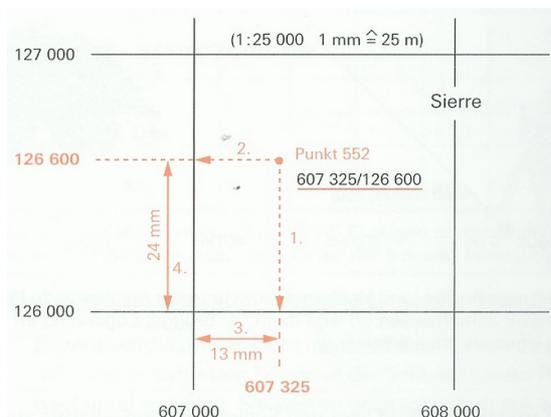
Die Bestimmung der Koordinaten eines Punktes



- Koordinaten des Punktes 552?
- man geht immer vom Schnittpunkt der Netzlinien aus, welche links unten von diesem Punkt liegen
- Punkt liegt aber noch einige Meter östlicher bzw. nördlicher vom Nullpunkt in Bordeaux...

88

Die Bestimmung der Koordinaten eines Punktes



Rechtswert

- 1.3 cm auf der Karte entsprechen in Realität $1.3 \times 25'000$ cm = 32'500 cm = 325 m → Rechtswert = 607 325

Hochwert

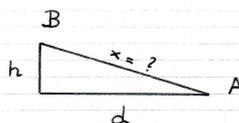
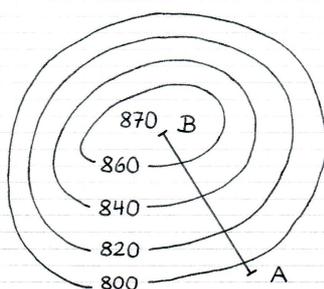
- 2.4 cm auf der Karte entsprechen in Realität $2.4 \times 25'000$ cm = 60'000 cm = 600 m → Hochwert = 126 600

Die Koordinaten vom Punkt 552 lauten also: 607 325 / 126 600

89

5. Wichtige Berechnungen

a.) Schrägdistanz (tatsächliche Wegstrecke)



$$h = 75 \text{ m (1,2 cm)}$$

$$d = 1000 \text{ m (4 cm)}$$

Aequidistanz 20 Meter

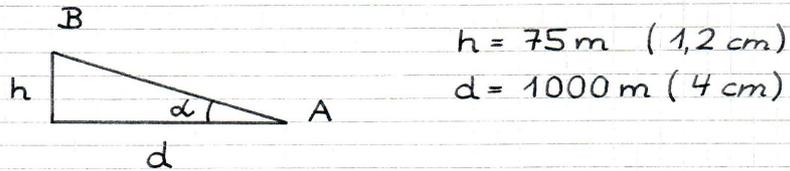
Massstab 1:25'000

Satz von Pythagoras: $x = \sqrt{h^2 + d^2}$

$$x = 1'002,8 \text{ m}$$

Wichtige Berechnungen

b.) Durchschnittliches Gefälle (= Steigung)



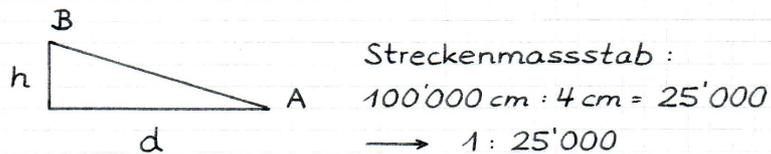
$$\text{Steigung} = \frac{h}{d} \cdot 100\% = \frac{75 \text{ m}}{1000 \text{ m}} \cdot 100\% = \underline{7,5\%}$$

Achtung: $100\% = 45^\circ$ und nicht 90°
 $\alpha = 90^\circ \longrightarrow \text{Steigung } \infty$

Wichtige Berechnungen

c.) Überhöhung von Profilen

Zweck: Gegensätze eines Reliefs hervorheben
 Höheneffekte verdeutlichen



$h = 75 \text{ m (1,2 cm)}$ Höhenmassstab:
 $d = 1000 \text{ m (4 cm)}$ $7'500 \text{ cm} : 1,2 \text{ cm} = 6'250$

Überhöhung: $25'000 : 6'250 = 4$
 \longrightarrow 4-fache Überhöhung

6. Die wichtigsten Kartenwerke der Schweiz

- siehe Broschüren der Swisstopo
- siehe Atlas der Schweiz (thematische Karten)