

# 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, 1999.
- www-resources (Google „applied environmental geophysics ...“)

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

# 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:

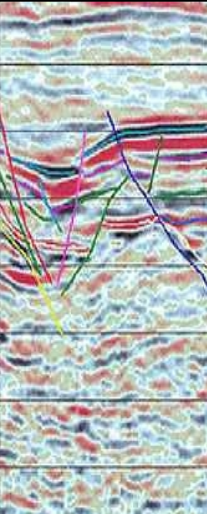
- Exploration und Prospektion von Rohstoffen (Öl, Gas, Minerale, Edelmetalle, etc.)
- Geothermische Energie, CO<sub>2</sub>-Sequestrierung
- Erfassung von Strömungsprozessen (monitoring fluid flow)
- Beurteilung der Bodenbeschaffenheit von Baugrund (Tunnel, Hochhäuser, etc.)
- Geophysikalische Archäologie
- Gefahren- und Risiko- Einschätzung (Vulkane, Erdbeben, Tsunamis)

# Was sind die Methoden der Angewandten Geophysik?

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

# Die Vorlesung im Überblick

Woche	Inhalte
1	Einleitung - 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

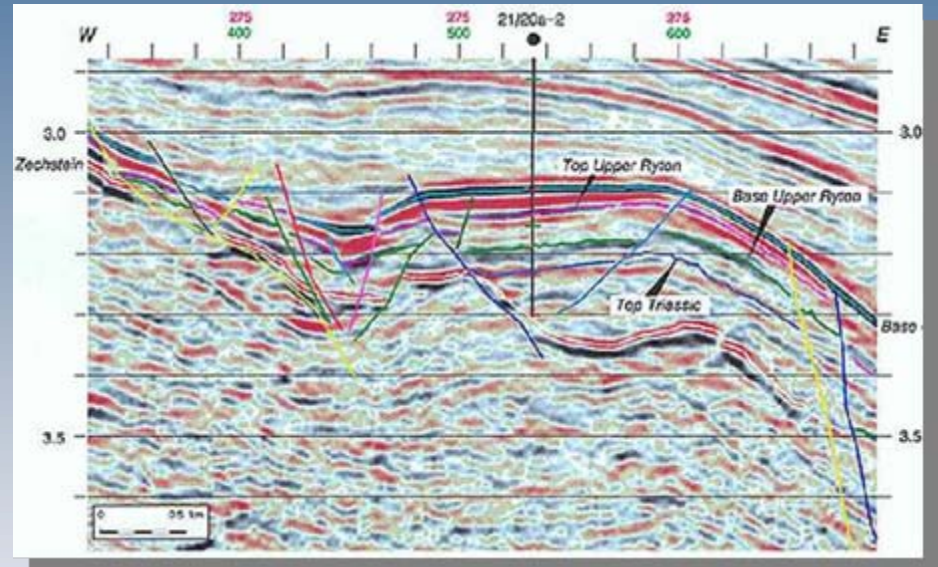
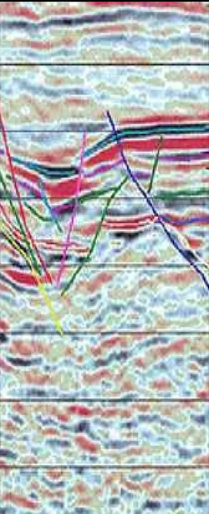


# Angewandte Geophysik: ein Beispiel

## Rohstoff-Exploration



Datenbeschaffung

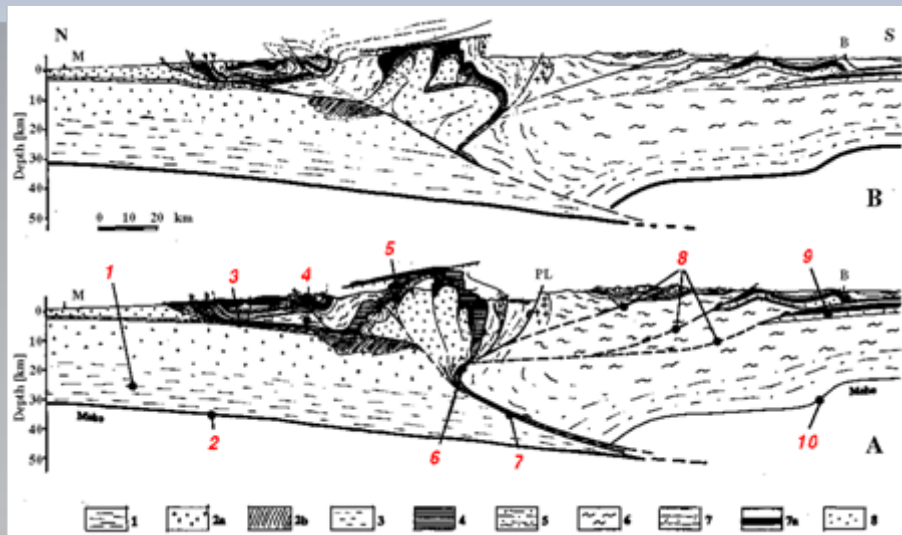
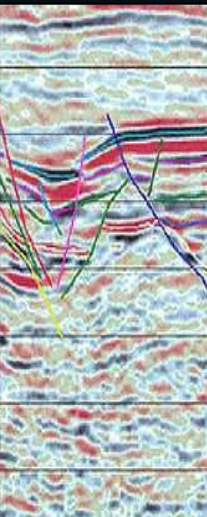


