

Kartenprojektionen

Konzipierung und Implementierung eines Zusatzmoduls
für den «Schweizer Weltatlas interaktiv»

Projektarbeit Masterstufe – FS 2010
Daniel Bani
Geomatik und Planung ETH Zürich



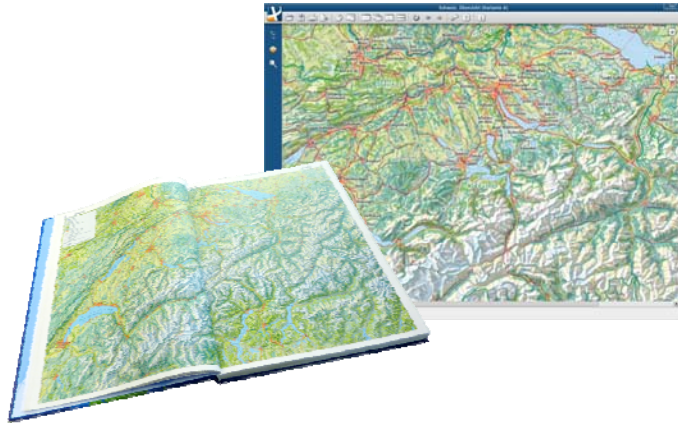
Kartenprojektionen

- 1 Ausgangslage
- 2 Grundlagen
- 3 Modulkonzept
- 4 Implementierung



Ausgangslage

- Karte



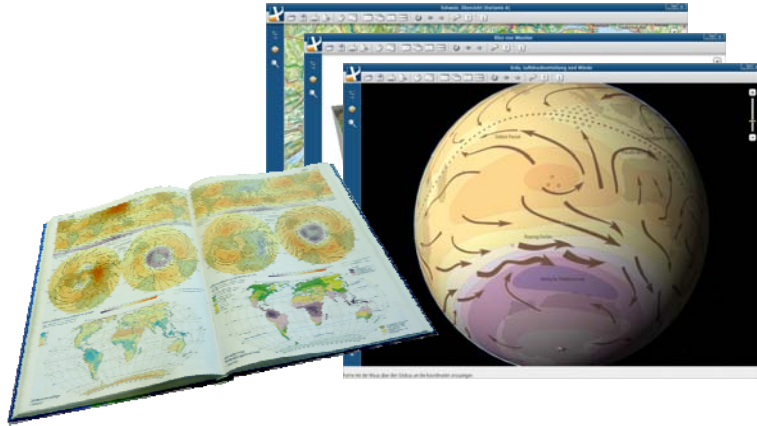
Ausgangslage

- Blockbild



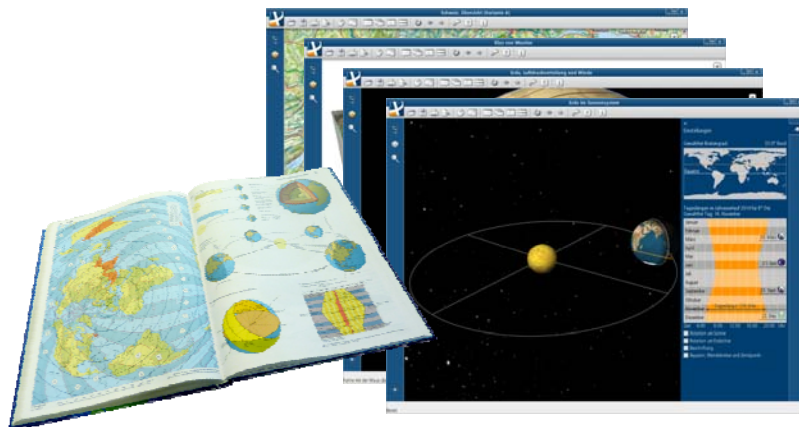
Ausgangslage

- Globus



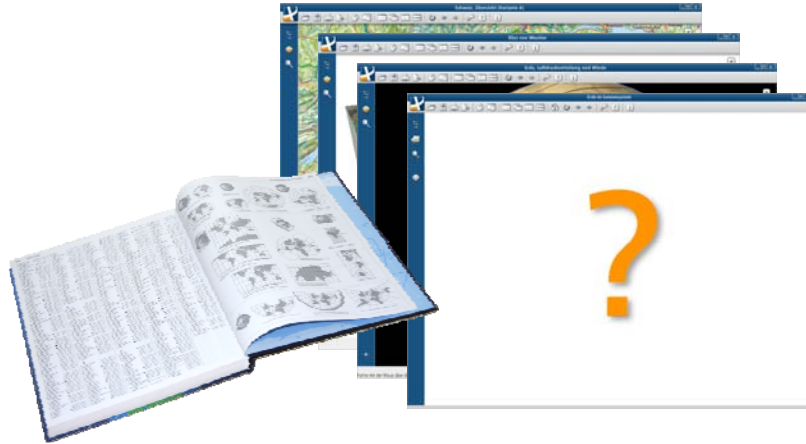
Ausgangslage

- Zusatzmodul: Erde im Sonnensystem



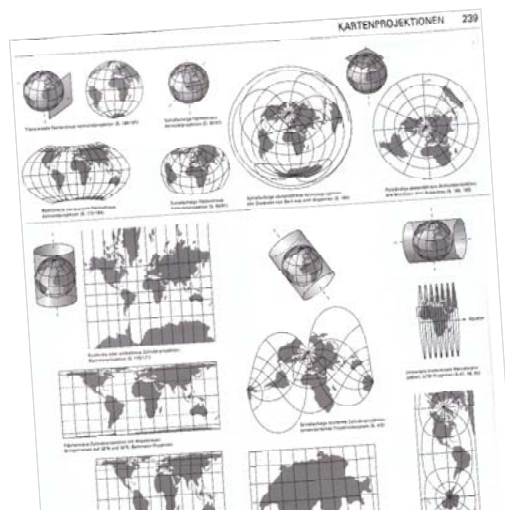
Ausgangslage

- Zusatzmodul: **Kartenprojektionen**



Ausgangslage

- Schweizer Weltatlas



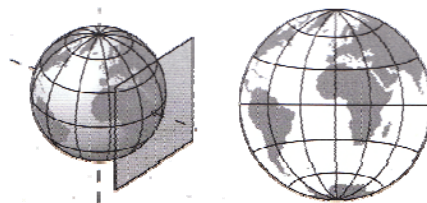
Kartenprojektionen

- 1 Ausgangslage
- 2 Grundlagen
- 3 Modulkonzept
- 4 Implementierung



Grundlagen

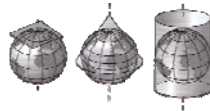
- Kapitel «Kartenprojektionen» des Schweizer Weltatlas
 - Enthält: Kartendarstellungen mit Gitternetz und Landmassen
Minigloben mit Projektionsflächen



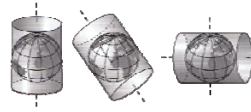
Grundlagen

- Kapitel «Kartenprojektionen» des Schweizer Weltatlas

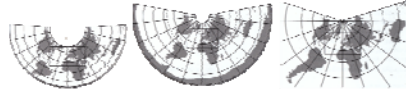
