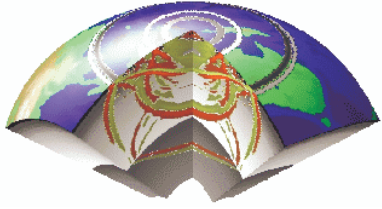


Erdbeben: Naturgefahr - Fenster ins Erdinnere

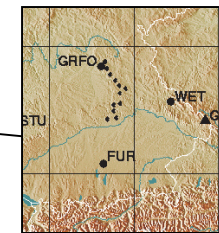
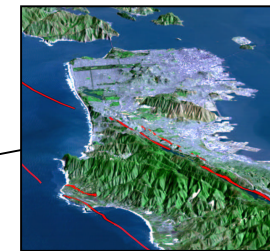
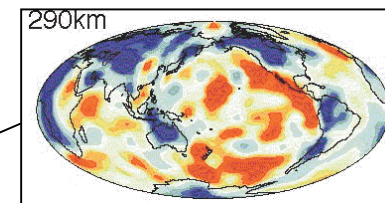
Heiner Igel
Sektion Geophysik
Department für Geo- und Umweltwissenschaften
Ludwig-Maximilians-Universität, München

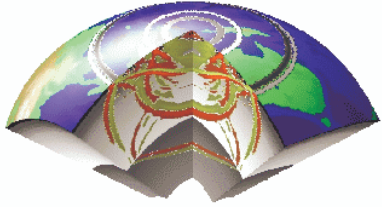
Wie breiten sich Erdbebenwellen im Erdinnern aus?
Was passiert an der Erdbebenquelle?
Können wir Erdbeben vorhersagen?
Was lernen wir von Erdbeben über das Erdinnere?
Welche Regionen sind besonders gefährdet?
Wie kann man Erdbebenschäden vorbeugen?



Erdbeben: Naturgefahr - Fenster ins Erdinnere

- Etwas Geschichte
- Erdbeben und die Struktur des Erdinnern - Seismische Tomographie
- Erdbebenrisiko - Vorhersage?
- Erdbeben in Deutschland - eine unterschätzte Gefahr?





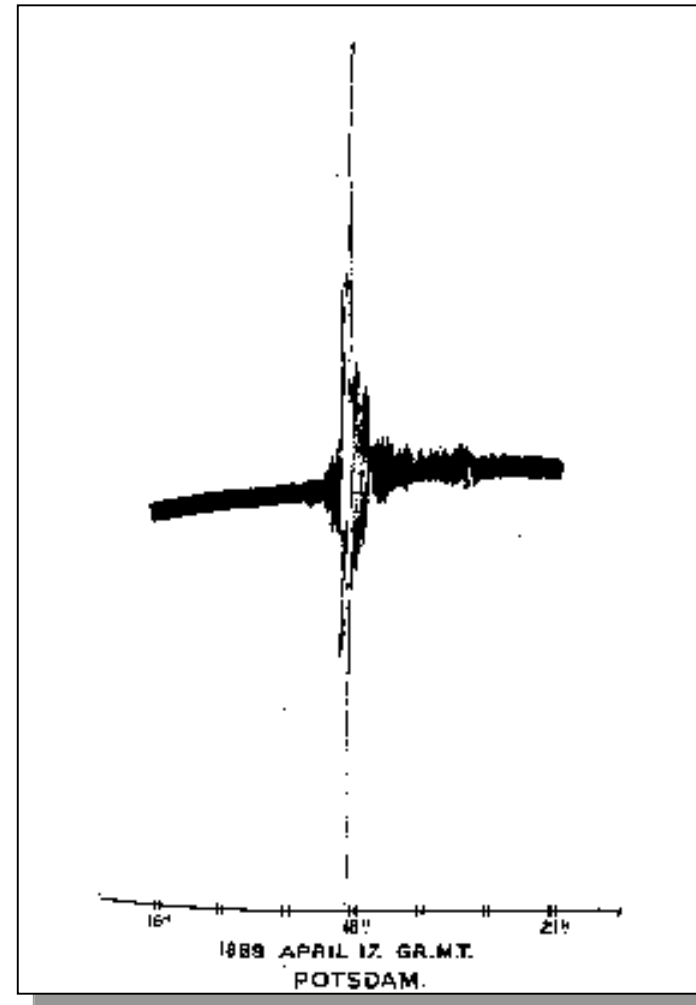
Das erste Seismogramm

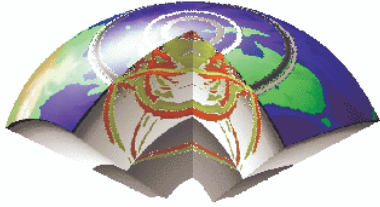
Forschung in der Seismologie wurde durch zwei verheerende Erdbeben stimuliert :

1755, Erdbeben in Lissabon, Portugal 32000 Tote

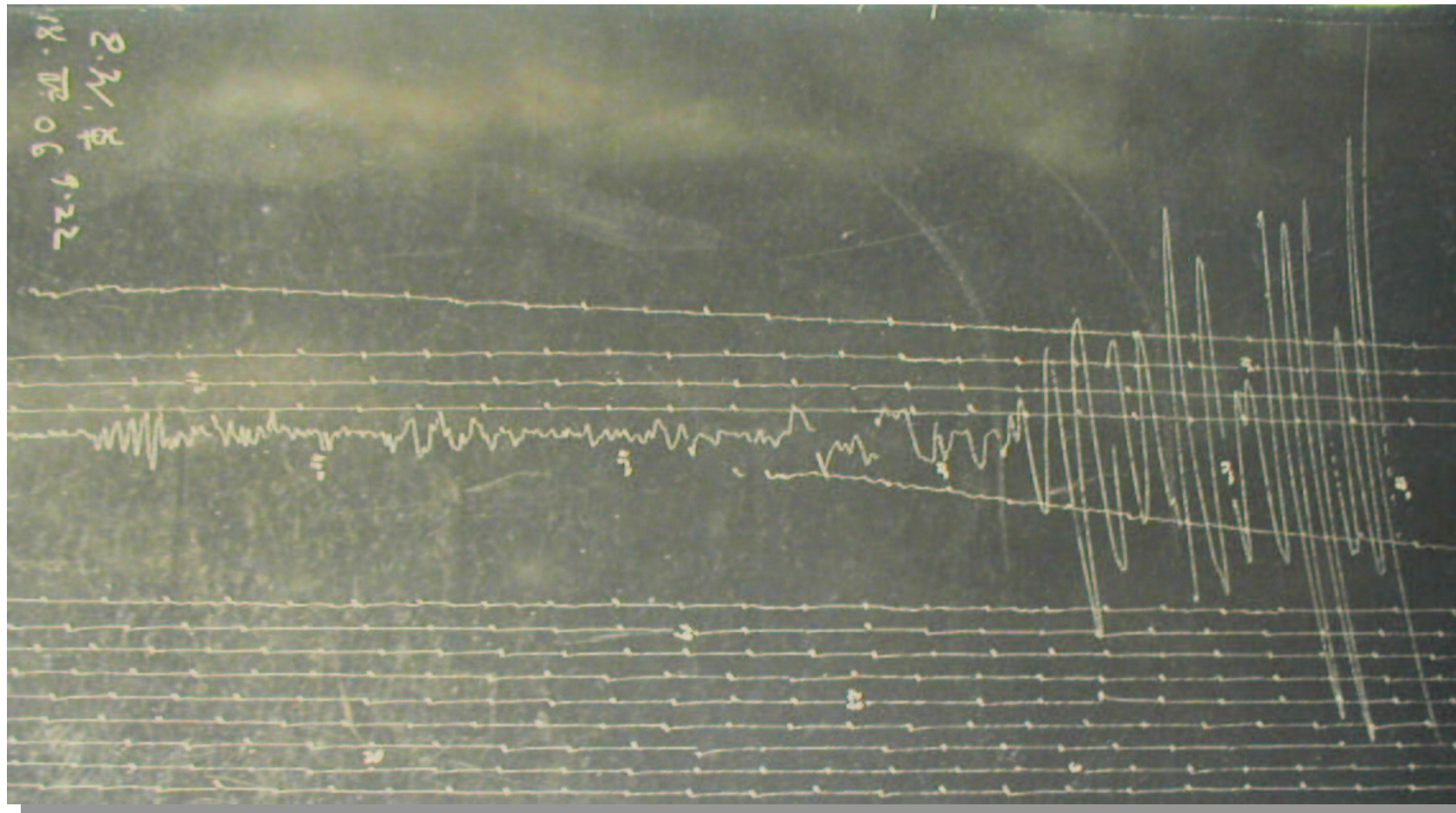
1783, Erdbeben in Kalabrien, Italien, 30000 Tote

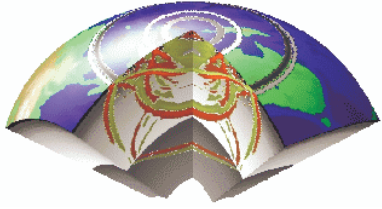
Seismogramm eines Bebens in Japan in Potsdam aufgezeichnet 1889



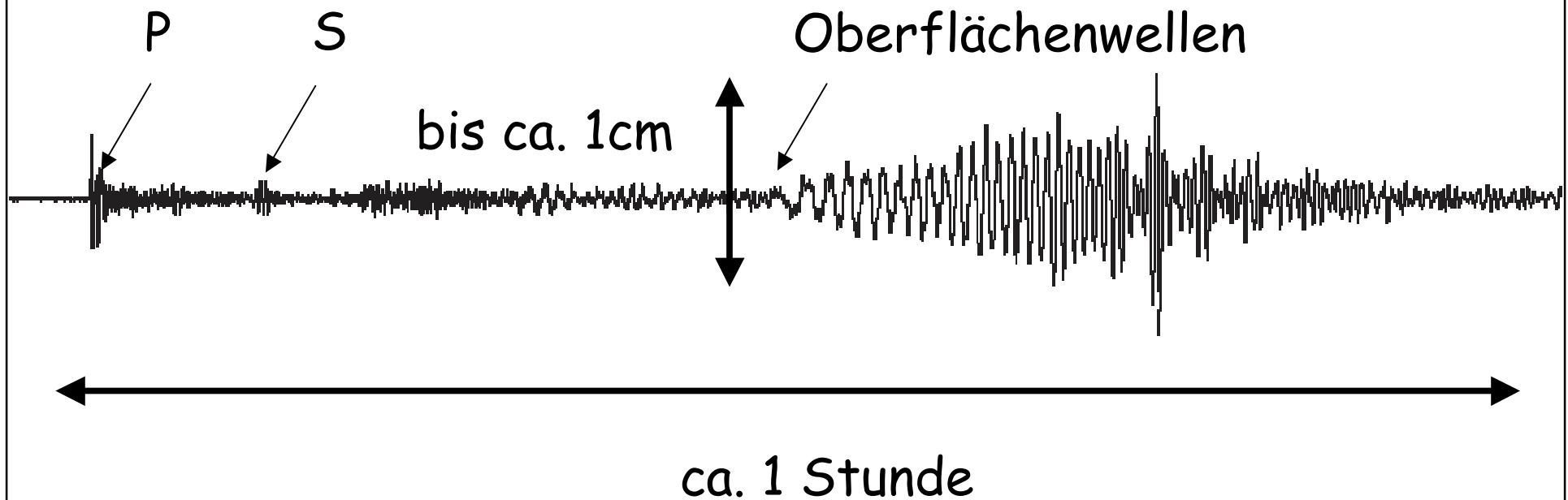


Das große San Francisco Erdbeben 18. April 1906 aufgezeichnet in München

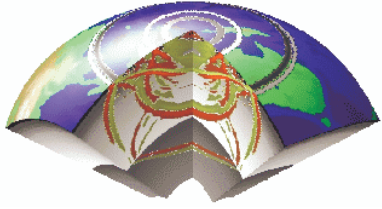




Was ist ein Seismogramm?

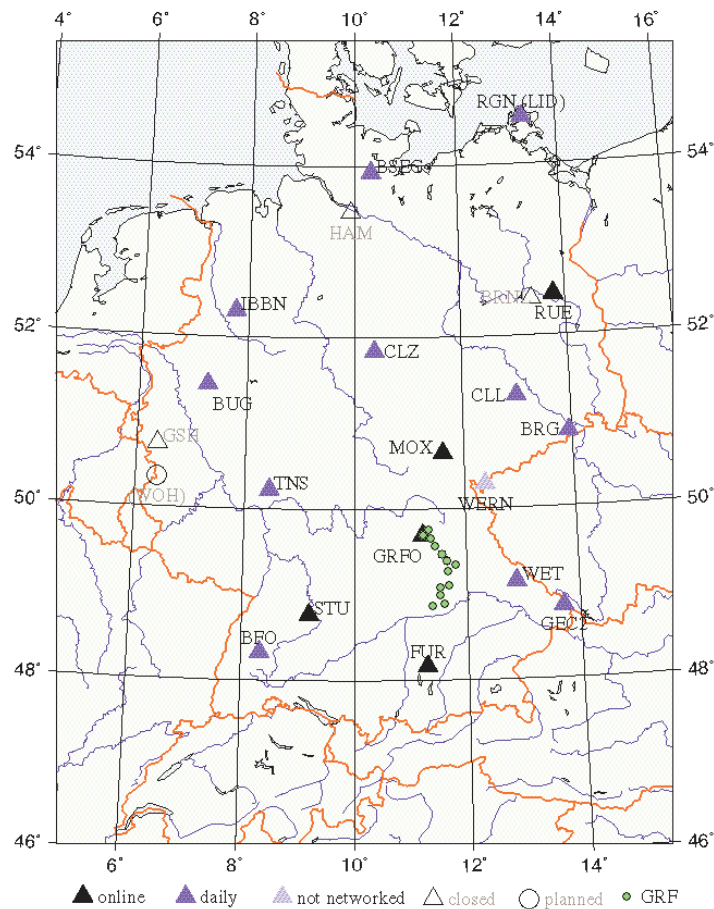


Seismogram eines Bebens M8 aufgezeichnet in 10000km Entfernung

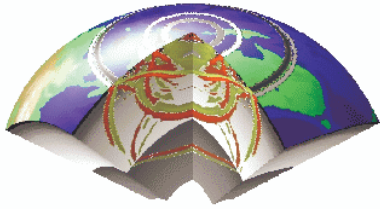


Seismometer in Deutschland?

