

Methoden der Angewandten Geophysik

Vorlesung über die **Methoden der angewandten Geophysik** für Studenten des Bachelor-Studiengangs Geowissenschaften im 3ten Sem.

➤ **Literatur**

- Keary, P., Brooks B., Hill, I., An introduction to Geophysical Exploration, Blackwell Publishing, 2003.
- Mussett, A.E., Khan, M.A., Lookig into the Earth, Cambridge University Press, 2000
- Shearer, P., Introduction to seismology, 2009.

Vorlesungsunterlagen, Folien, Übungen unter <http://www.geophysik.uni-muenchen.de/Members/igel>

Was ist *angewandte* Geophysik ?

Geophysik ist die Anwendung physikalischer Prinzipien auf Probleme der Geowissenschaften

... die *angewandte* Geophysik beschäftigt sich speziell mit Anwendungen geophysikalischer Methoden, bei denen wirtschaftliche, umweltrelevante, oder gefährdungsbezogene Interessen zT im Vordergrund stehen (nicht das Lösen wissenschaftlicher Fragestellungen) ...

Beispiele:

- Exploration und Prospektion von Rohstoffen (Öl, Gas, Minerale, Edelmetalle, etc.)
- Geothermische Energie, CO₂-Sequestrierung
- Erfassung von Strömungsprozessen (monitoring fluid flow)
- Beurteilung der Bodenbeschaffenheit von Baugrund (Tunnel, Hochhäuser, etc.)
- Geophysikalische Archäologie
- Gefahren- und Risiko- Einschätzung (Vulkane, Erdbeben, Tsunamis)
- Archäologie

Was sind die Methoden der Angewandten Geophysik?

- **Seismik, Reflektions- und Refraktions Seismik, Erdbebenseismologie**
- Deformationen (Längenänderungen)
- Gravimetrie, Gravimeter, Anomalien, Dichte der Gesteine, Korrekturen
- Geoelektrik, Leitfähigkeit, Polarisierung, Eigenpotential
- Magnetik, Gesteinsmagnetismus, Anomalien, Biogeomagnetismus
- Geoelektromagnetik, EM Felder, aktiv, passiv
- Bohrlochgeophysik, well logging, Permeabilität, Porosität
- Geophysical fluid dynamics, poröses Medium, Flüssigkeitsdiffusion
- Radiometrie, Geothermie/Geothermische Anwendungen (geothermal methods)

Die Vorlesung im Überblick

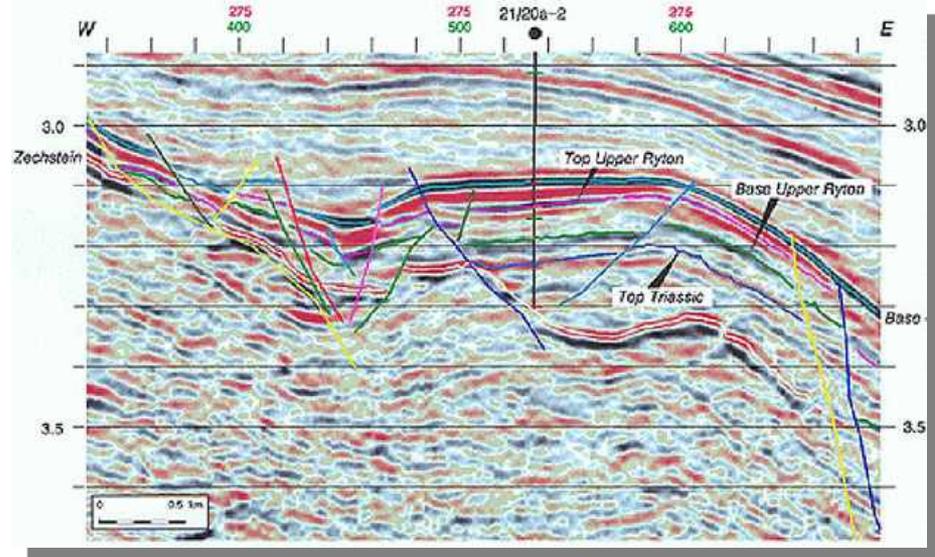
Woche	Inhalte
1	Einführung – Digitale Signale
2-3	Signalverarbeitung, Spektralanalyse
4-6	Elastisches Medium, seismische Wellen
8	Reflektionsseismik
9	Refraktionsseismik
10-11	Erdbebenseismologie
12	Falluntersuchungen
13	Wiederholung
14	Klausur

