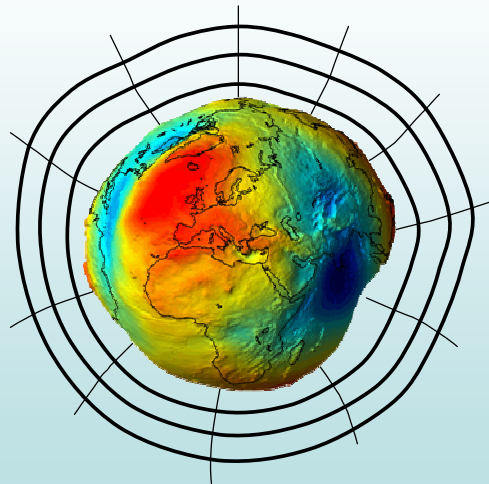


Erdmessung 1 **Einführung**



Roland Pail

Aufgaben der Geodäsie

Welche Aufgaben bewerkstelligen Geodäten?

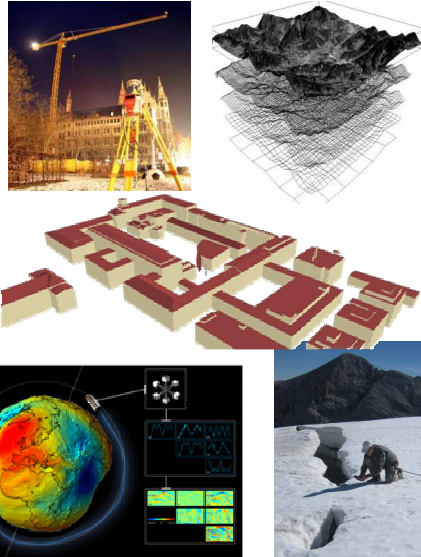


Aufgaben der Geodäsie

Welche Aufgaben bewerkstelligen Geodäten?

- Grundstückseinmessung /-teilung
- Tunnelprojekte
- Kataster
- Dorferneuerung
- geographische Informationssysteme
- Fernerkundung
- Fahrzeugnavigation
- digitale Geländemodelle
- Gletscherkartierung
- Erdrotation
- Satellitenbahnen
- Marstopographie
- Schwerfeld

→ Vom Grundstück ...
... bis zum Mars



Aufgaben der Geodäsie

Welche Aufgaben bewerkstelligen Geodäten? – Disziplinen



Aufgaben der Geodäsie

Beispiel: Großprojekt: ICE-Hochgeschwindigkeitstrasse

- **Bodenordnung:**

Flächen für Bahntrasse und Ersatz- und Ausgleichsmaßnahmen werden benötigt; Lösung von Fragen des Eigentumsrechts, der Sozial- und Umweltverträglichkeit

- **Photogrammetrie und Fernerkundung:**

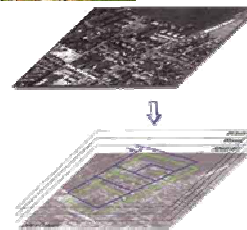
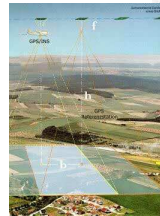
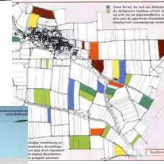
Luft- und Satellitenbilder: Rekonstruktion der Lage und Orientierung von Objekten im Raum und deren Visualisierung → aktuelle Planungsunterlagen

- **Kartographie**

Darstellung raumbezogener Daten und ihrer Attribute

- **Geoinformatik**

GIS dient zur Verwaltung, Verarbeitung und Darstellung großer Datenmengen. z.B. GIS der Deutschen Bahn AG beinhaltet alle Informationen über Streckennetz, Gleisnetz, Grundstücke, ...



Aufgaben der Geodäsie

Beispiel: Großprojekt: ICE-Hochgeschwindigkeitstrasse

- **Ingenieurgeodäsie:**

Herstellung des geometrischen Bezugs zum Gelände: Ausgehend von Referenzpunkten wird ein engmaschiges Netz (mittels Tachymetern, GNSS) eingemessen

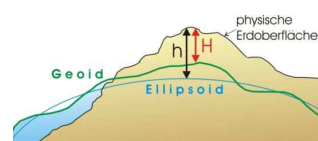
Entwurf von Netzen und Planung von Systemanforderungen (Stationen, Messgenauigkeiten) → Simulationen

- **Satellitengeodäsie**

Geodätische Raumverfahren (GPS, GNSS) zur hochgenauen Bestimmung von Positionen mittels Satelliten.