GRSN/GRF stations

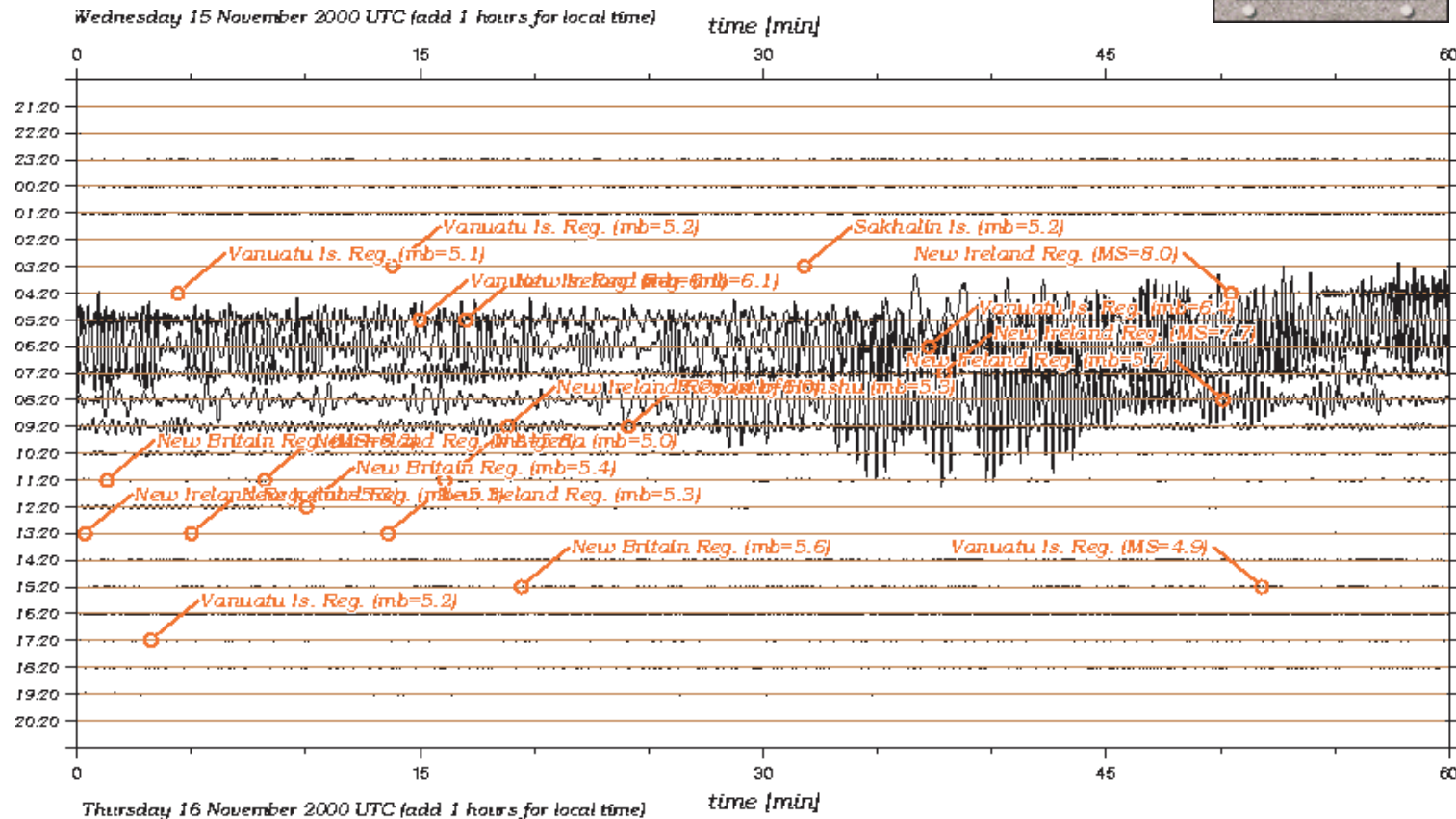
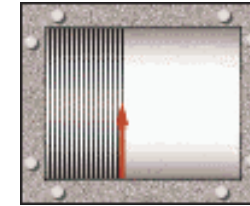


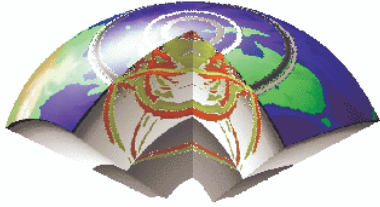
Seismische
Messstationen des
weltweiten Netzes in
Deutschland.



Seismische Beobachtungen im weltweiten Netzwerk

24h Bodenbewegung aufgezeichnet im Observatorium FFB (www.geophysik.uni-muenchen.de)

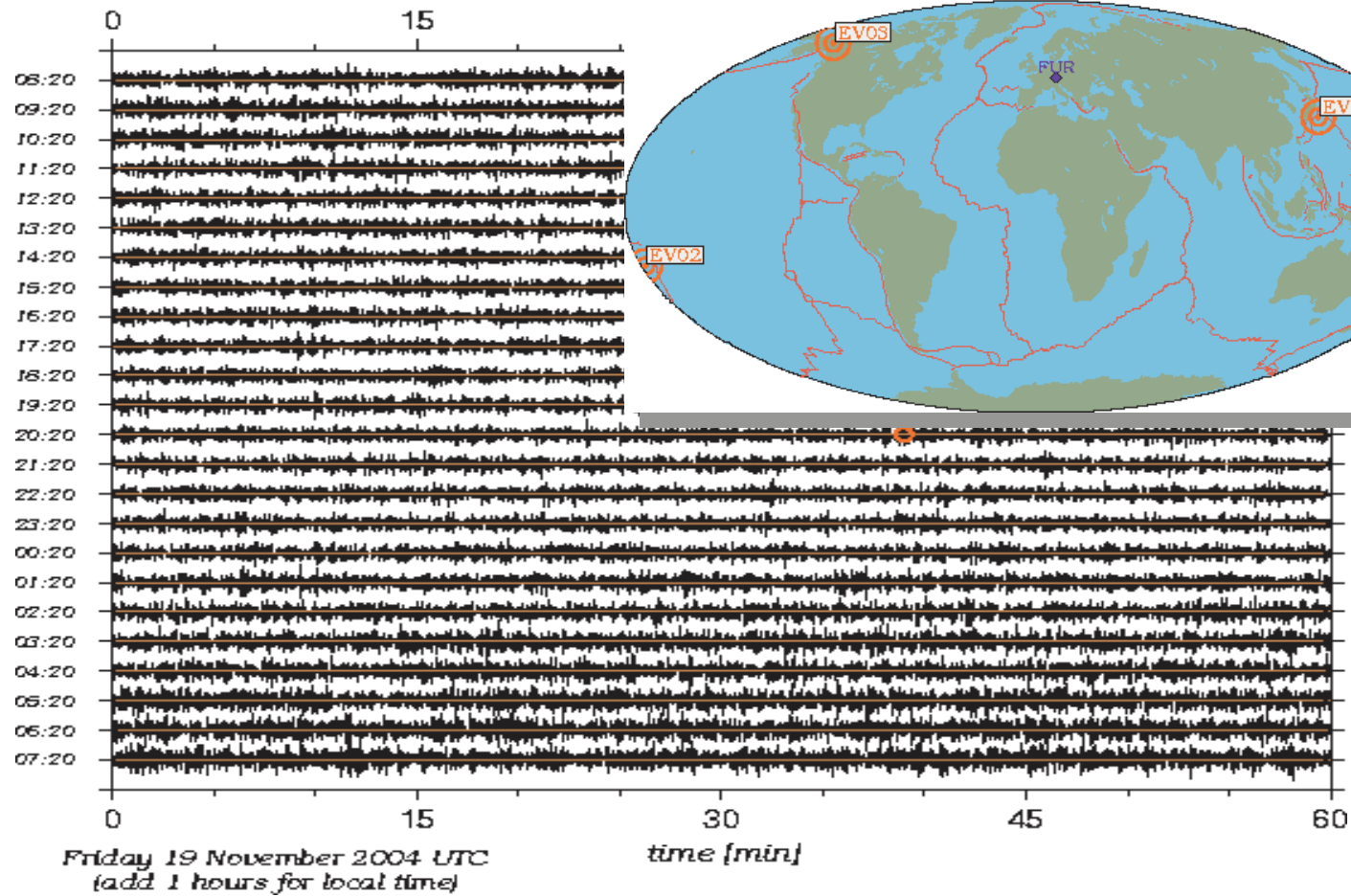


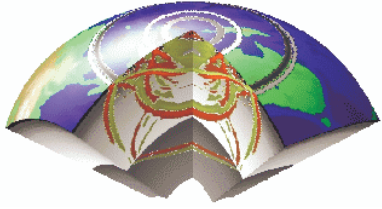


Aktuelles Seismowetter

Thursday 18 November 2004 UTC
(add 1 hours for local time)

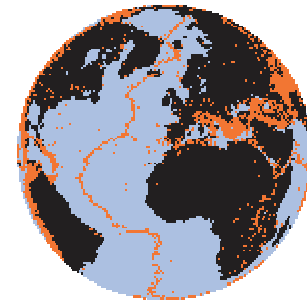
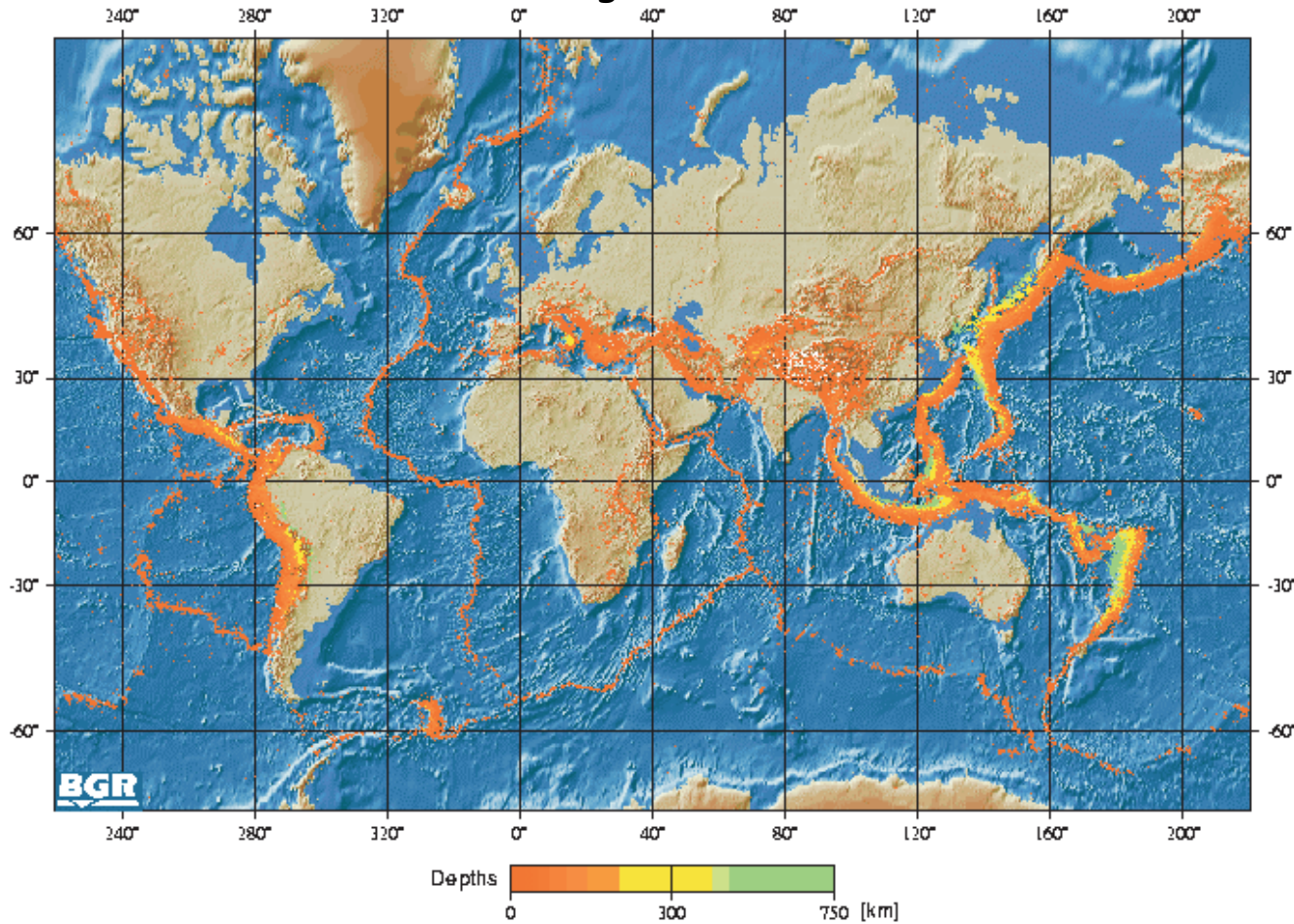
Last automatic update : Friday 19 November 08:21 UTC