Datenaufbereitung und Interpretation

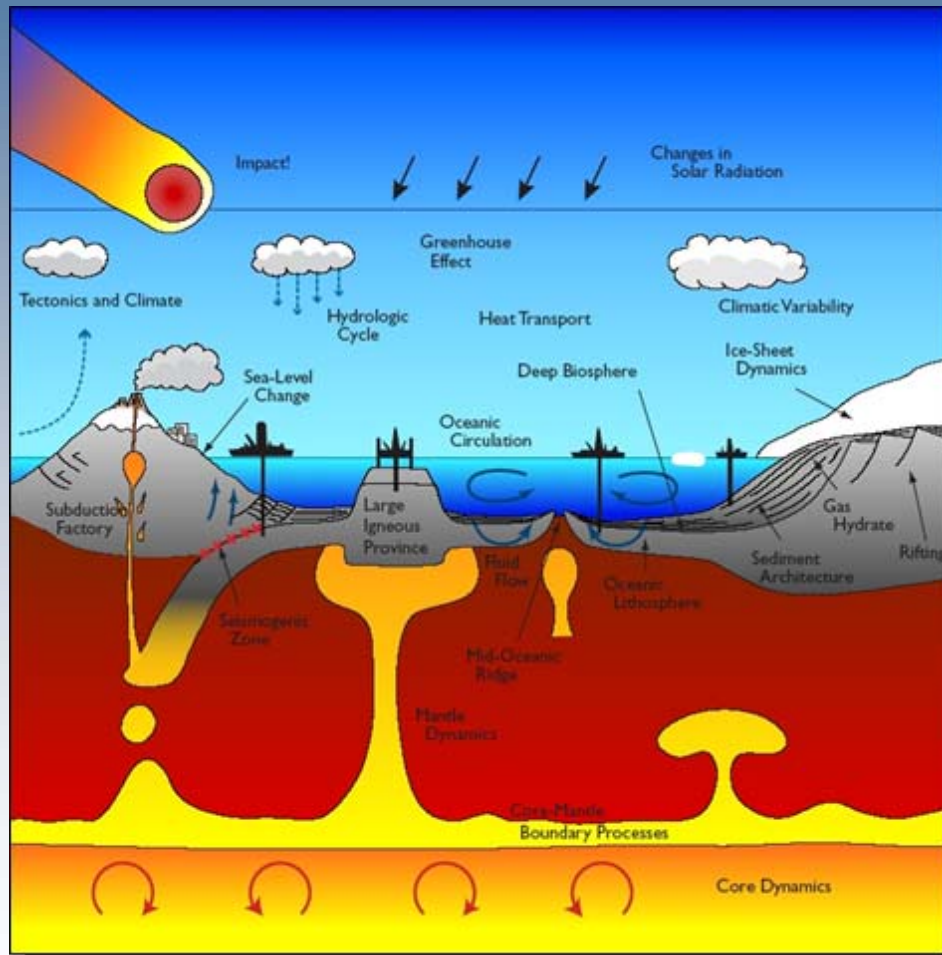
Seismik- Gravimetrie - Bohrlochgeophysik - Radiometrie -  
Magnetik - Gesteinsphysik - 4D Erfassung



# TRANSALP



# Angewandte Geophysik: IODP: Integrated Ocean Drilling Program



Graphics: IODP [www.iodp.org](http://www.iodp.org)



Seismik - Bohrlochgeophysik  
- Radiometrie -  
Gesteinsphysik - Gravimetrie  
- Elektromagnetik - Magnetik