- **Erdmessung**

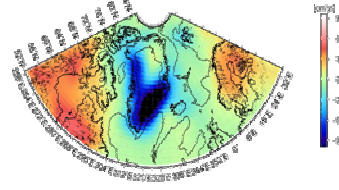
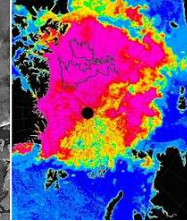
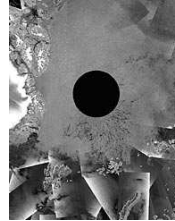
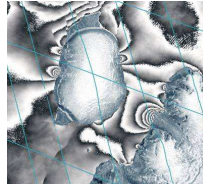
Fast alle Messungen finden im Schwerfeld der Erde statt. Erdmessung stellt u.a. den Höhenbezugsrahmen zur Verfügung.



Aufgaben der Geodäsie

Beispiel: Klimaforschung: Eismassen

- **Photogrammetrie und Fernerkundung:**
Monitoring von Eisdicken und Ableitung von Eismassenflüssen aus Radarmessungen
- **Satellitengeodäsie**
Satellitenverfahren zur Beobachtung von Eismassenveränderungen
- **Ingenieurgeodäsie:**
Überwachung von Stationskoordinaten und Deformationen
- **Erdmessung**
Ableitung von Massenveränderungen aus Schwerefeldbeobachtung; Bereitstellung eines physikalischen Höhenbezugs
- **Kartographie / Geoinformation**
Bereitstellung von Karten, GIS



Aufgaben der Geodäsie

Geodäsie (Helmert, 1880):

„Wissenschaft von der Ausmessung und Abbildung der Erdoberfläche“

- Figur der Erde (inkl. Ozeanboden)
- Schwerefeld
- Orientierung der Erde im Weltraum



Friedrich Robert Helmert
(1843 – 1917)

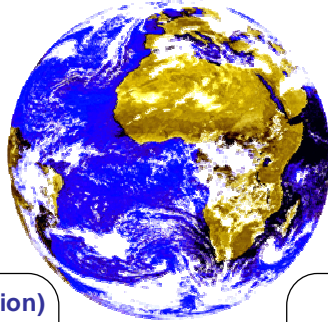
→ 3 Grundsäulen der Geodäsie:

- **Geokinematik (Form, Bewegung, Fluss)**
Die Geodäsie legt die geometrische Form (und deren Veränderung) von Teilen der Erdoberfläche bis hin zur Erde als Ganzem in Formelementen oder geometrischen Objekten fest.
- **Orientierung/Erdrotation**
Die Geodäsie bestimmt die räumliche Orientierung dieser Formelemente/ Objekte im Raum oder untereinander.
- **Potentialfelder der Erde (insbes. Schwerefeld)**
Die Geodäsie ermittelt den Unterschied im Gravitationspotential zwischen ausgewählten Punkten oder das Gravitationsfeld als Ganzes im Außenraum der Erde.

Aufgaben der Geodäsie

Geometrie (und Kinematik)

Die Geodäsie legt die **geometrische Form** von Teilen der Erdoberfläche bis hin zur Erde als Ganzem in **Formelementen** oder **geometrischen Objekten** fest.



Orientierung (und Rotation)

Die Geodäsie bestimmt die **räumliche Orientierung** dieser Formelemente/Objekte im Raum oder untereinander.

Gravitationspotential

Die Geodäsie ermittelt das Gravitationsfeld im Außenraum der Erde, oder zwischen ausgewählten Punkten.

Aufgaben der Geodäsie

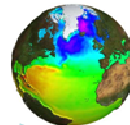
Geometrie

Geometrie und Kinematik

- Punktpositionen
- Meeresoberfläche



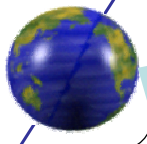
- GNSS
- SLR
- VLBI
- Altimetrie



Trägheitsmomente

Orientierung & Rotation

- Nutation
- Polar Motion
- LOD
- UT1

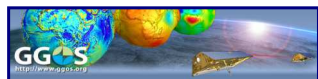
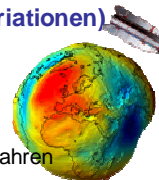


Zeit

Masse

Schwere(variationen)

- statisch
- temporär
- terrestrisch
- Satellitenverfahren



Global Geodetic Observing System

Centrum für Geodätische Erdsystemforschung



28. Oktober 2010

Gründung des **Centrums für Geodätische Erdsystemforschung (CGE)**



Beteiligte Münchner Institutionen:

IAPG Institut für Astronomische und Physikalische Geodäsie (IAPG), TUM

FESG Forschungseinrichtung Satellitengeodäsie (FESG), TUM

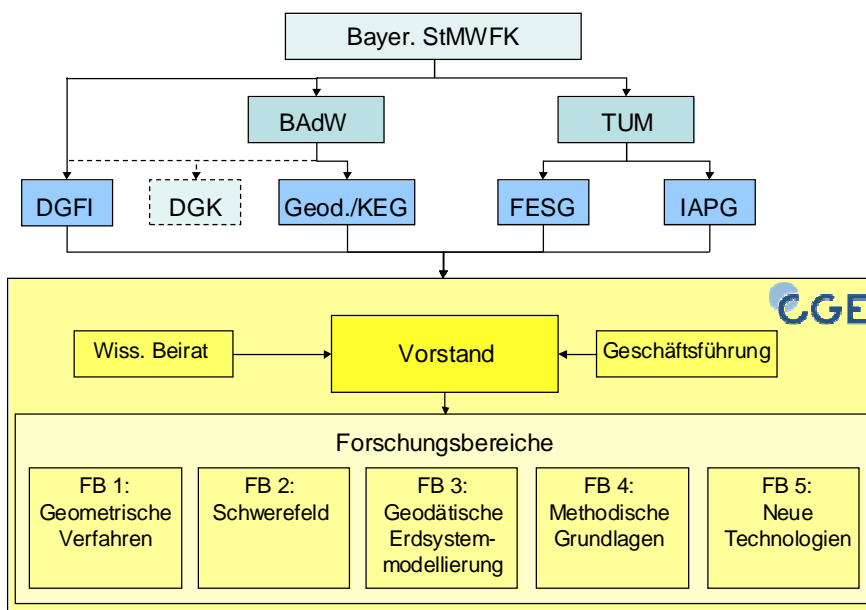


Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut (DGFI)

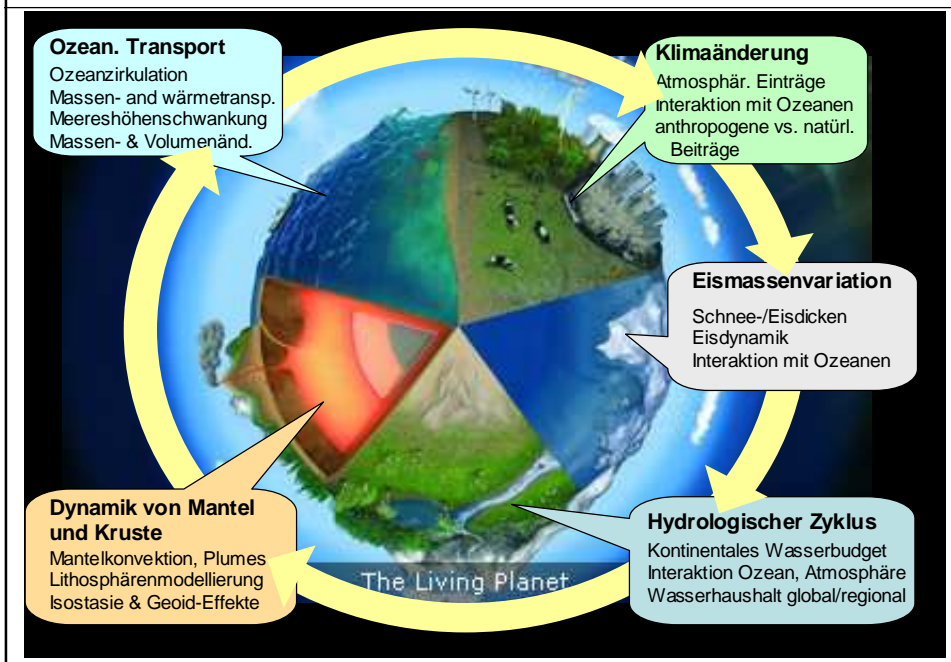


Bereich Geodäsie d. Kommission für Erdmessung und Glaziologie (KEG)

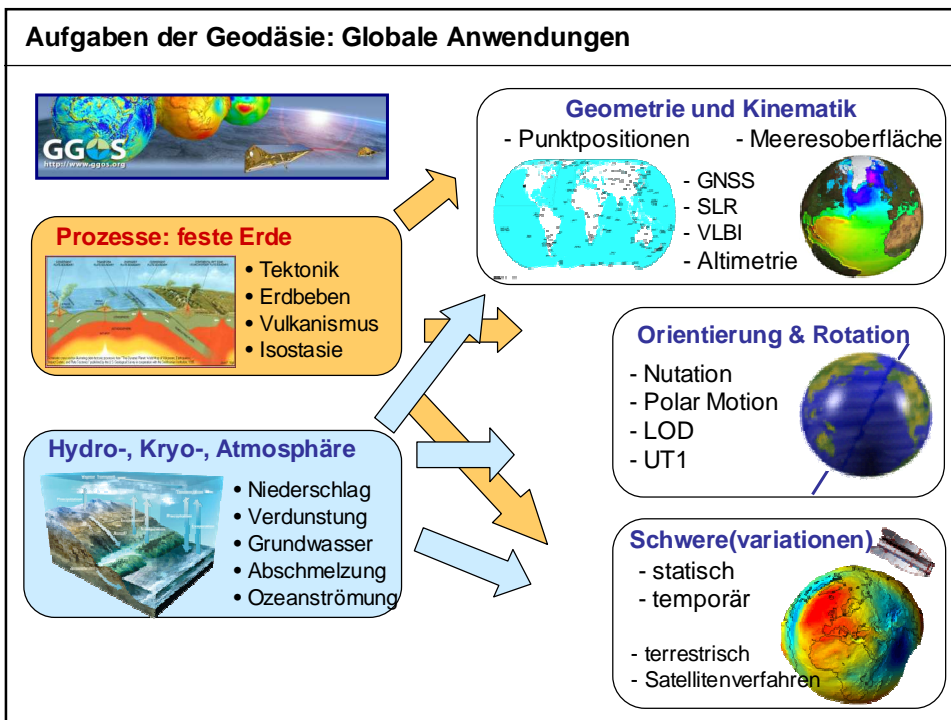
Centrum für Geodätische Erdsystemforschung