- Fokussiert auf: Form der Projektionsfläche



Lage der Projektionsfläche



Verzerrungseigenschaften



Kartenprojektionen

- 1 Ausgangslage
- 2 Grundlagen
- 3 **Modulkonzept**
- 4 Implementierung

Modulkonzept

Scherzkeige winkeltreue Zylinderprojektion

Alternative Bezeichnung: Scherzkeige Projektion

Darstellbares Gebiet: Gesamte Erde ohne Gebiete des Kartengipfels

Abbildung der Meridiane: Komplexe Kurven (Drehmeridiane als gerade Linien)

Abbildung der Breitenkreise: Komplexe Kurven

Abbildung der Pole: Punkte

Geografische Einsatzgebiete: Schweiz

Verwendungszwecke: Landkarten der Schweiz

Projektionseinstellungen

Form und Lage der Projektionsfläche:

Form: Kegel (Konus) Zylinder (Zylinder)

Lage: normal (goldständig) schiefständig (Gaulcherständig) transversal (Äquatorständig)

Längengrad des Meridians in Kartenmitte: 7° Ost

Verzerrungseigenschaften: (schließen sich gegenseitig aus)

abstandstreu (äquidistant) winkeltreu (konform) flächentreu (äquivalent)

Scherzkeige Projektion: Alle Projektionseinstellungen auf Werte der Scherzkeige Projektion setzen

Modulkonzept

Normale winkeltreue Zylinderprojektion

Alternative Bezeichnung: Mercatorprojektion

Darstellbares Gebiet: Gesamte Erde ohne Polgebiete (zunehmend verzerrt)