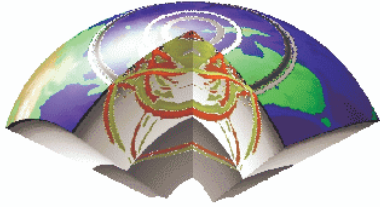


Verteilung der Erdbeben

Erdbeben 1954-1998 mit Magnitude ≥ 4.0

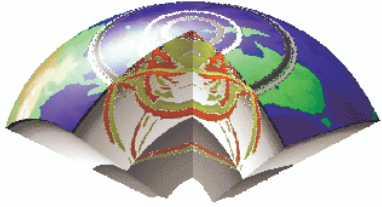


BGR Hannover

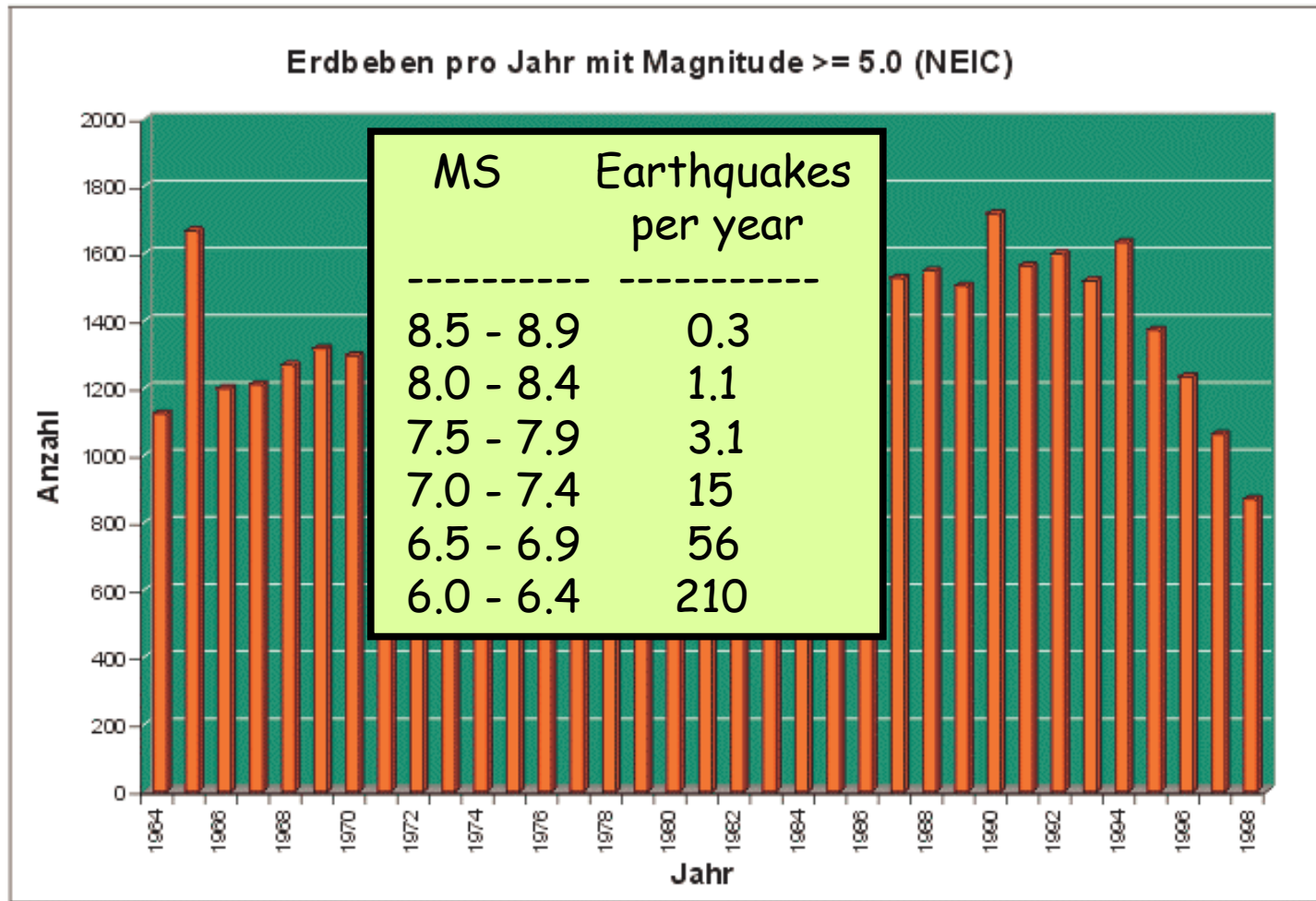


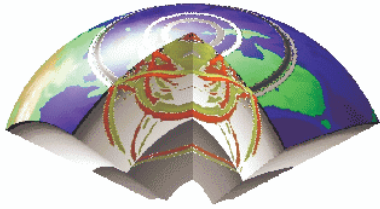
Plattentektonik





Etwas Statistik

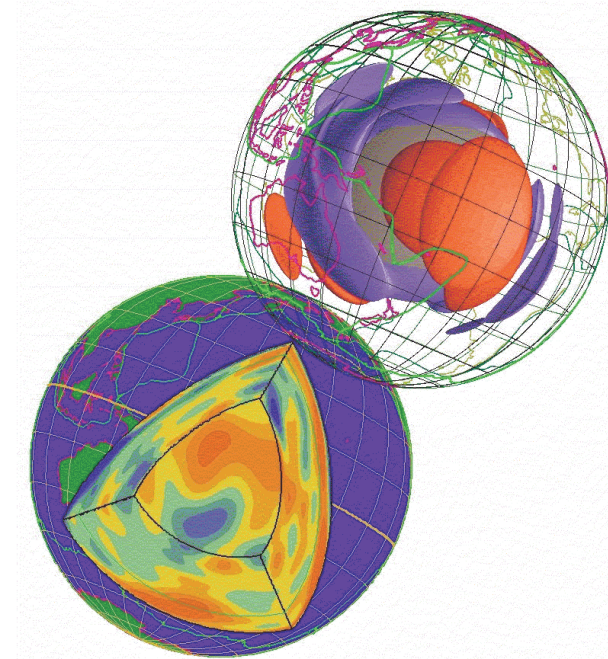
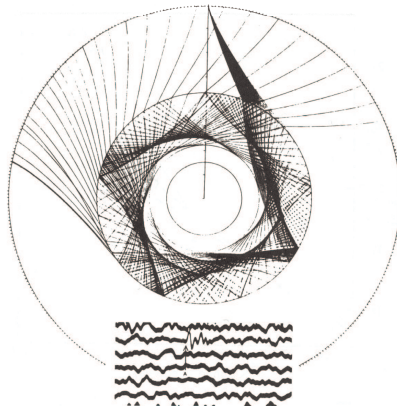
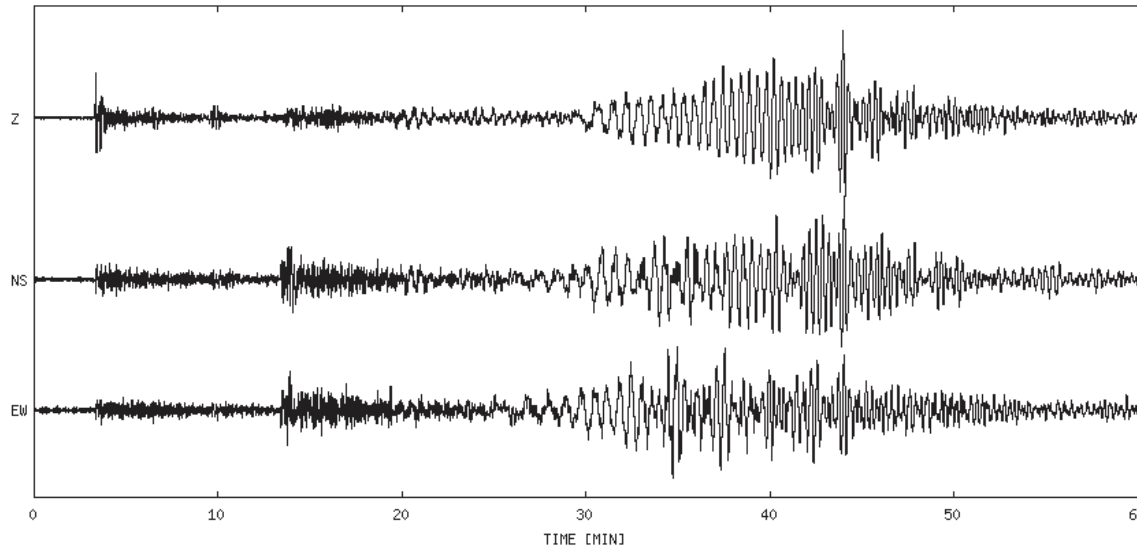


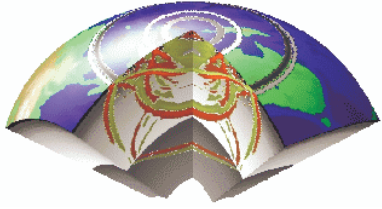


Seismische Tomographie: Struktur des Erdmantels

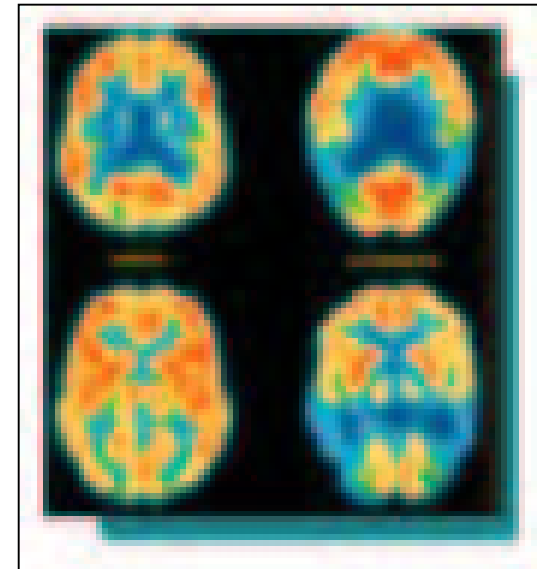
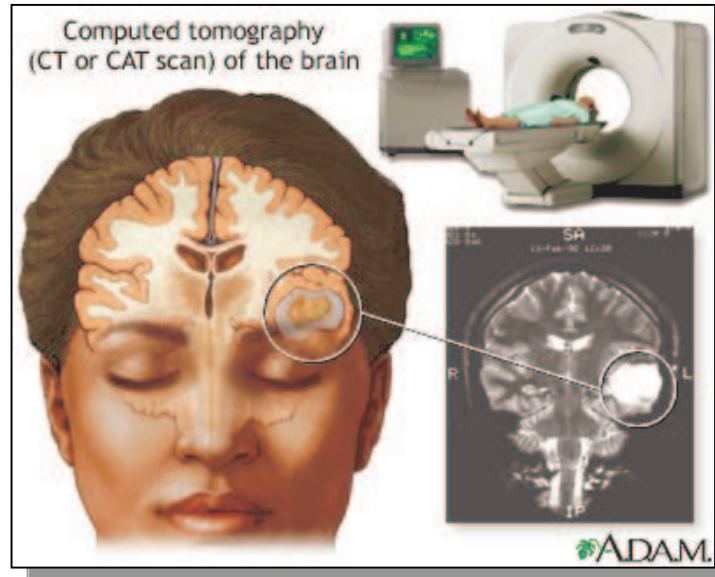
Erbeben auf den Kurilen, aufgez. in FFB

28/01/00 14:30:00 UT

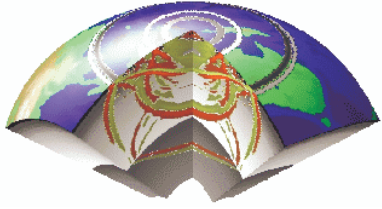




Medizinische Tomographie



Quellen und Empfänger sind um das Objekt (z.B. Kopf) gleichmäßig verteilt.



Seismologie und Supercomputer

Elastische Wellengleichungen

$$\rho \partial_t^2 u_i = \partial_j (\sigma_{ij} + M_{ij}) + f_j$$

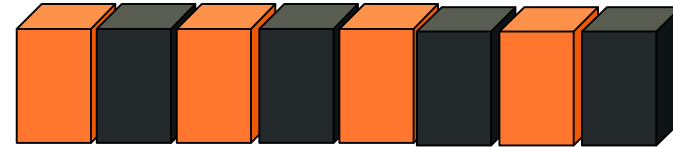
$$\sigma_{ij} = c_{ijkl} \epsilon_{kl}$$