Angewandte Geophysik: ein Beispiel

Rohstoff-Exploration



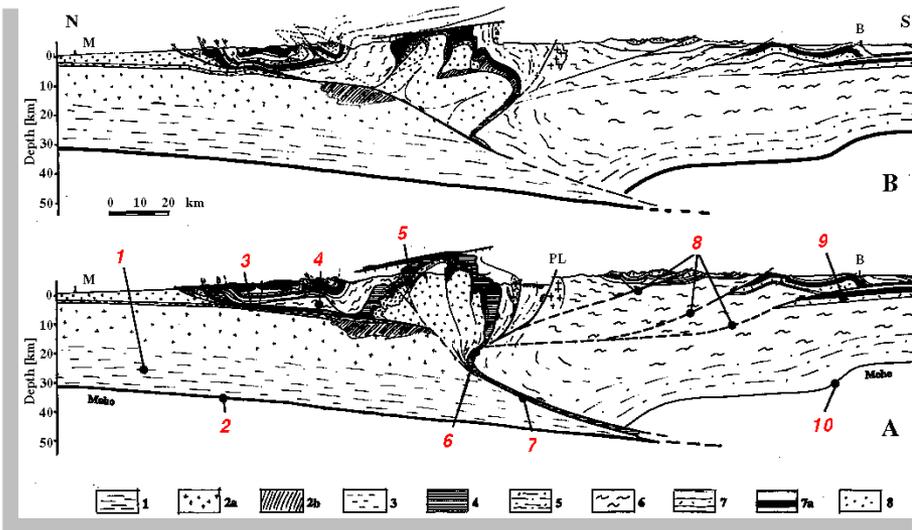
Datenbeschaffung



Datenaufbereitung und Interpretation

Seismik – Gravimetrie – Bohrlochgeophysik – Radiometrie –
Magnetik – Gesteinsphysik – 4D Erfassung