Abbildung der Meridiane: Gleichabständige gerade Linien

Abbildung der Breitenkreise: Ungleichabständige gerade Linien senkrecht zu Meridianen

Abbildung der Pole: Nicht darstellbar da im Unendlichen liegen

Geografische Einsatzgebiete: Äquatorgebiete, Weltmeere

Verwendungszwecke: Schifffahrt

Projektionseinstellungen

Form und Lage der Projektionsfläche:

Form: Kegel (Konus) Zylinder (Zylinder)

Lage: normal (goldständig) schiefständig (Gaulcherständig) transversal (Äquatorständig)

Längengrad des Meridians in Kartenmitte: 7° Ost

Verzerrungseigenschaften: (schließen sich gegenseitig aus)

abstandstreu (äquidistant) winkeltreu (konform) flächentreu (äquivalent)

Scherzkeige Projektion: Alle Projektionseinstellungen auf Werte der Scherzkeige Projektion setzen

Modulkonzept

Normale flächentreue Zylinderprojektion

Alternative Bezeichnung: Lambert'sche Zylinderprojektion

Darstellbares Gebiet: Gesamte Erde

Abbildung der Meridiane: Gleichabständige parallele gerade Linien

Abbildung der Breitenkreise: Ungleichabständige gerade Linien senkrecht zu Meridianen

Abbildung der Pole: Gerade Linien mit gleicher Länge wie Breitenkreise

Geografische Einsatzgebiete: Äquatorgebiete

Verwendungszwecke: Erklärung der Prinzipien von Kartenprojektionen

Projektionseinstellungen

Form und Lage der Projektionsfläche:

Ebene (keimlos) Kegel (Kontouch) Zylinder (Zylinderloch)

normal (goldständig) schiefachsig (Gwächsmässig) transversal (Äquatorständig)

Längengrad des Meridians in Kartenmitte: 7° Ost

180° West 0° 180° Ost

Verzerrungseigenschaften: (schließen sich gegenseitig aus)

abstandstreu (Äquidistant) winkeltreu (konform) flächentreu (äquivalent)

Schweizer Projektion: Alle Projektionseinstellungen auf Werte der Schweizer Projektion setzen

Modulkonzept

Normale längentreue Zylinderprojektion

Alternative Bezeichnung: Plankarte

Darstellbares Gebiet: Gesamte Erde

Abbildung der Meridiane: Gleichabständige parallele gerade Linien

Abbildung der Breitenkreise: Gleichabständige gerade Linien senkrecht zu Meridianen

Abbildung der Pole: Gerade Linien mit gleicher Länge wie Breitenkreise

Geografische Einsatzgebiete: Einzelne Erdregionen, gesamte Erde

Verwendungszwecke: Geoinformationssysteme, Karten mit Satellitendaten

Projektionseinstellungen

Form und Lage der Projektionsfläche:

Ebene (keimlos) Kegel (Kontouch) Zylinder (Zylinderloch)

normal (goldständig) schiefachsig (Gwächsmässig) transversal (Äquatorständig)

Längengrad des Meridians in Kartenmitte: 7° Ost

180° West 0° 180° Ost

Verzerrungseigenschaften: (schließen sich gegenseitig aus)

abstandstreu (Äquidistant) winkeltreu (konform) flächentreu (äquivalent)

Schweizer Projektion: Alle Projektionseinstellungen auf Werte der Schweizer Projektion setzen

Modulkonzept

Erde im Sonnensystem

Projektionseinstellungen

Form und Lage der Projektionsfläche:
 Ebene (Azimutal) / Kegel (Konus) / Zylinder (Zylindertrichter)

normal (goldständig)
 schiefwärtig (Gaulcherwandig)
 transversal (Äquatorständig)

Längengrad des Meridians in Kartenmitte: 7° Ost

180° West 0° 180° Ost

Verzerrungseigenschaften:
 (schließen sich gegenseitig aus)

abstandstreu (äquidistant)
 winkeltreu (konform)
 flächentreu (äquivalent)

Schweizer Projektion:
 Alle Projektionseinstellungen auf Werte der Schweizer Projektion setzen