# Angewandte Geophysik: ein Beprobungsproblem

## Umweltgeophysik

### 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.

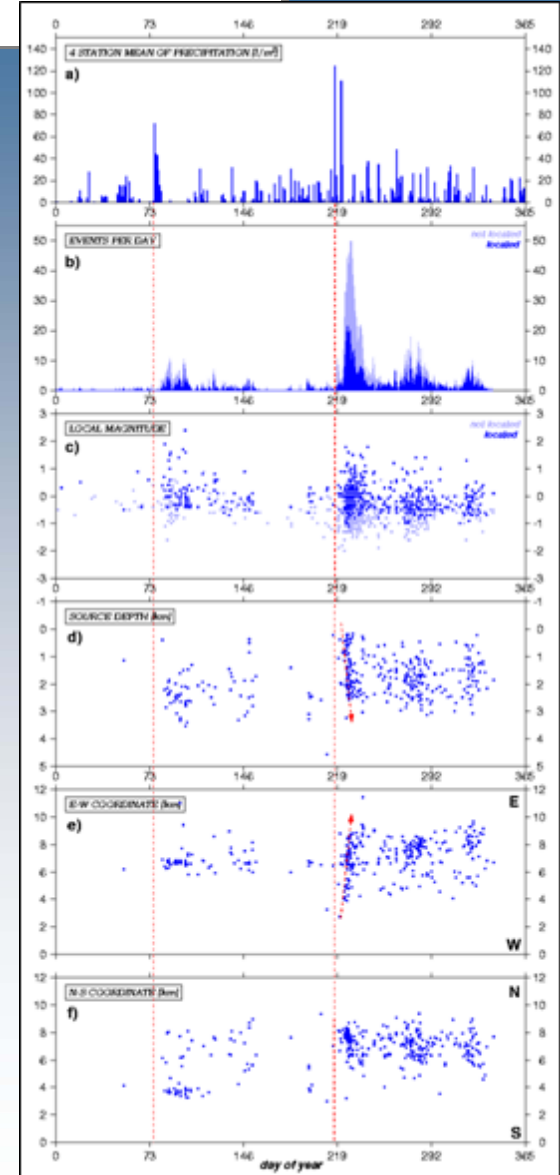
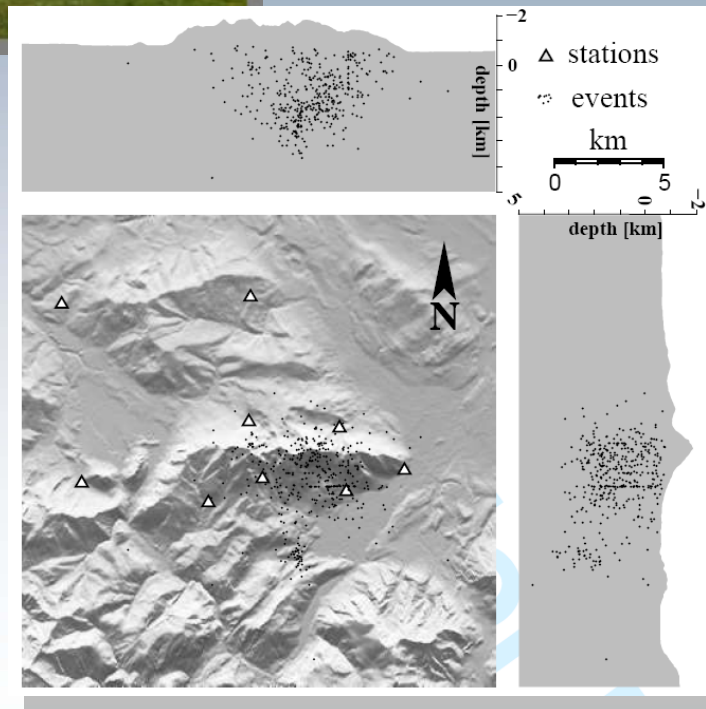
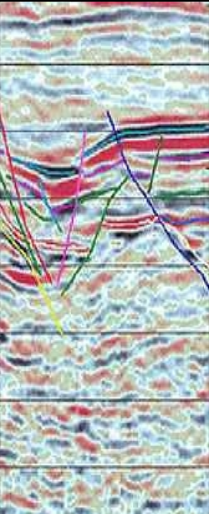