$$\epsilon_{kl} = 1/2 (\partial_i u_j + \partial_j u_i)$$

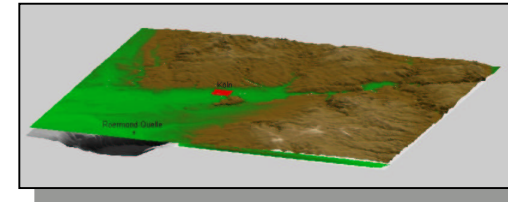
Raumgitter



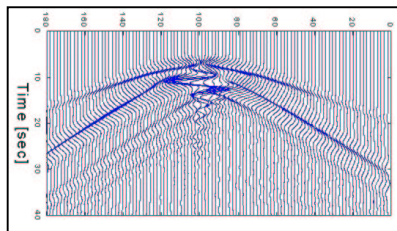
Parallelisierung



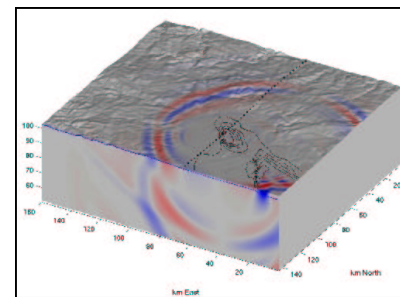
3D Modell

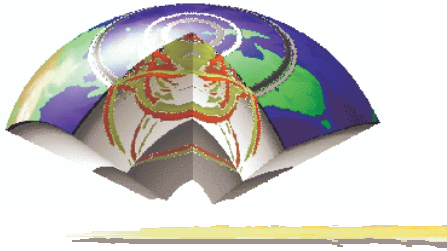


Synthetische Seismogramme

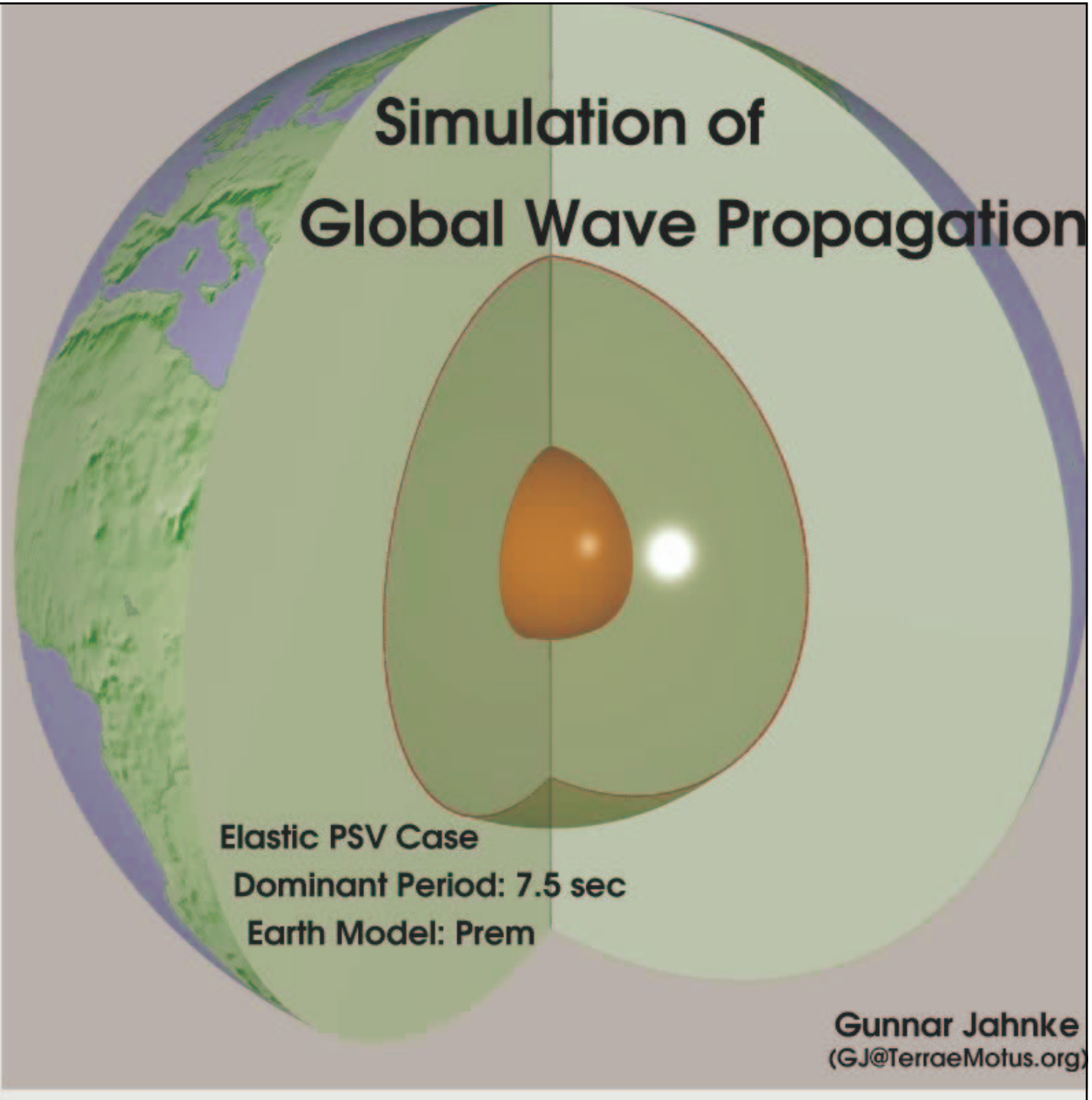


Simulation



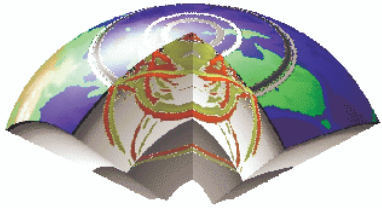


Simulation of Global Wave Propagation

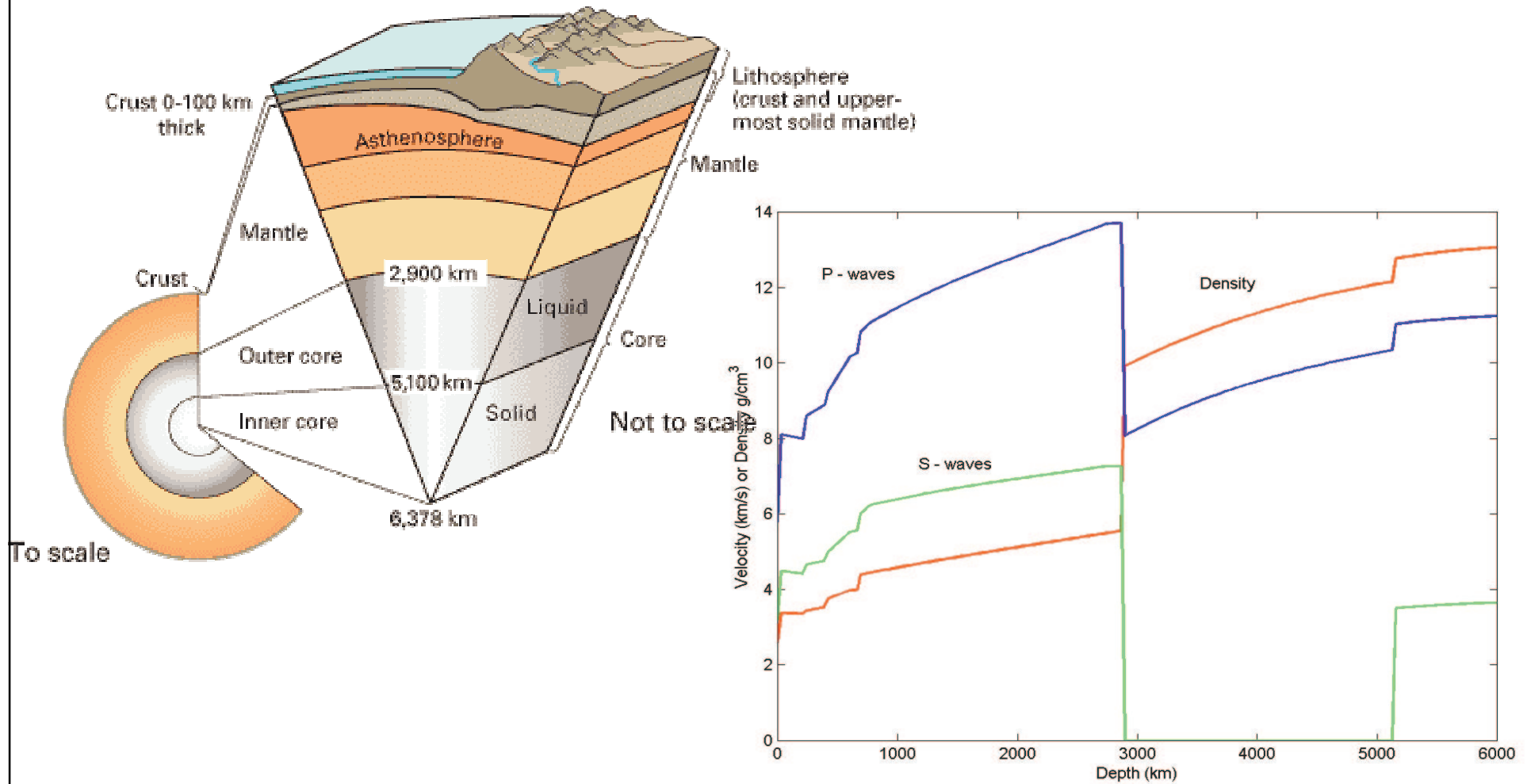


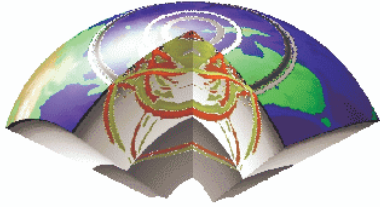
Elastic PSV Case
Dominant Period: 7.5 sec
Earth Model: Prem

Gunnar Jahnke
(GJ@Terraemotus.org)

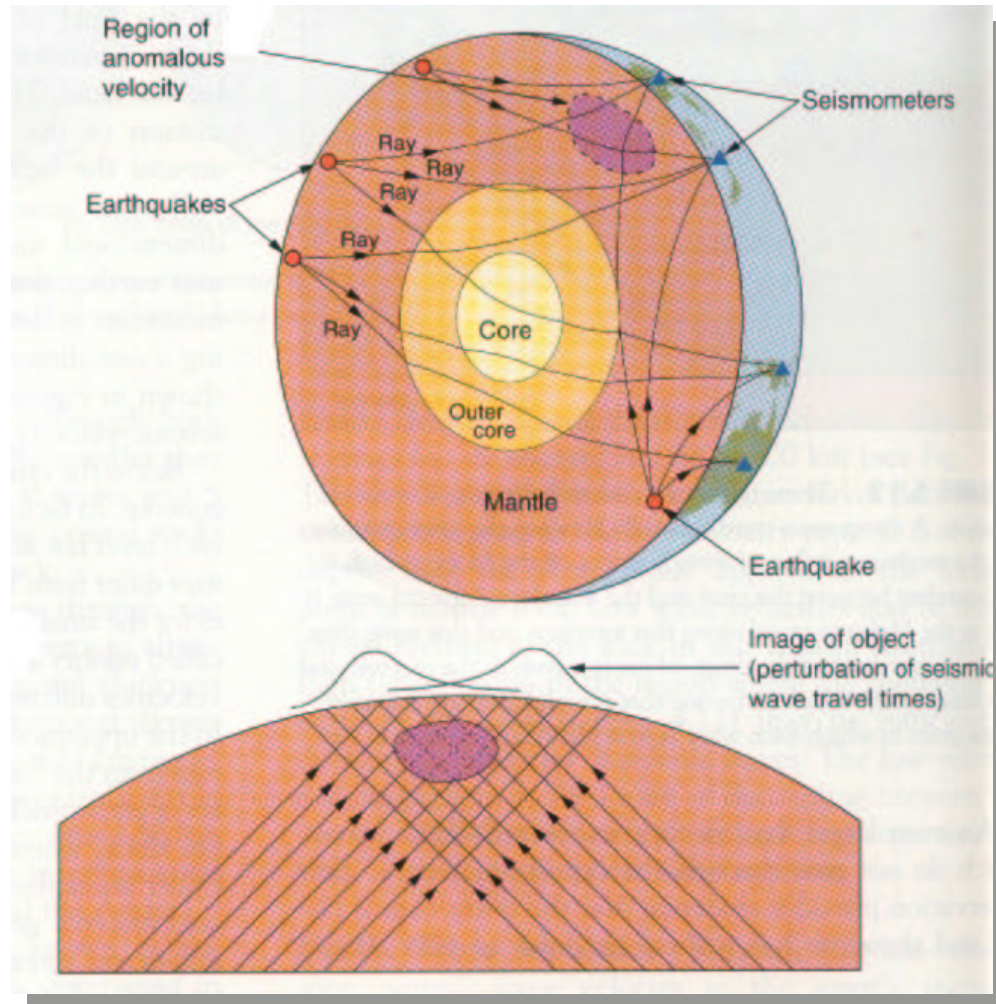


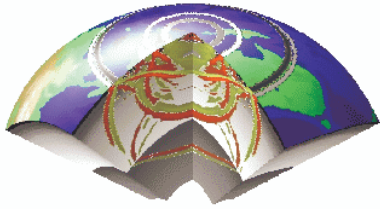
Struktur des Erdinnern





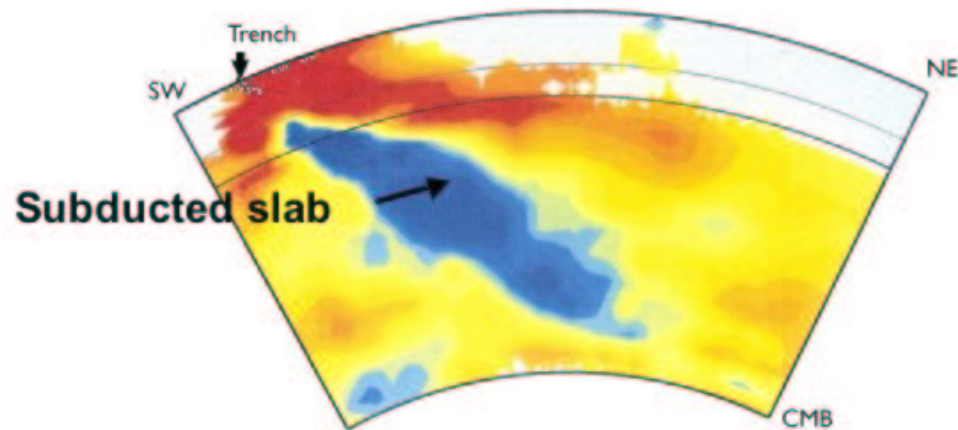
Seismische Tomographie





Subduktionszonen

Seismic Tomography Scan of a Section of the Mantle



Seismic tomography records variations in P-wave velocity, which correlate with the temperatures of matter in Earth's interior.





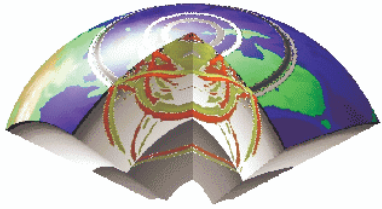
-  Slower P waves, indicating warmer-than-average matter
-  Average-speed P waves, indicating average-temperature matter
-  Faster P waves, indicating cooler-than-average matter
-  No data

Fig. 19.9



Das Eifel-Plume Projekt

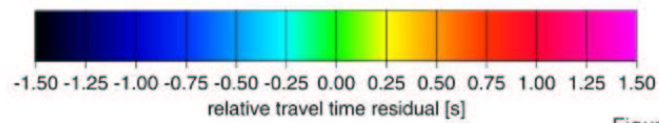
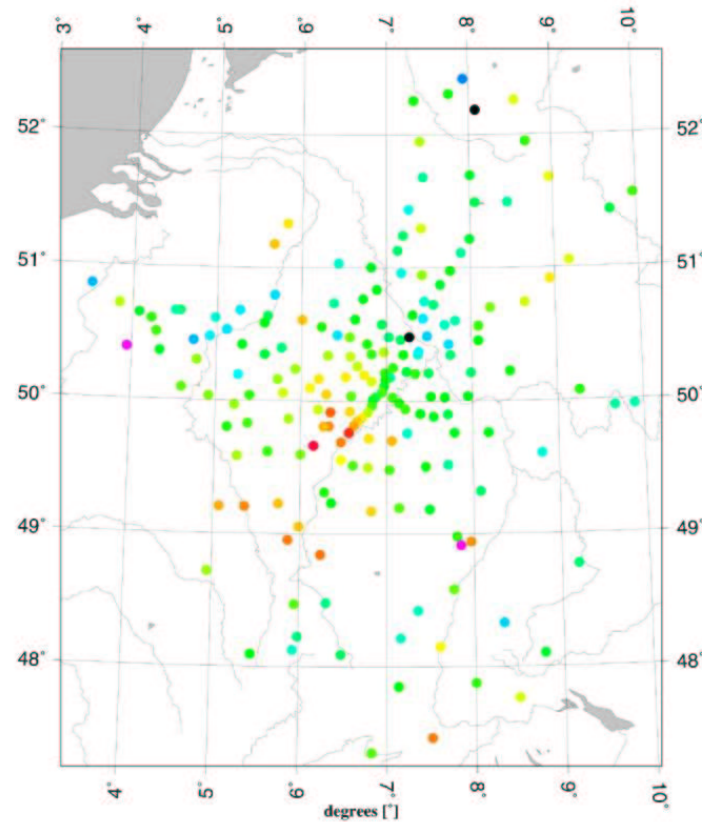
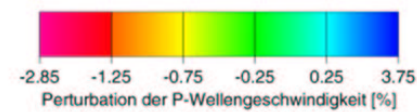
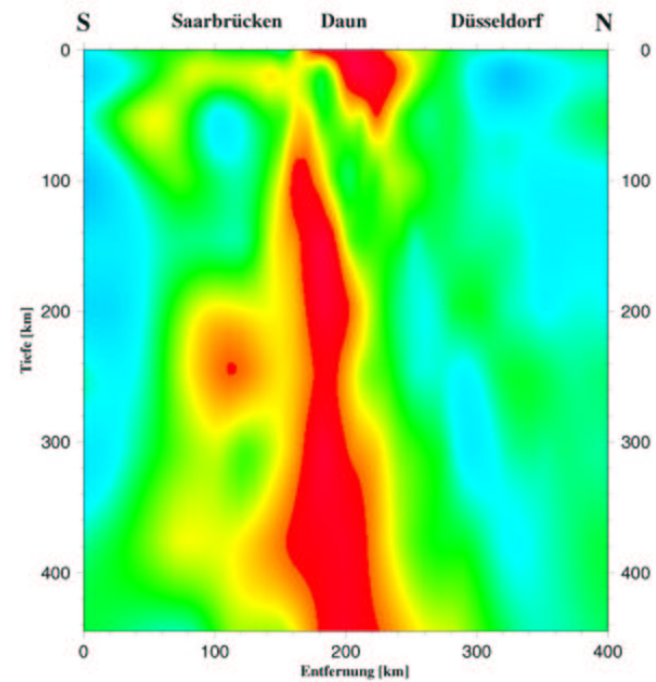
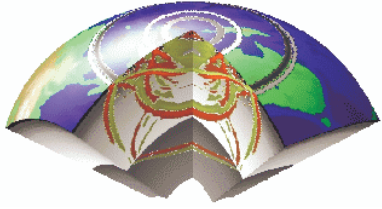