Normale längentreue Zylinderprojektion

Alternative Bezeichnung: Keine

Darstellbares Gebiet: Gesamte Erde



Abbildung der Meridiane: Gerade Linien ausgehend vom gemeinsamen Zentrum

Abbildung der Breitenkreise: Gleichabständige Kreisbögen um gemeinsames Zentrum

Abbildung der Pole: Beide Pole als Kartenrand

Geografische Einsatzgebiete: Kleinere Länder, Sowjetunion

Verwendungszwecke: Landkarten, Atlaskarten

Modulkonzept

Erde im Sonnensystem

Projektionseinstellungen

Form und Lage der Projektionsfläche:
 Ebene (Azimutal) / Kegel (Konus) / Zylinder (Zylindertrichter)

normal (goldständig)
 schiefwärtig (Gaulcherwandig)
 transversal (Äquatorständig)

Längengrad des Meridians in Kartenmitte: 7° Ost

180° West 0° 180° Ost

Verzerrungseigenschaften:
 (schließen sich gegenseitig aus)

abstandstreu (äquidistant)
 winkeltreu (konform)
 flächentreu (äquivalent)

Schweizer Projektion:
 Alle Projektionseinstellungen auf Werte der Schweizer Projektion setzen

Normale längentreue Azimutalprojektion

Alternative Bezeichnung: Keine

Darstellbares Gebiet: Gesamte Erde

Abbildung der Meridiane: Gleichabständige Bündel gerader Linien um den Pol

Abbildung der Breitenkreise: Gleichabständige Kreise um den Pol

Abbildung der Pole: Ein Pol als Kartenmittelpunkt anderer als Kartenrand

Geografische Einsatzgebiete: Polgebiete oder ganze Erde zentriert um Pol

Verwendungszwecke: Darstellung der Abstände zum Mittelpunkt (Pol)




Modulkonzept

Schiefwinklige winkeltreue Zylinderprojektion

Alternative Bezeichnung: Schwaizer Projektion

Darstellbares Gebiet: Gesamte Erde ohne Gebiete des Kartennahs

Abbildung der Meridiane: Komplexe Kurven (Zentralmeridian als gerade Linie)

Abbildung der Breitenkreise: Komplexe Kurven

Abbildung der Pole: Punkte

Geografische Einsatzgebiete: Schweiz

Verwendungszwecke: Landkarten der Schweiz

Projektionseinstellungen

Form und Lage der Projektionsfläche:

Ebene (keimlos) Kegel (Kontakt) Zylinder (Zylindertrichter)

normal (goldständig)

schiefwinklig (Guthumersändig)

transversal (Äquatorständig)

Längengrad des Meridians in Kartenmitte: 7° Ost

Verzerrungseigenschaften: (schließen sich gegenseitig aus)

abstandstreu (äquidistant)

winkeltreu (konform)

flächentreu (äquivalent)

Schwaizer Projektion:

Ausblenden Gebiete auf Werte der Schwaizer Projektion setzen

Modulkonzept

Schiefwinklige winkeltreue Zylinderprojektion

Alternative Bezeichnung: Schwaizer Projektion

Darstellbares Gebiet: Gesamte Erde ohne Gebiete des Kartennahs

Abbildung der Meridiane: Komplexe Kurven (Zentralmeridian als gerade Linie)

Abbildung der Breitenkreise: Komplexe Kurven

Abbildung der Pole: Punkte

Geografische Einsatzgebiete: Schweiz

Verwendungszwecke: Landkarten der Schweiz

Anzeigeeinstellungen

Ausblenden Gebiete:

Welt Schweiz

Anzuzeigende Elemente:

Gitternetz 30° (Schweiz: 1°)

Ländernamen (Schweiz: Staatsgebiete)

Topografische Indikatoren (Verzerrungsflächen)

Textinformationen

Meridiane

Modulkonzept

Erde im Sonnensystem

Schiefachsige winkeltreue Zylinderprojektion

Alternative Bezeichnung: Schweizer Projektion

Darstellbares Gebiet: Gesamte Erde ohne Gebiete des Kartengrads

Abbildung der Meridiane: Komplexe Kurven (Zentralmeridian als gerade Linie)

Abbildung der Breitenkreise: Komplexe Kurven

Abbildung der Pole: Punkte

Geografische Einsatzgebiete: Schweiz

Verwendungszwecke: Landkarten der Schweiz

Anzeigeeinstellungen

Abzubildendes Gebiet: Welt, Schweiz

Anzuzeigende Elemente:

- Gitternetz 30° (Schweiz: 1°)
- Landnamen (Schweiz: Staatsgebiet)
- Topografische Indikatoren (Verzerrungsflächen)
- Transformationslinien
- Meridiane