Figure: earthobservatory.nasa.gov

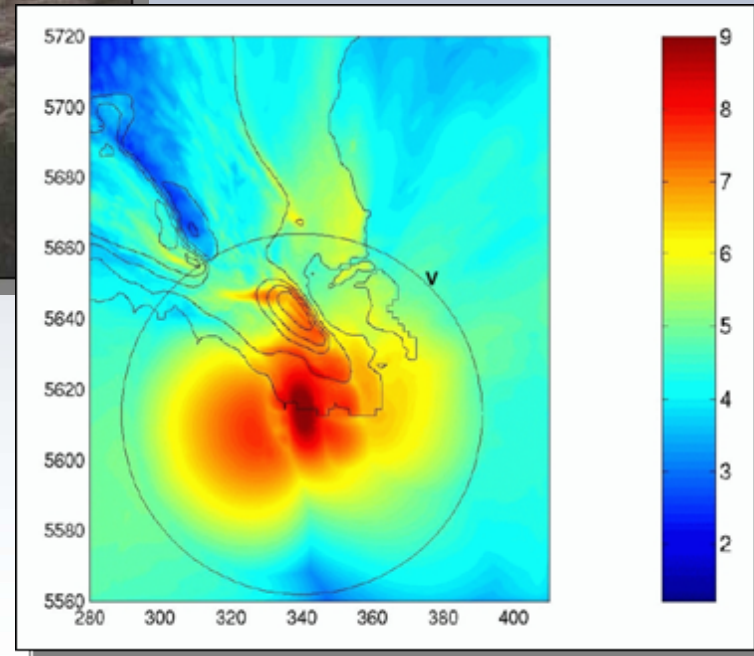
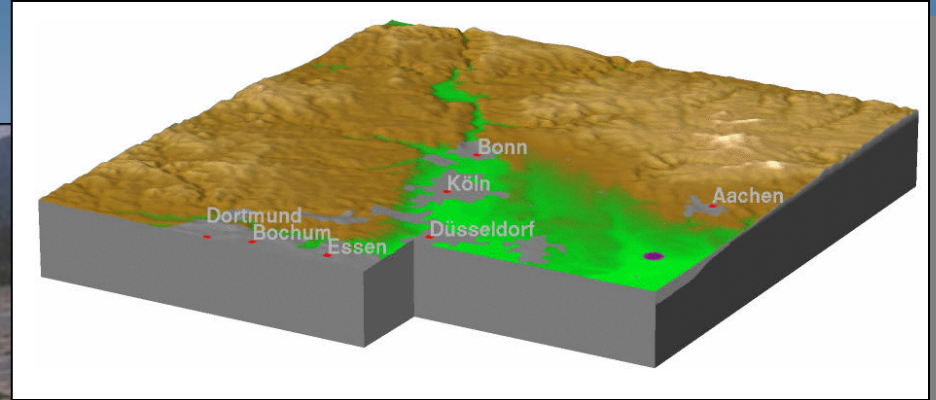
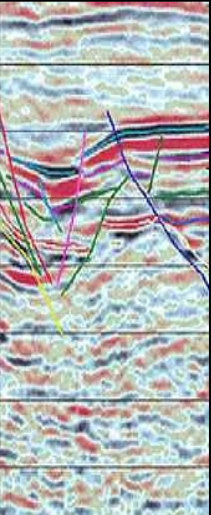


# Erdbebenbeobachtung

## Schwarmbeben



# Seismische Gefahren



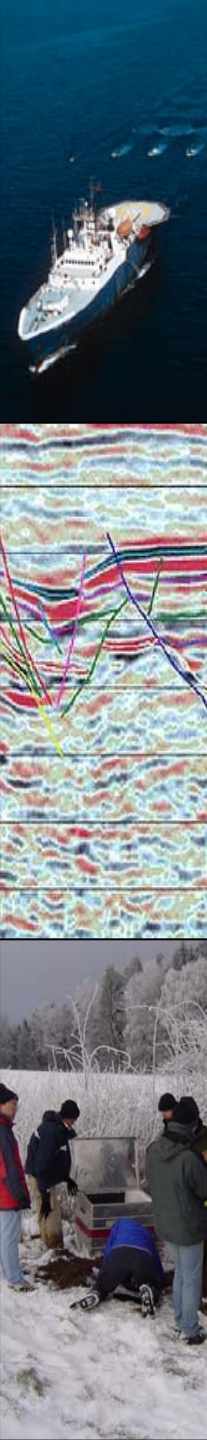
# Welche Methode für welches Problem ?

**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** sind relevant (e.g. Permeabilität, Porosität, seismische Geschwindigkeit, Anisotropie, Leitfähigkeit, Dichte)?
- 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 werden für die Erkundung des Untergrund benutzt

## **Beispiele:**

- Gravitation
- Erdbeben
- EM Feld
- Schallwellen
- Mikroseismische Aktivitäten
- Wärmefluss
- Strömungen
- 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 (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.