Figure A

Eifel-Plume Projekt

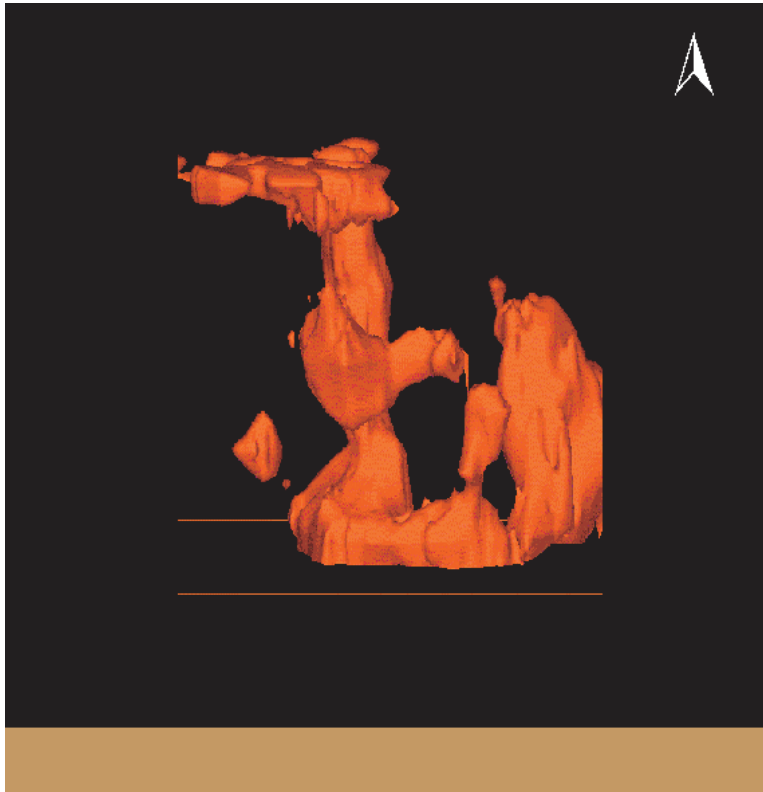


ToGo
Tomography
Göttingen

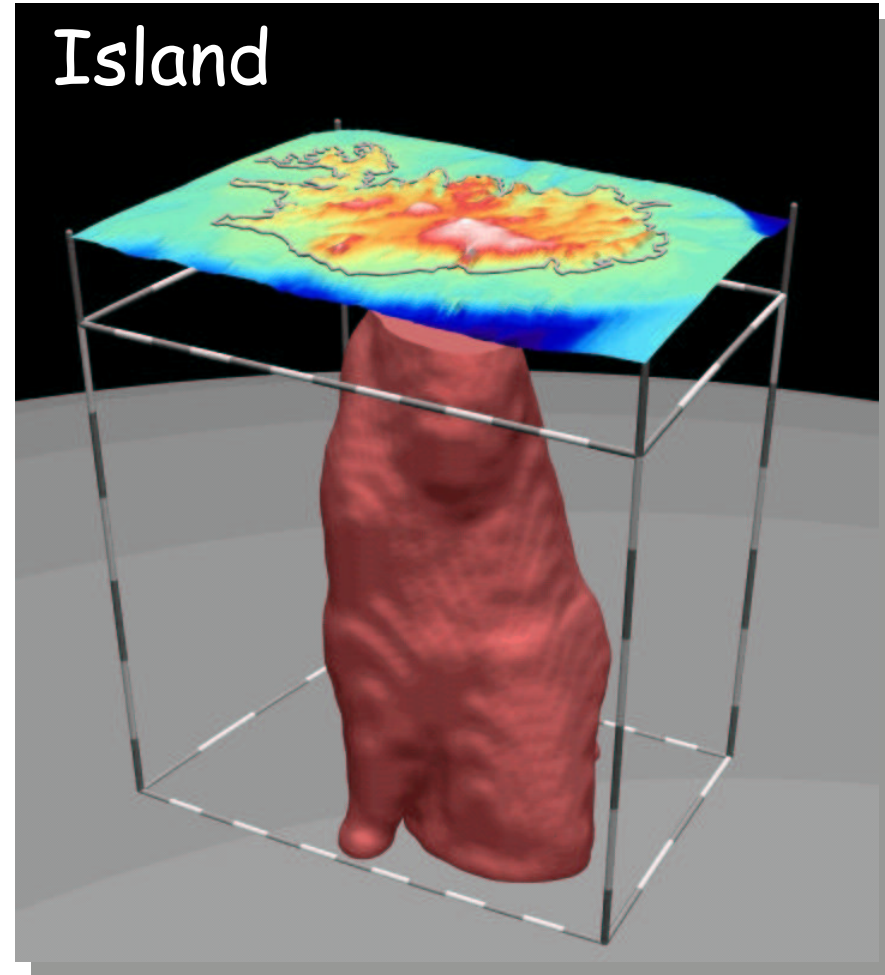


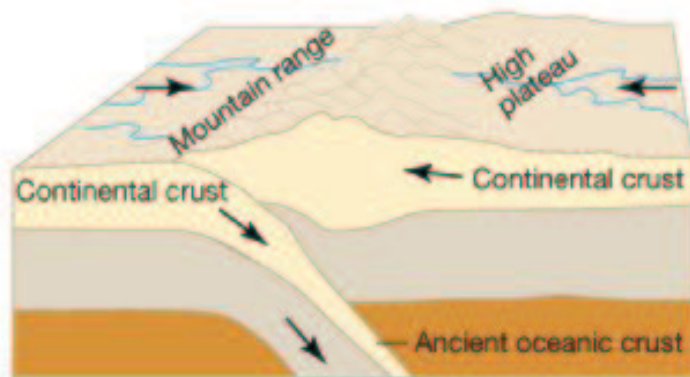
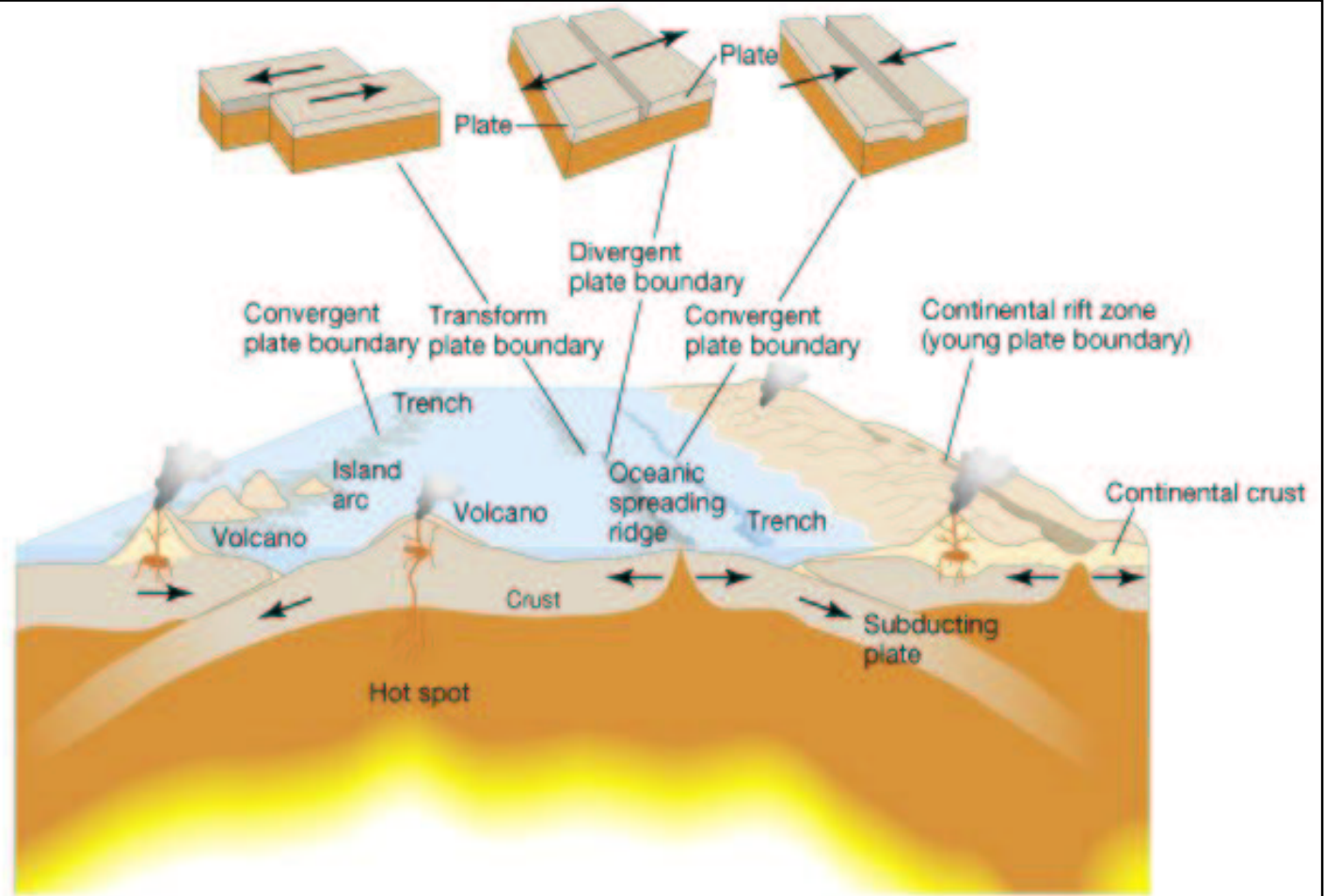
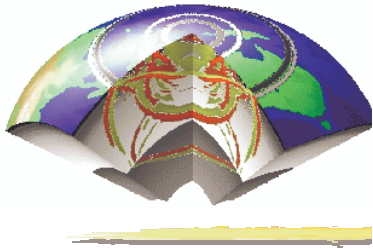
Plumes

Eifel plume

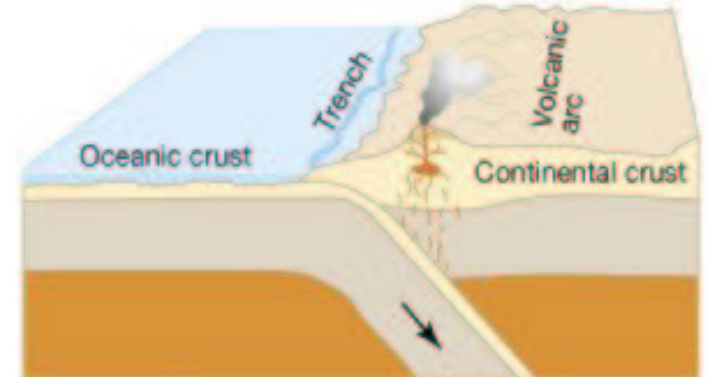


Island

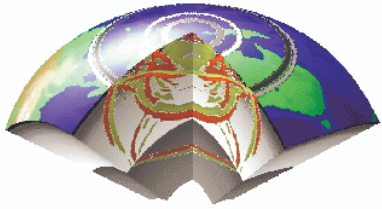




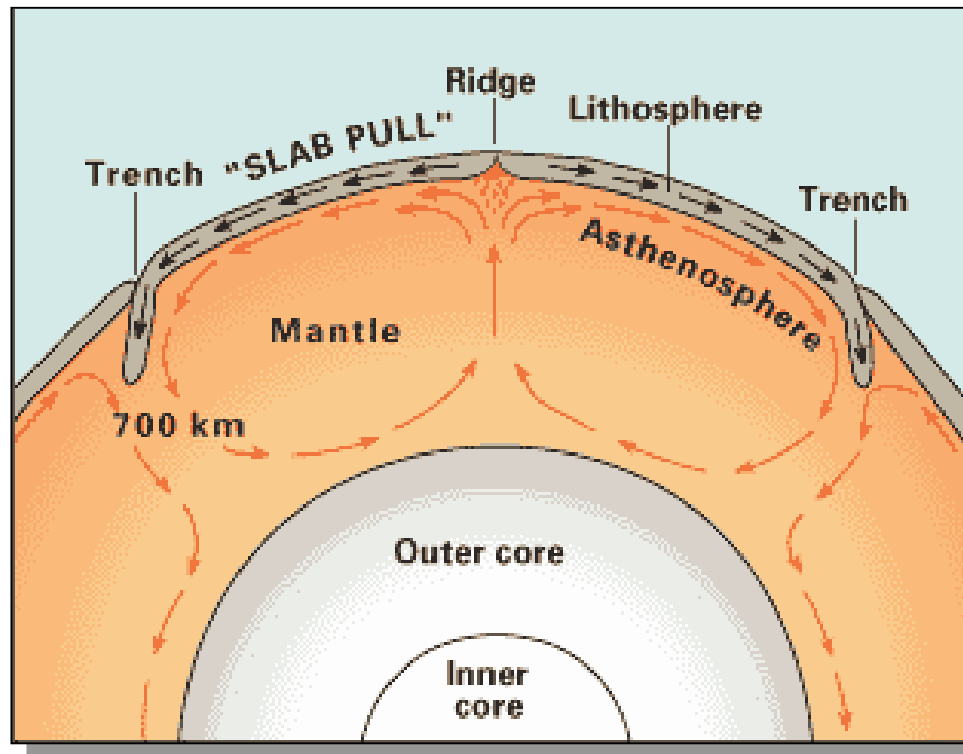
Continental-continental convergence

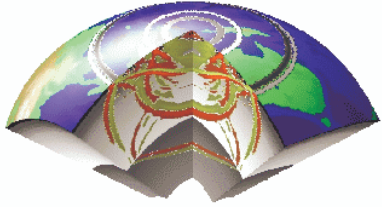


Oceanic-continental convergence

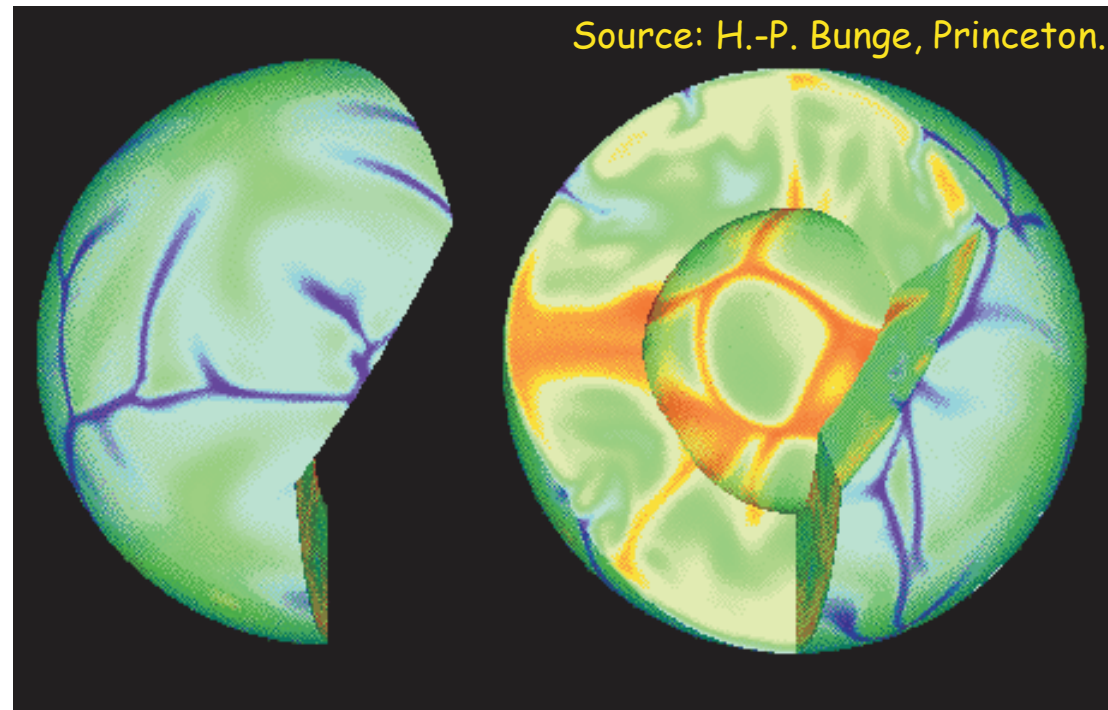


Konvektion

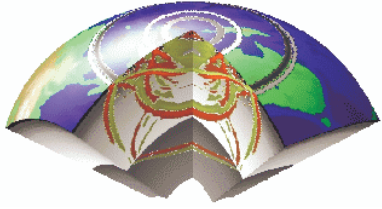




Konvektion im Mantel



Die globale Seismologie stellt mit der Bestimmung der 3-D Struktur des Mantels die Randbedingungen für geodynamische Simulationen.

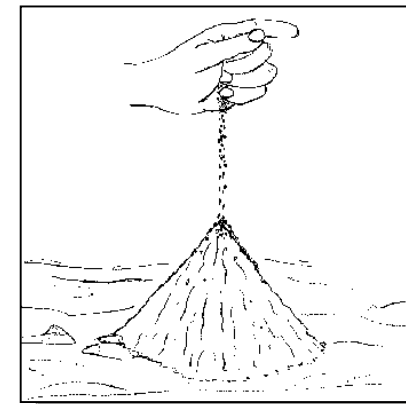


Sind Erdbeben vorhersagbar?

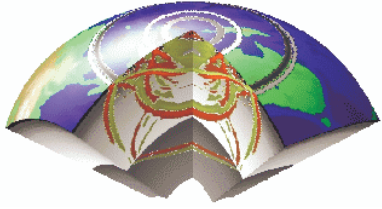
- Erdkruste ist in *kritischem* Zustand
- Deterministische Vorhersage nicht möglich
- *Be prepared!*
- Wie sehen mögliche Szenarien aus?