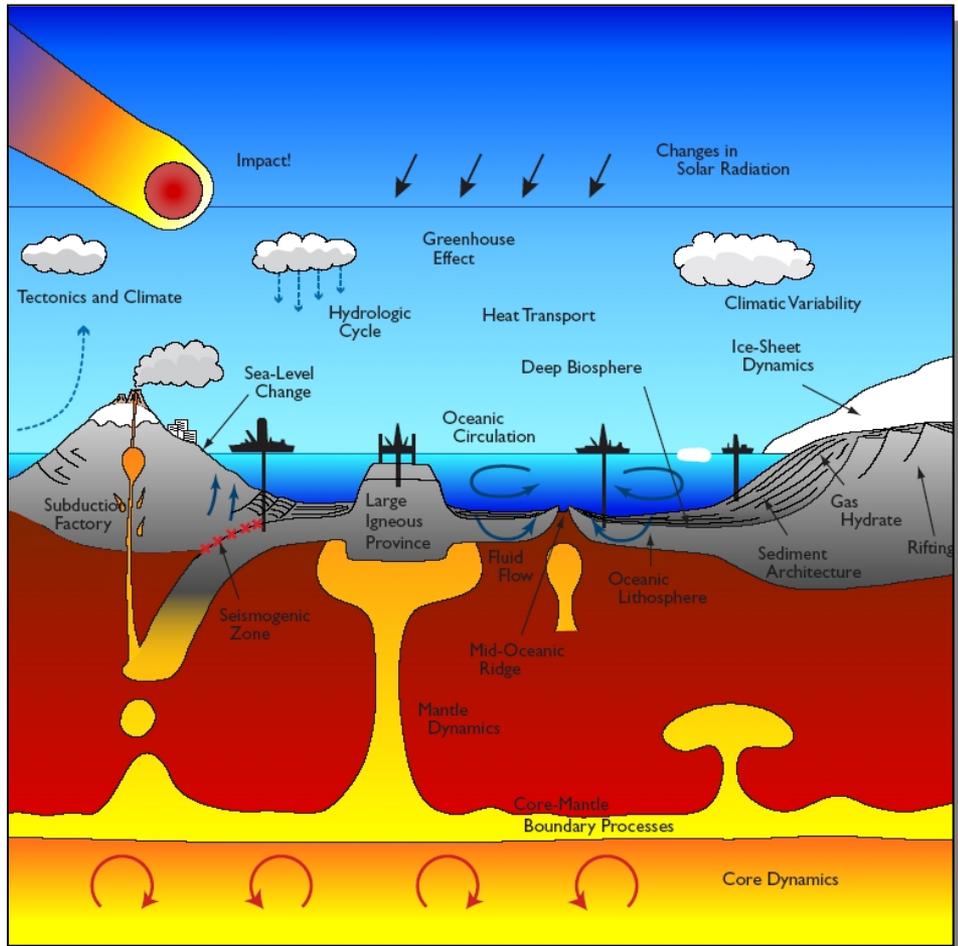
TRANSALP



Struktur unter den Alpen, Tektonik

Angewandte Geophysik:

IODP: Integrated Ocean Drilling Program



Graphics: IODP www.iodp.org



Seismik – Bohrlochgeophysik –
Radiometrie – Gesteinsphysik –
Gravimetrie – Electromagnetik
– Magnetik

Vorerkundung möglicher
Bohrlokationen **immer** mit
Seismik

Überwachen von Mülldeponien:

- Wie verteilen sich Flüssigkeiten im Gestein?
- Gefahren für die Grundwasserqualität?
- Lithologie des Bodens?
- Permeabilität, Porosität?
- Störungen?

Methoden: Elektromagnetik, Seismik, Georadar, Magnetik, Gravimetrie, etc.

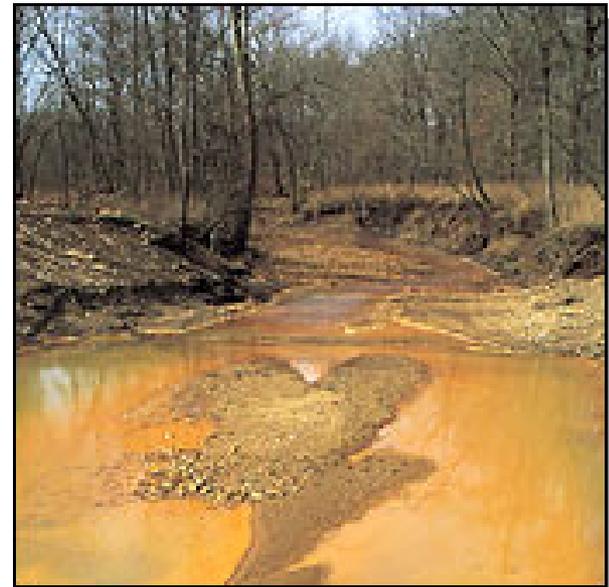
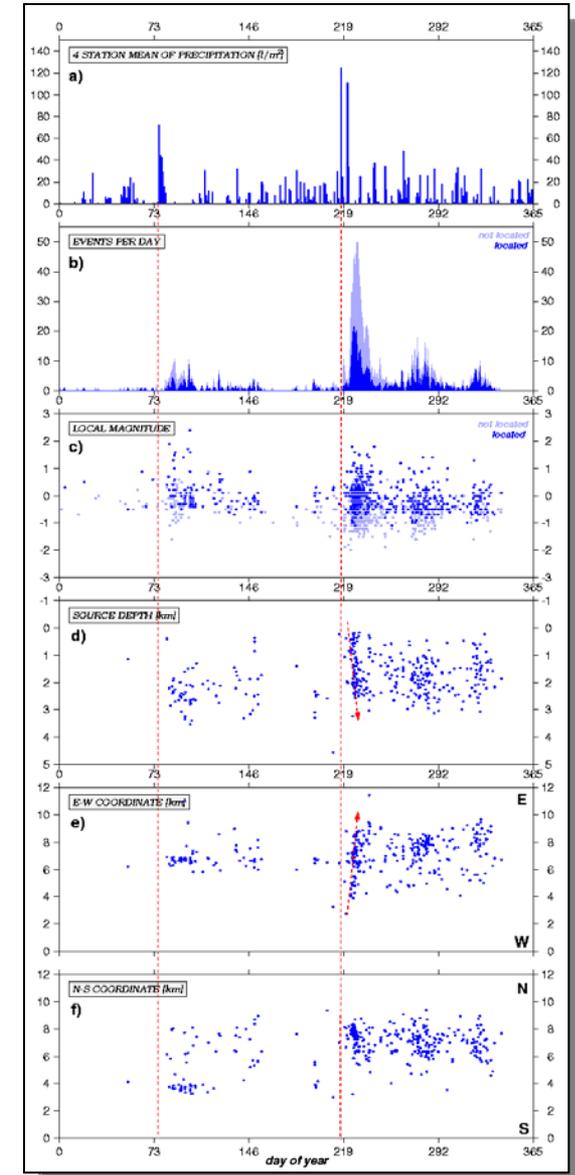
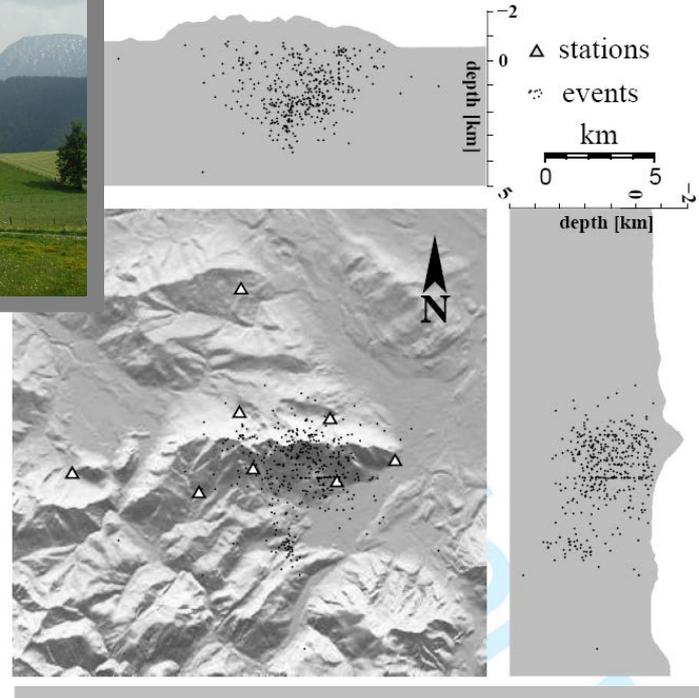