Modulkonzept

Erde im Sonnensystem

Schiefachsige winkeltreue Zylinderprojektion

Alternative Bezeichnung: Schweizer Projektion

Darstellbares Gebiet: Gesamte Erde ohne Gebiete des Kartengrads

Abbildung der Meridiane: Komplexe Kurven (Zentralmeridian als gerade Linie)

Abbildung der Breitenkreise: Komplexe Kurven

Abbildung der Pole: Punkte

Geografische Einsatzgebiete: Schweiz

Verwendungszwecke: Landkarten der Schweiz

Anzeigeeinstellungen

Abzubildendes Gebiet: Welt, Schweiz

Anzuzeigende Elemente:

- Gitternetz 30° (Schweiz: 1°)
- Landnamen (Schweiz: Staatsgebiet)
- Topografische Indikatoren (Verzerrungsflächen)
- Transformationslinien
- Meridiane

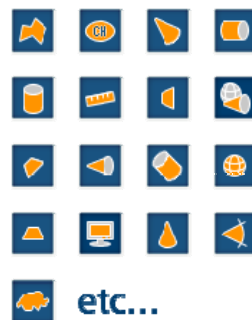
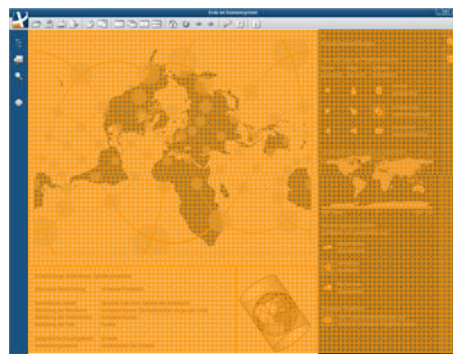
Kartenprojektionen

- 1 Ausgangslage
- 2 Grundlagen
- 3 Modulkonzept
- 4 Implementierung



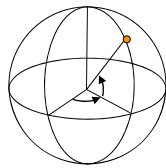
Implementierung

- Aufteilung der Implementierung
 - Panels
 - Fokussierung auf Panel «Kartenbild»



Implementierung

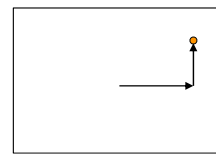
- Zeichnen des Kartenbildes
 - Vektordatensatz (Polylinien und Polgone)
 - Vorwärtsprojektion der Stützpunkt



λ, ϕ

- Geographische Koordinaten

→



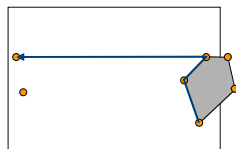
x, y

- Projektionskoordinaten
(Pixelkoordinaten)

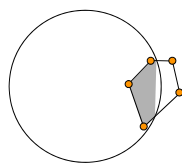


Implementierung

- Probleme
 - Falsche Verbindungen wenn Polygone Kartenrand schneiden

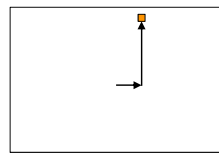


- Fehlerhafte Füllung von Polygonen entlang Kartenrand



Implementierung

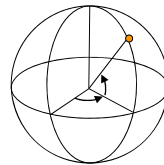
- Zeichnen des Kartenbildes
 - Pixeldatensatz (Plattkarte)
 - Rückwärtsprojektion der Pixel des Kartenbildes



x, y

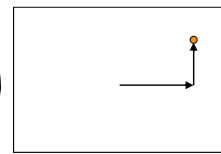
- Projektionskoordinaten (Pixelkoordinaten)

→



$\lambda = x_{\text{Platt}}, \phi = y_{\text{Platt}}$

- Projektionskoordinaten (Pixelkoordinaten Plattkarte)



Implementierung

- Lookup Table
 - Tabelle in Dimensionen des Kartenbildes
 - Enthält vorberechnete geographische Koordinaten je Pixel
- Vorteile
 - Erddrehung entspricht Addition in Lookup Table
 - Geschwindigkeit (Berechnung < 2 sec, Darstellung mit > 25 fps)
 - Einfache und schöne Flächendarstellung
 - Beliebige Bilder projizierbar
 - Geographische Koordinaten des Cursors abgreifbar
- Nachteile
 - Unschöne Punkt- und Liniendarstellung





Vielen Dank.

Kartenprojektionen

Konzipierung und Implementierung eines Zusatzmoduls
für den «Schweizer Weltatlas interaktiv»

Daniel Bäni
baenid@student.ethz.ch
Geomatik und Planung ETH Zürich