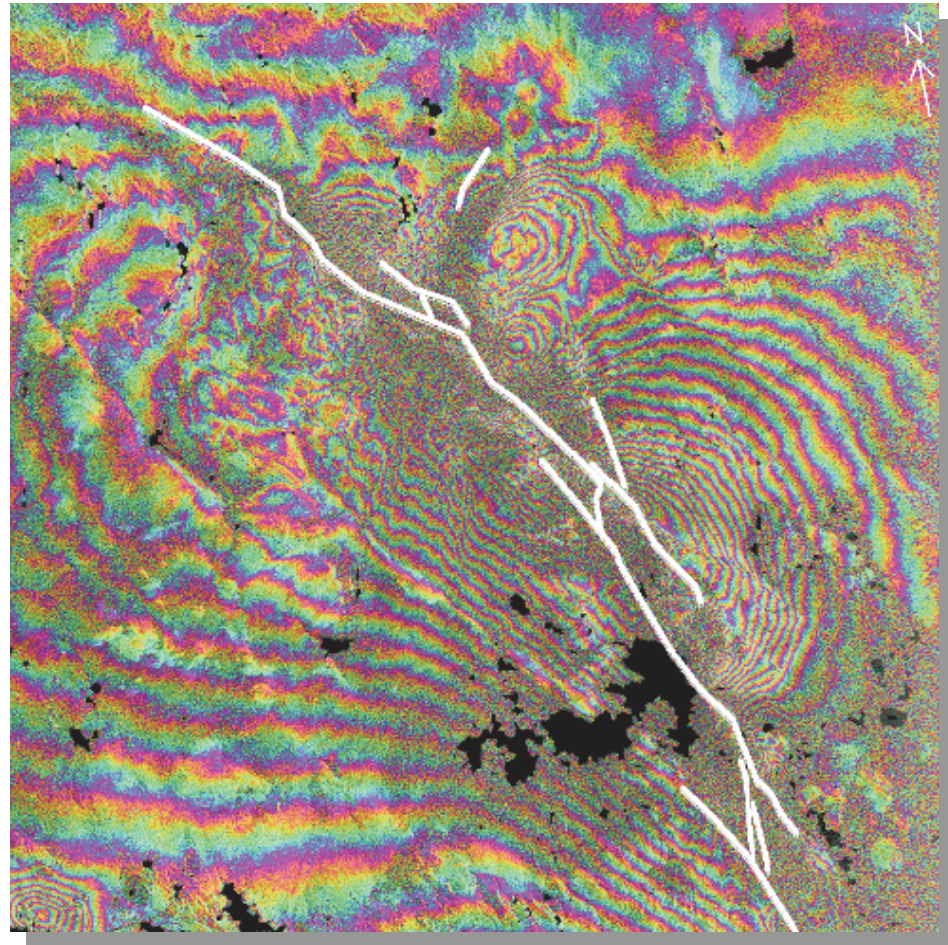
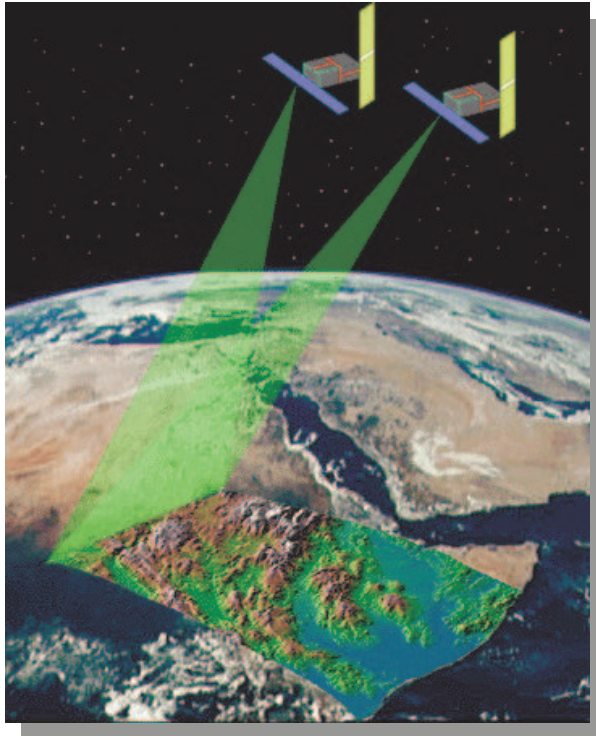
Alaska, 1964, $M_w=9.2$

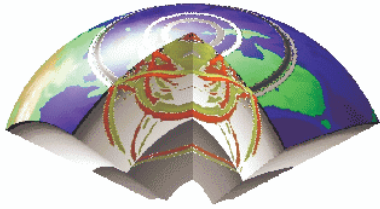


self-organized criticality

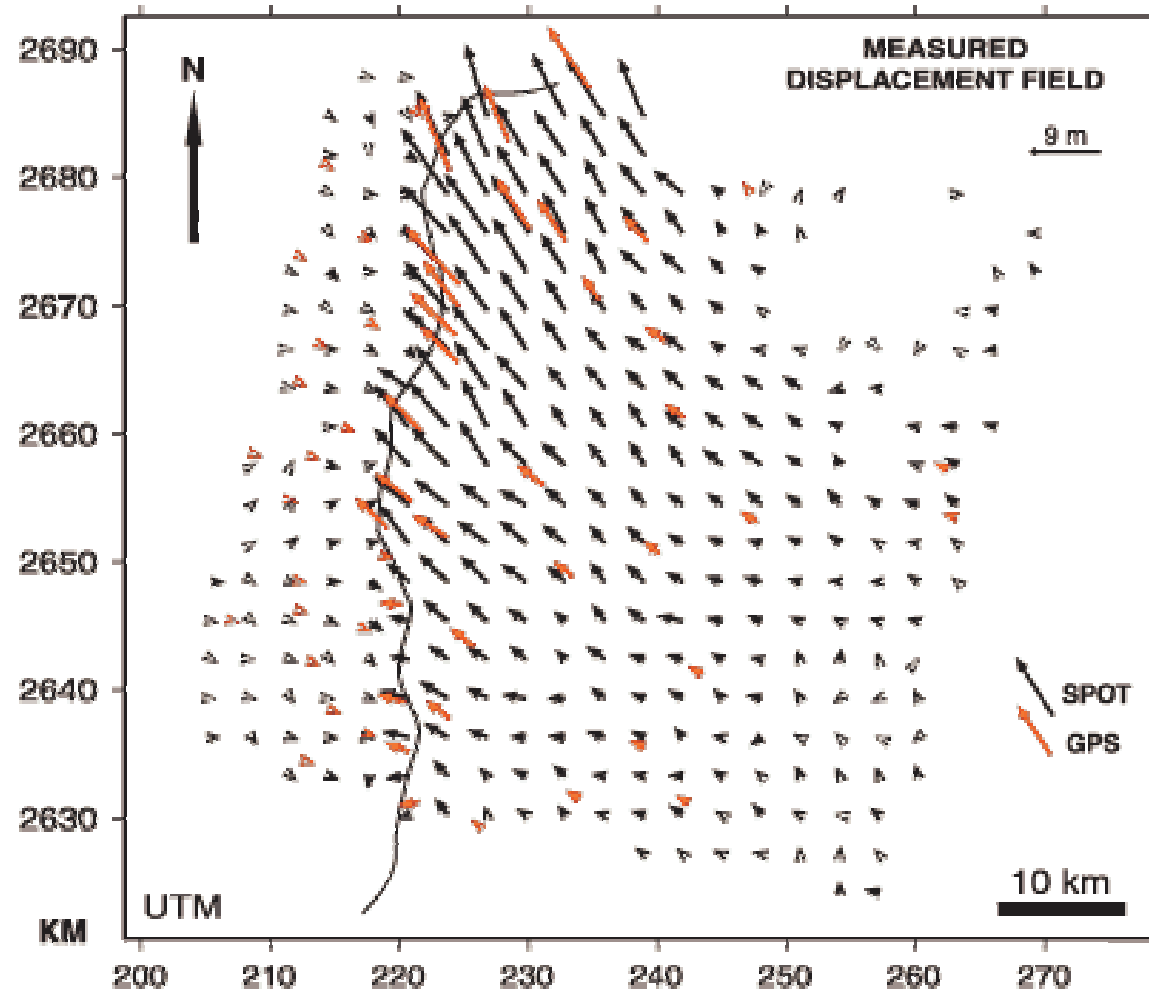


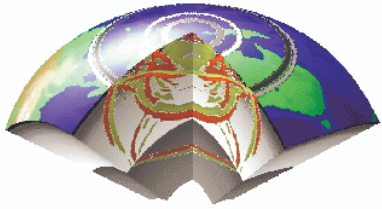
Satellitenmessungen



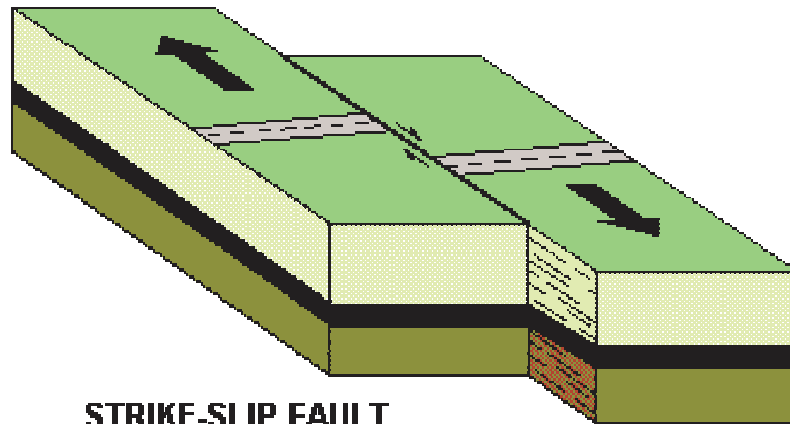


Deformation an der Oberfläche

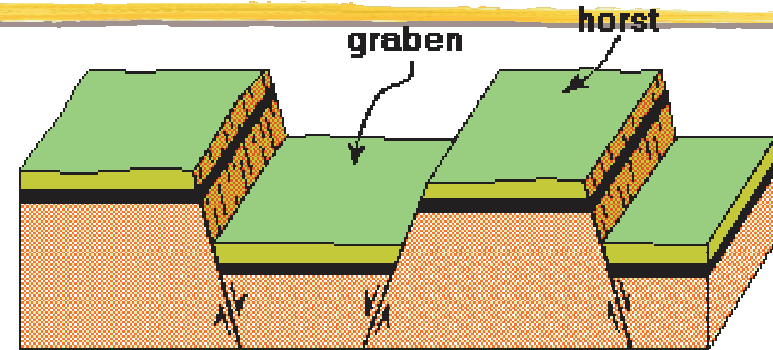




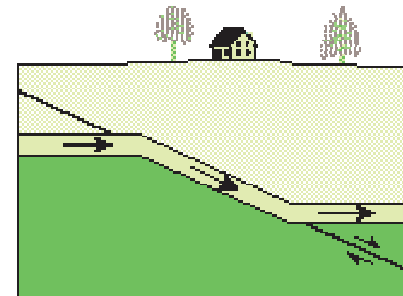
Erdbebenquelle



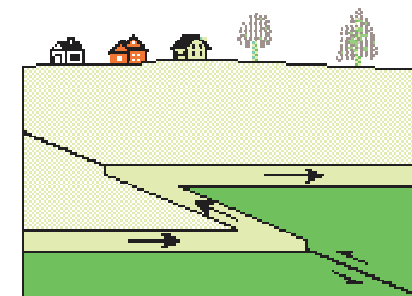
STRIKE-SLIP FAULT



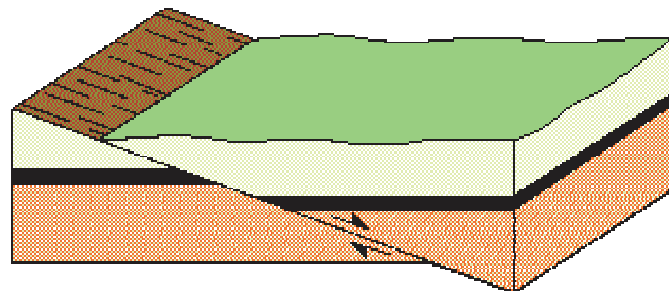
HORST AND GRABEN



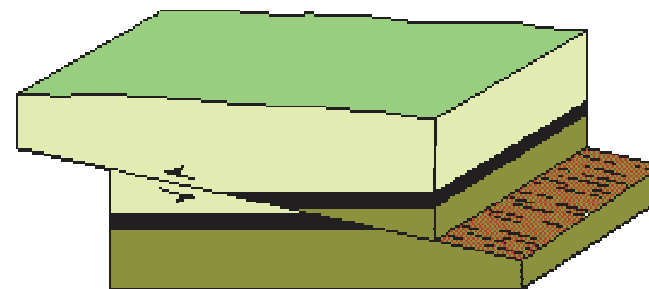
NORMAL



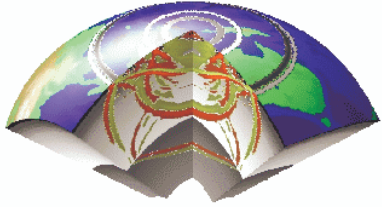
REVERSE



DETACHMENT FAULT



THRUST FAULT

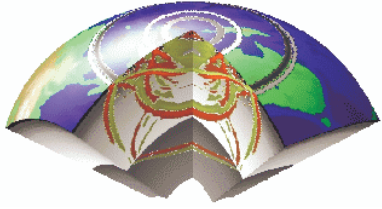


Landers, Kalifornien

Landers, Kalifornien

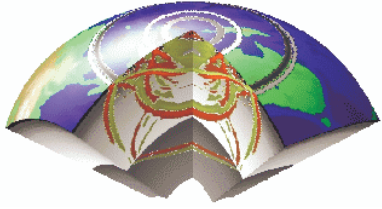
Epizentrum des
M7.4 Erdbeben von
1992. Horizontale
Verschiebung 6m!