Aufgaben der Geodäsie: Globale Anwendungen



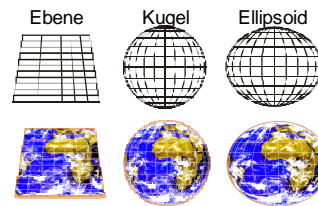
Aufgaben der Geodäsie: Globale Anwendungen



Was bisher geschah ...

Bezugssysteme

- Formelemente und Koordinatensysteme
- Kartesische Koordinaten in 2D und 3D
- Krummlinige Koordinaten in 2D und 3D
 - Ebene Polarkoordinaten
 - Sphärisch-geographische Koordinaten
 - Ellipsoidisch-geographische Koordinaten
- Koordinatentransformation



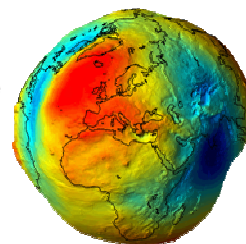
Grundlagen der Erdmessung (Mechanik)

- Kinematik des Massenpunktes
- Dynamik des Massenpunktes
- Harmonischer Oszillator und mathematisches Pendel
- Zweikörperproblem
- Systeme von Massepunkten
- Bewegung des starren Körpers
- Spezielle Relativitätstheorie

Was bisher geschah ...

Grundlagen der Erdmessung 2 (Potentialtheorie)

- Gravitationsgesetz
- Integral- und Differentialformeln der Potentialtheorie
- Gravitationstheorie (Schichten, ideale Körper)
- Reihendarstellungen des Gravitationsfeldes
- Lösung der Laplace-Gleichung



Satellitengeodäsie 1

- GNSS Systemkomponenten und Signale
- Beobachtungsgleichungen, Differenzbildung, Linearkombinationen
- Zeit- und Referenzsysteme
- Atmosphärische Einflüsse
- Antennenhöhe, Antennenphasenzentren, Multipath, Messrauschen
- Datenvorverarbeitung und Auswertestrategien, Ambiguity Resolution
- Beobachtungsverfahren
- Referenzstationsnetze und Dienste

Inhalte dieser Vorlesung

Erdmessung 1

MODELLTHEORIE

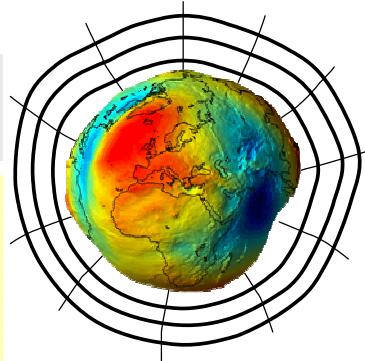
- Messungen vs. Modell

ASTRONOMISCHE GEODÄSIE

- Hierarchie der Bezugssysteme
- Zeitsysteme
- Astronomische Geodäsie
- Messung in rotierenden Bezugssystemen

PHYSIKALISCHE GEODÄSIE I

- Gravitation & Schwerfeld
 - Definition
 - Erdgezeiten
 - Geometrie des Schwerfeldes



Inhalte dieser Vorlesung

Ausblick: Erdmessung 2

PHYSIKALISCHE GEODÄSIE II

- Normalschwere
- Lineares Modell im Erdschwerfeld
 - Störgrößen des Erdschwerfeldes
 - Anomalien im Erdschwerfeld
- Höhen
 - Physikalisch begründete Höhen
 - Geometrische (ellipsoid.) Höhen
 - Zusammenhang
- Schwerfeldreduktion
- Lösung der Geodätischen Randwert-aufgabe nach Stokes
- Satelliten-Schwerfeldmissionen
- Geoidberechnung