Figure: earthobservatory.nasa.gov

Erdbebenbeobachtung

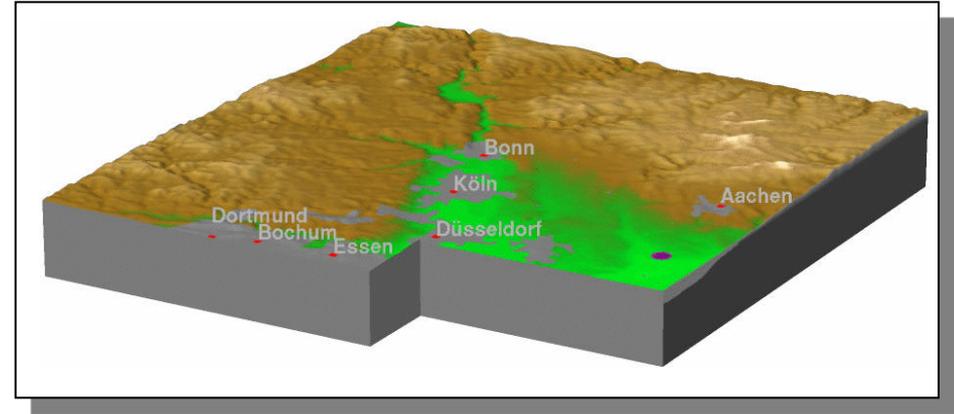
Schwarmbeben



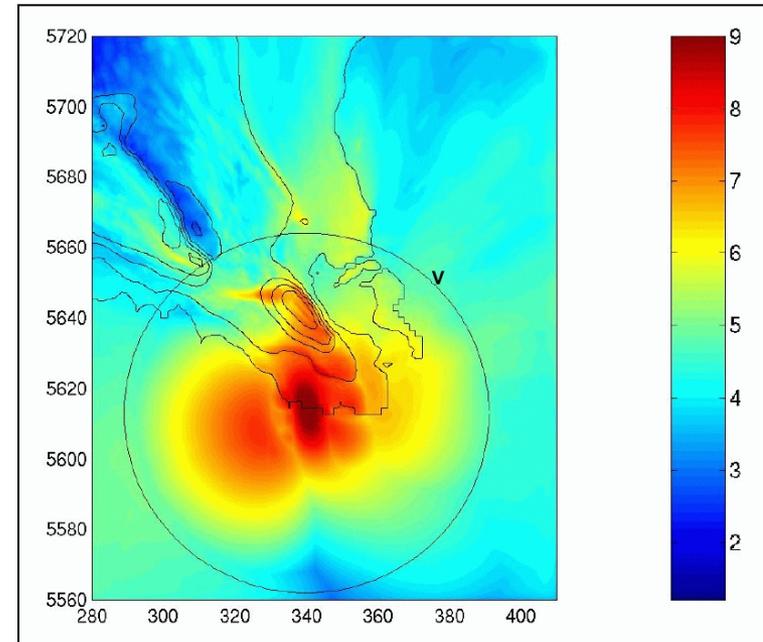
Erdbeben in Bayern, Einfluss von Regen auf Seismizität, Korrelation von Phänomenen

Seismische Gefahren

Fault scarp, Taiwan



Wie stark sind die
Bodenbewegungen bei
möglichen Erdbebenszenarien?
Beispiel: Kölner Becken



Welche Methode für welches Problem ?

Problemstellungen: Es soll die Untergrundbeschaffenheit bezüglich der Statik (hohes Gebäude), Strömungseigenschaften (Mülldeponie), Archäologische Funde, etc. untersucht werden.

Um zu entscheiden, welche **Methode** geeignet ist, müssen wir Folgendes beachten:

- Welche **physikalische Eigenschaften und Prozesse** sind relevant (e.g. Permeabilität, Porosität, seismische Geschwindigkeit, Anisotropie, Leitfähigkeit, Dichte, Wellenausbreitung, Diffusion)?
- Welche **Raum- und Zeitskalen** sind relevant für das Problem?
- Welche **geometrischen Experimentanordnungen** sind optimal?
- Wie muss ich die gewonnenen Daten **aufbereiten** und **analysieren**?
- Welche „**a priori Information**“ (Randbedingungen) ist bekannt und kann mit einbezogen werden?
- Wie sind die **physikalischen Eigenschaften** voneinander **abhängig**?

Die Antworten auf all diese Fragen hängen stark von dem jeweiligen Ziel und der Problemstellung ab.

Prinzipieller Unterschied: **passive** und **aktive** Methoden

Passiv:

Natürliche

Quellen/Phänomene
werden für die
Erkundung des
Untergrund benutzt

Beispiele:

- Gravitation
- Erdbeben
- EM Feld
- Schallwellen
- Mikroseismische
Aktivitäten
- Wärmefluss
- Deformation
- Rotation

Aktiv:

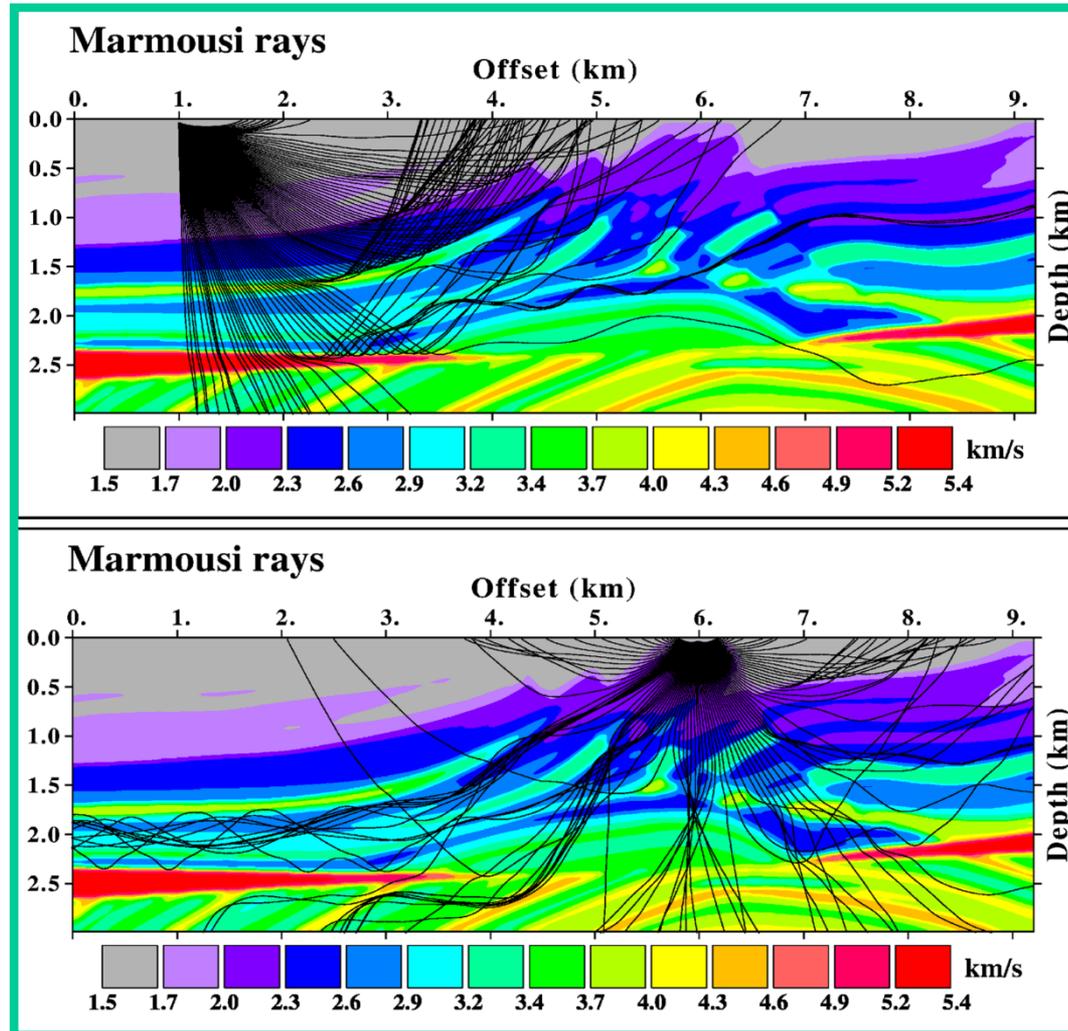
Mit künstlichen Quellen
werden Eigenschaften
des Untergrunds
dargestellt

Beispiele:

- Explosionen,
Druckluftkanonen
- EM Wellen
- Polarisationsmethoden
- Vibrationen
- Injektion von Flüssigkeiten

Was sind **direkte** und **indirekte** Methoden?

Imaging, Inversion



Courtesy: C. Thomson

Imaging (Abbilden) und Unsicherheiten

Indirekte Methoden (Imaging) sind normalerweise „**unterbestimmte mathematische Probleme**“ und/oder haben keine mathematisch **eindeutige** Lösungen. Dies bietet großen Freiraum für die Interpretation der beobachteten Daten.

Konsequenzen:

- Es können mehr als nur eine Lösung (oftmals unendlich viele) die Beobachtungen erklären
- Informationen über Unsicherheiten sind schwierig darzustellen
- Oftmals sind Ergebnisse von „Wunschdenken“ geprägt. (Vorsicht !)
- Man muss sich stets darüber im Klaren sein, wie viel Information die Messungen über die Physik des betrachteten Systems beinhalten (dies führt z.B. zum Gebrauch der Wahrscheinlichkeitsrechnung)

Zusammenfassung

Die in dieser Vorlesung angesprochenen **geophysikalischen Methoden** haben ein immens weites Spektrum an Anwendungen in der **Forschung** ebenso wie in der **Umwelt, Exploration, Ingenieursgeophysik, Geodäsie, Ozeanographie, Medizin, etc.**

Die Hauptanwendungen hierbei sind **Seismik, Geoelektrik, Magnetik, Gravimetrie, Geothermie, Radiometrie, Rheologie, Hydrodynamik**

Viele der entwickelten Verfahren zur Datengewinnung und Auswertung der Messungen sind identisch mit denen der jeweils anderen Bereiche. z.B. **Digitalisierung, Spektrale Analyse, Filterung**, und Simulation (modeling). Deshalb stehen diese fundamentalen Themen am Anfang des Kurses.