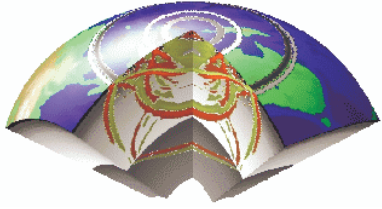
Erdbeben in Taiwan



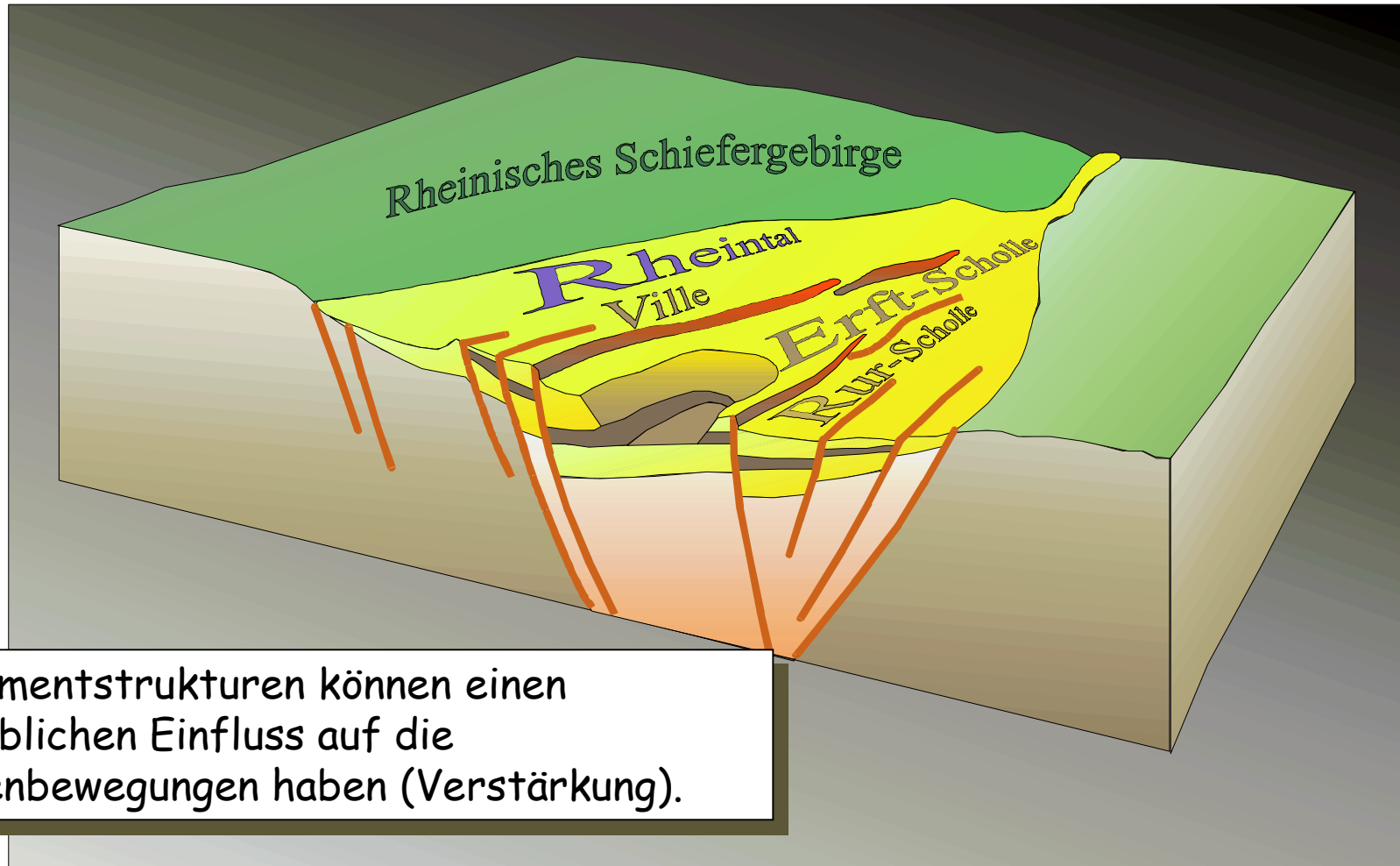


1500m „Hindernis“

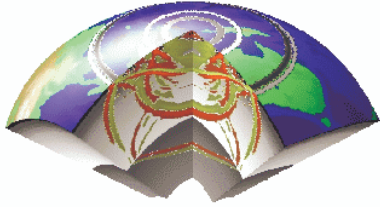




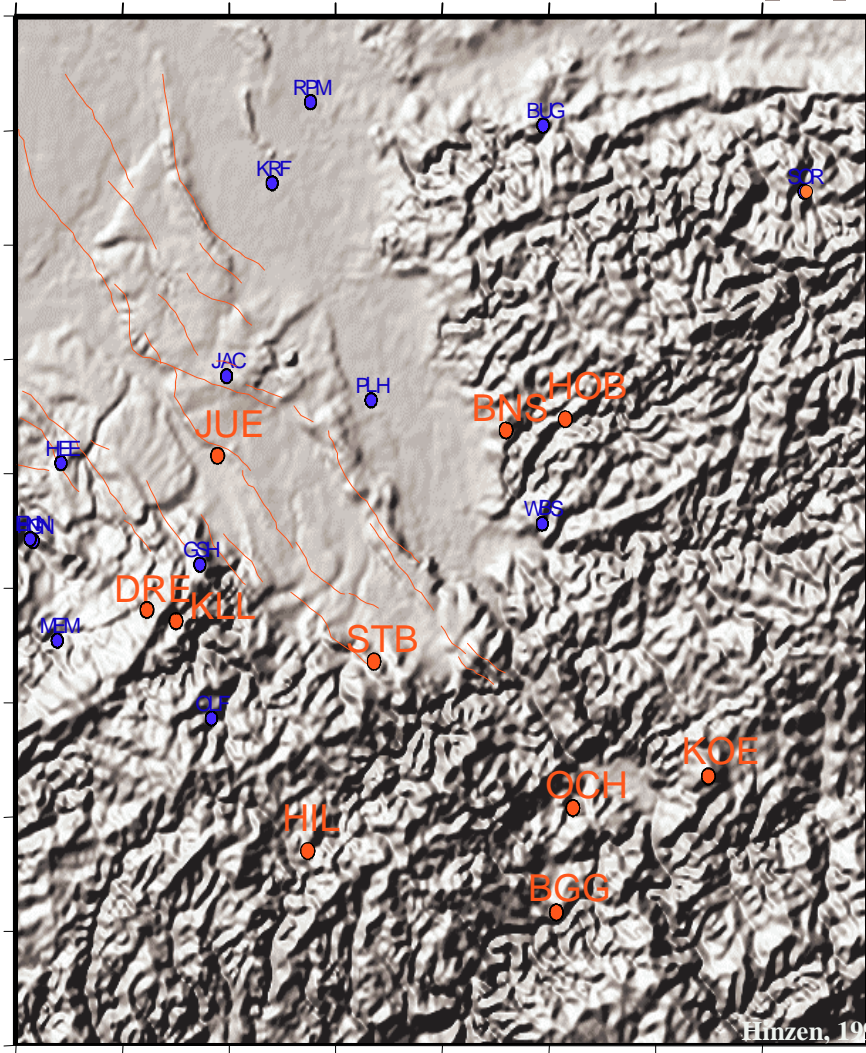
Kölner Becken: Tektonik



Sedimentstrukturen können einen erheblichen Einfluss auf die Bodenbewegungen haben (Verstärkung).

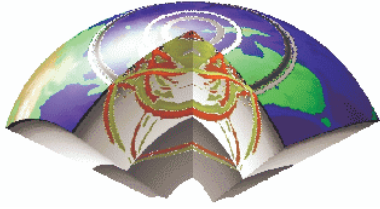


Bekannte Verwerfungen

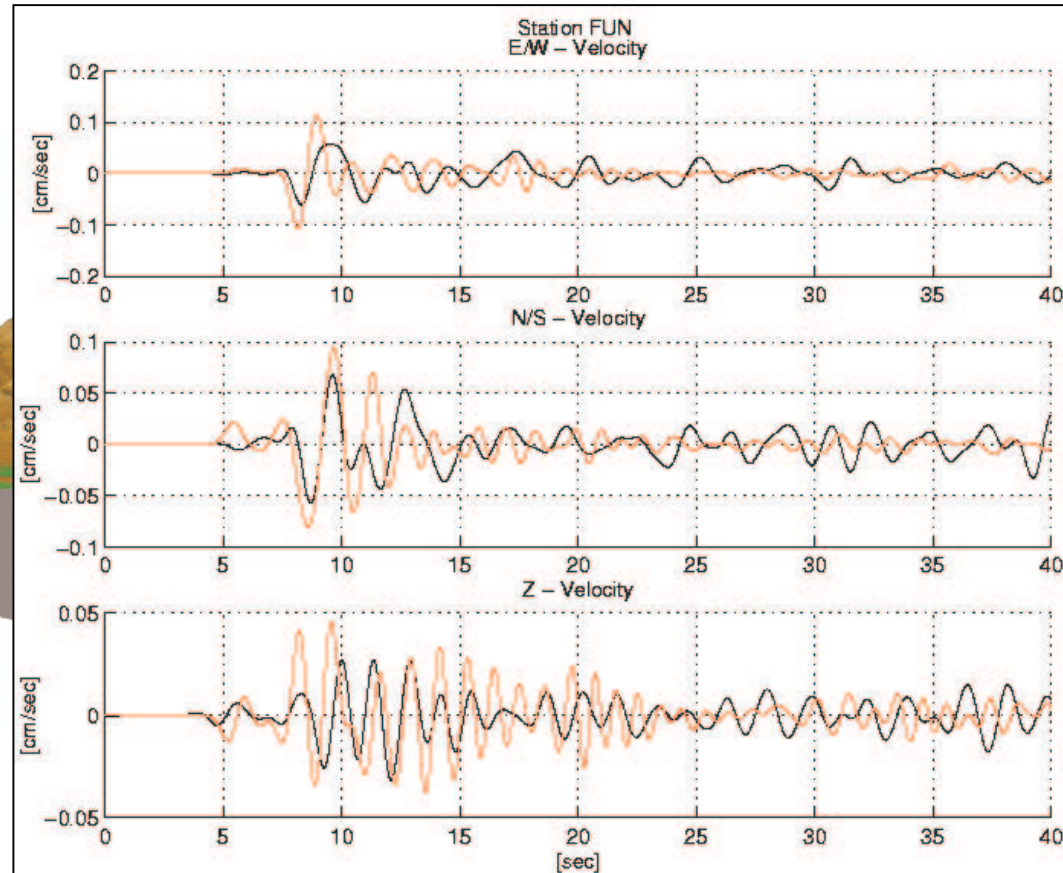


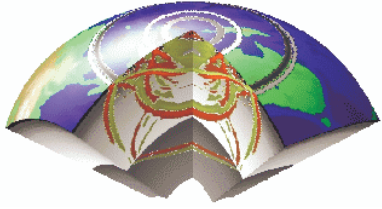
Die Paläoseismologie, sowie die Untersuchung oberflächennaher Strukturen ermöglichen die Kartierung (aktiver) Verwerfungen:

Damit wird die Simulation realistischer Erdbebenszenarien möglich.

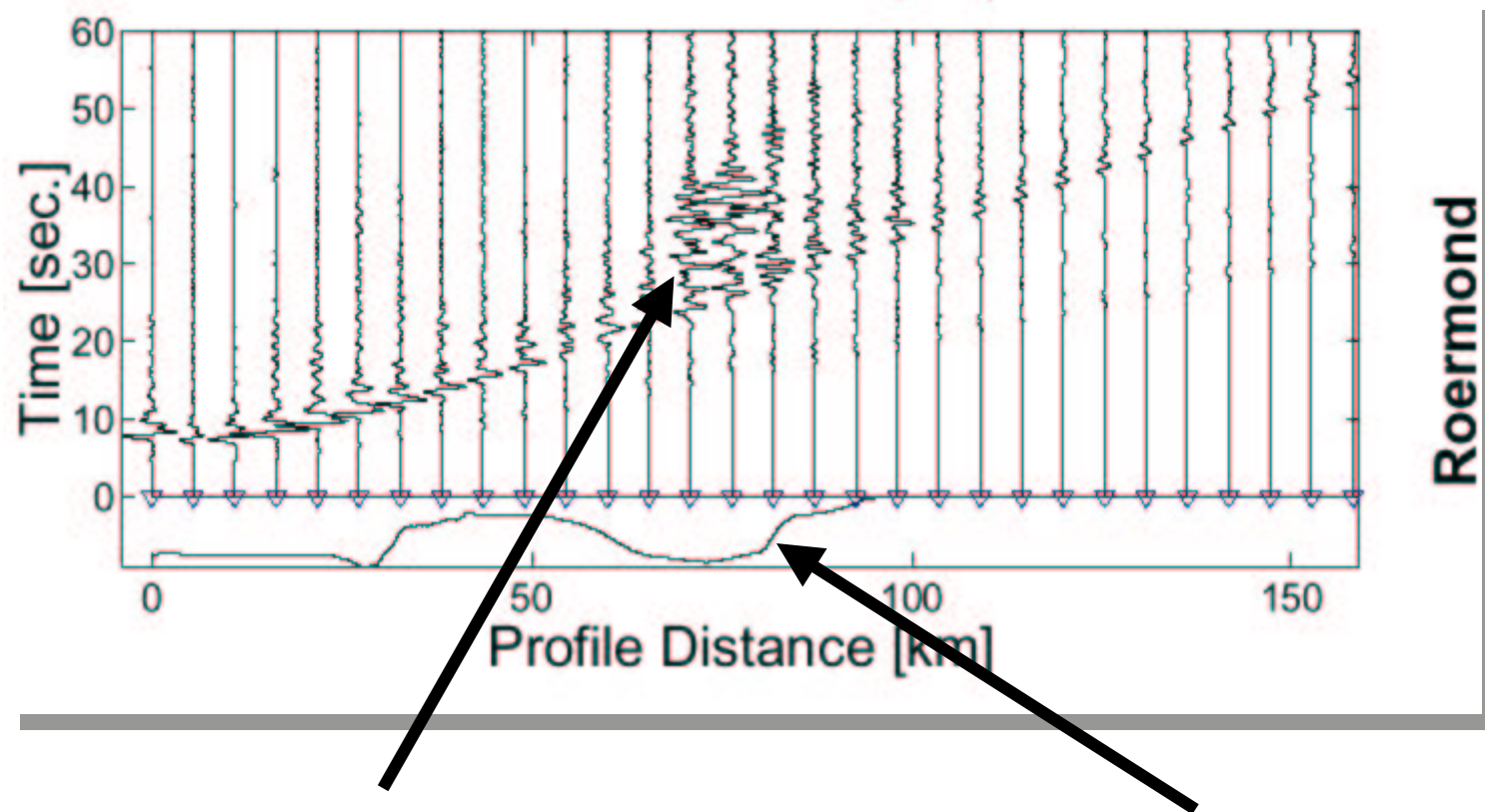


Beben im Kölner Becken



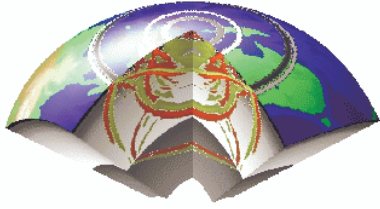


Bodenbewegungen



... Verstärkungen ...

... an den Flanken des Sedimentbeckens ...

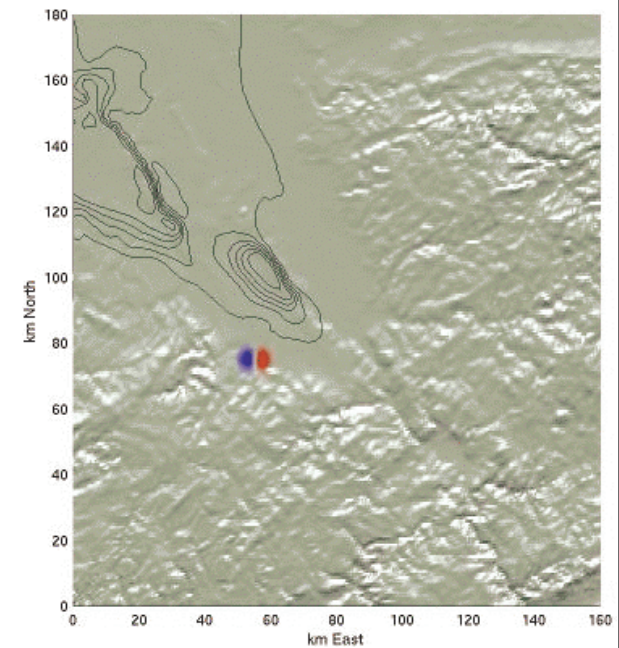
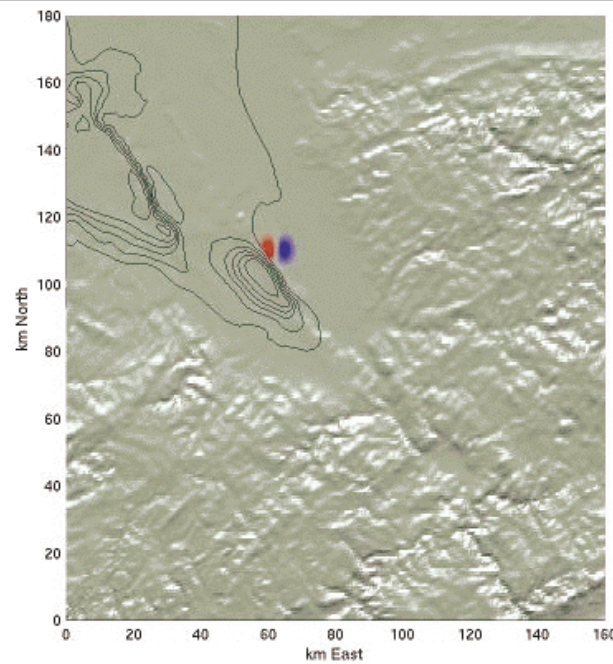
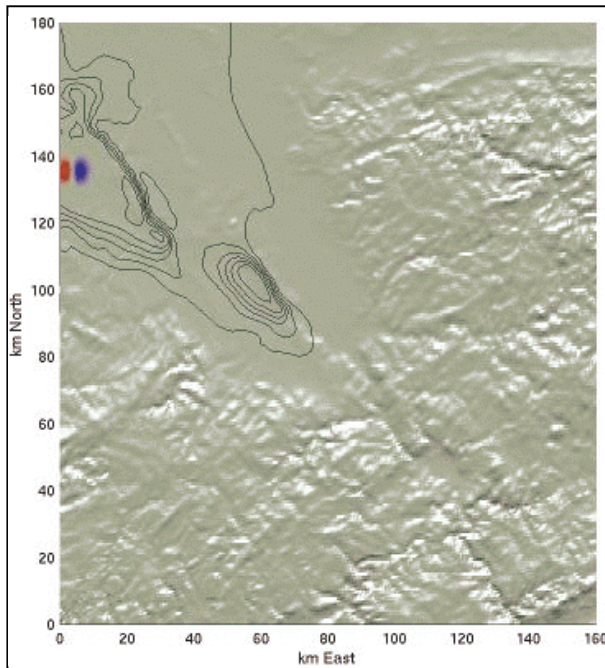


Beben im Kölner Becken

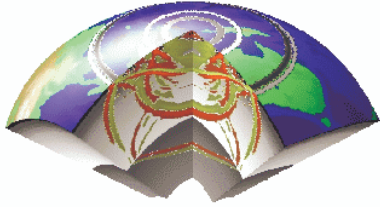
Roermond

Brauweiler

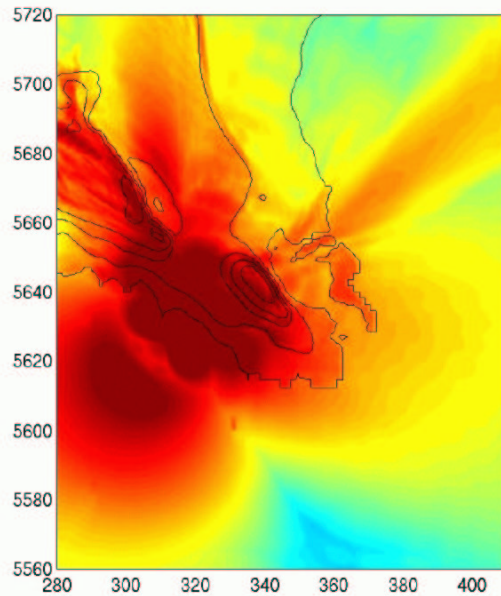
Euskirchen



Für die zuverlässige Vorhersage der Bodenbewegungen in einer gefährdeten Region sind eine **große** Zahl realistischer Simulationen notwendig.

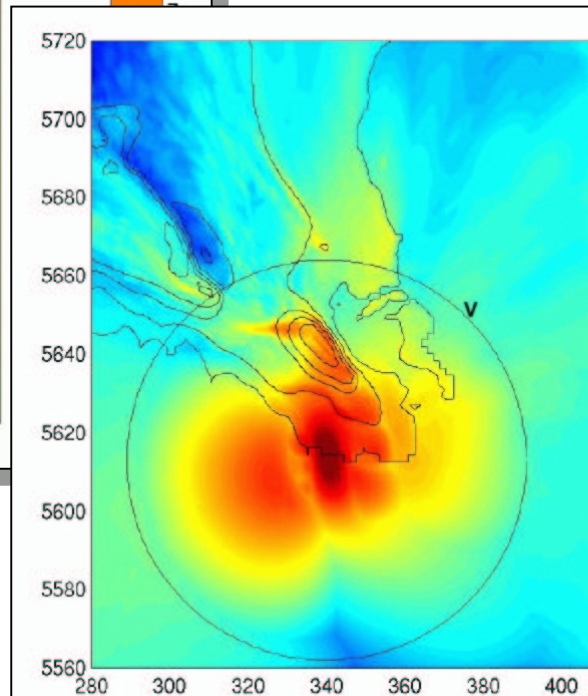


Seismische Intensität

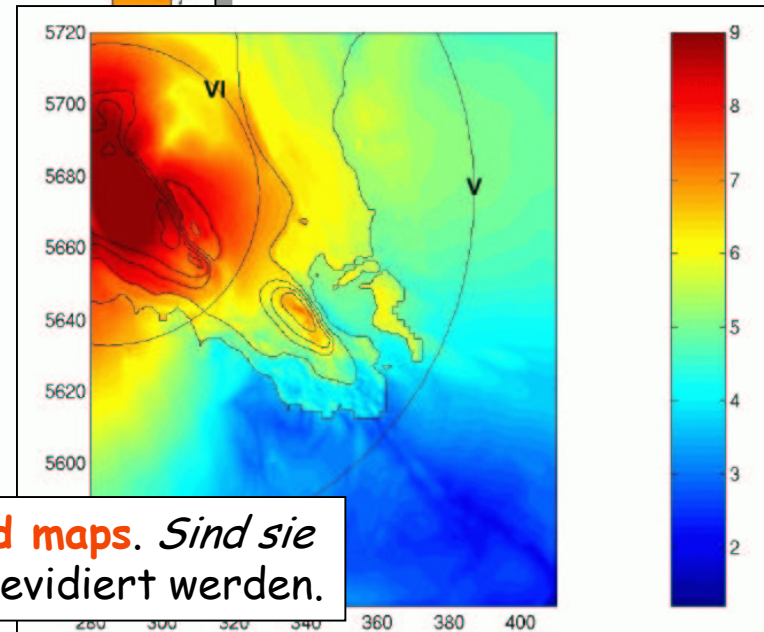


Euskirchen

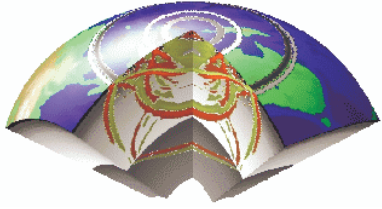
Dueren



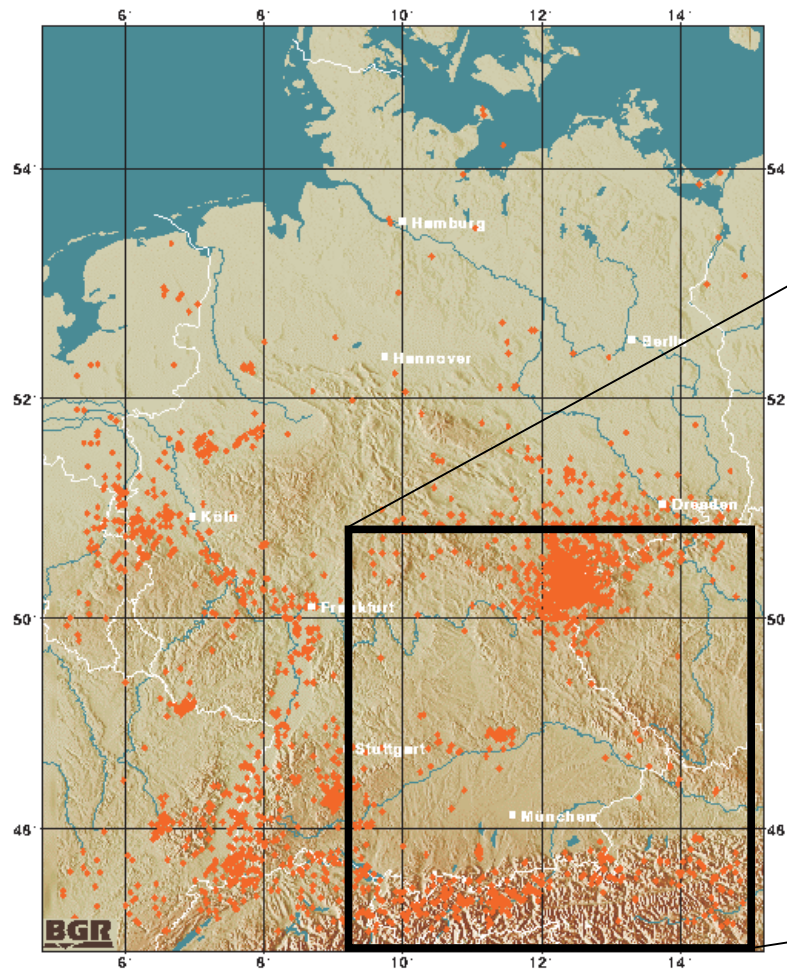
Roermond



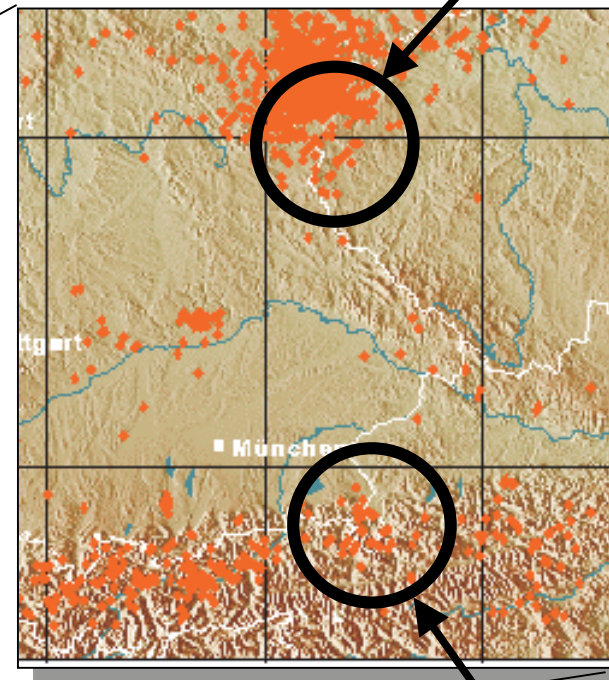
Ziel dieser Studie ist das Erstellen von **seismic hazard maps**. Sind sie *zuverlässig*, könnten mit ihnen langfristig Baunormen revidiert werden.



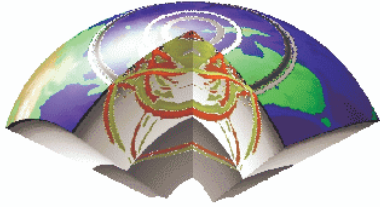
Erdbeben in Deutschland



Bereich Marktredwitz

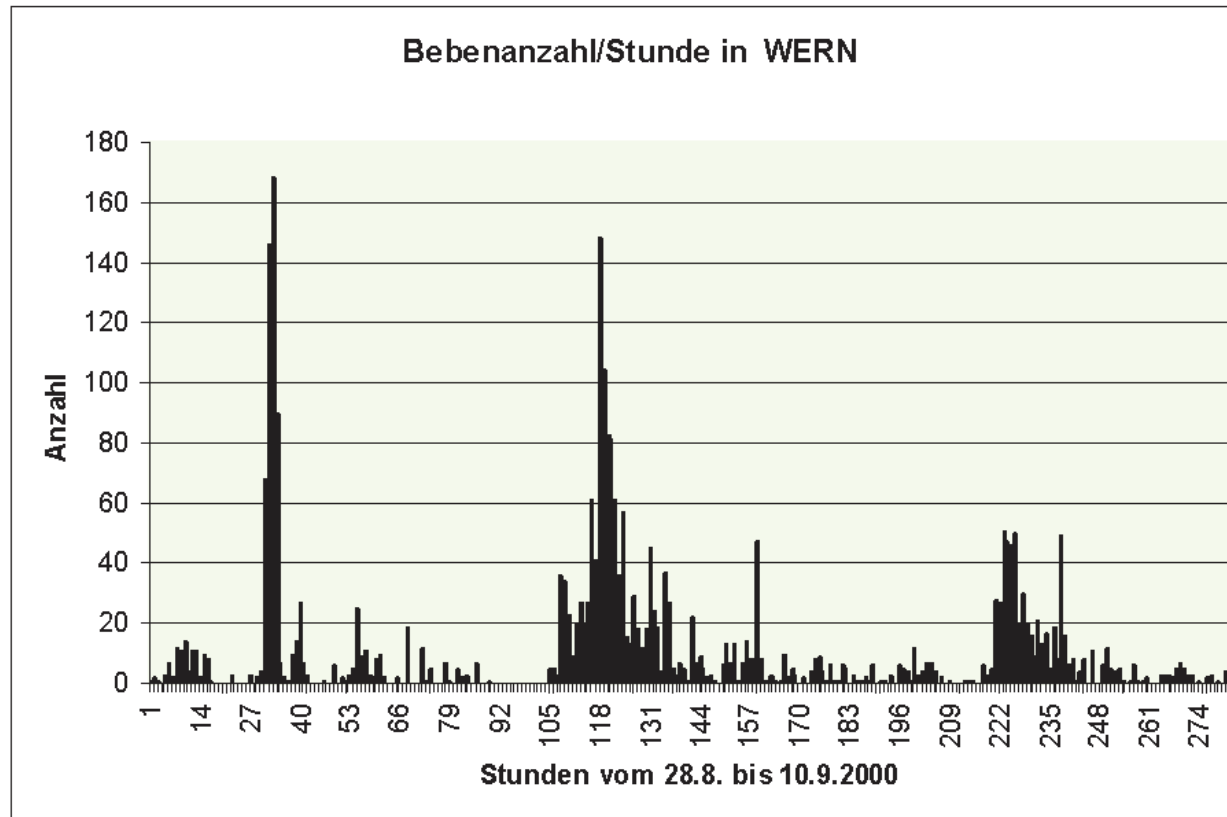


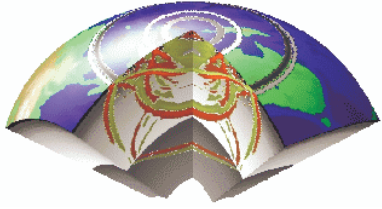
Bad Reichenhall



Was sind Schwarmbeben?

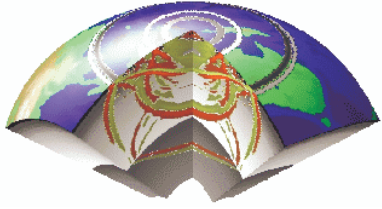
Beispiel: Vogtland





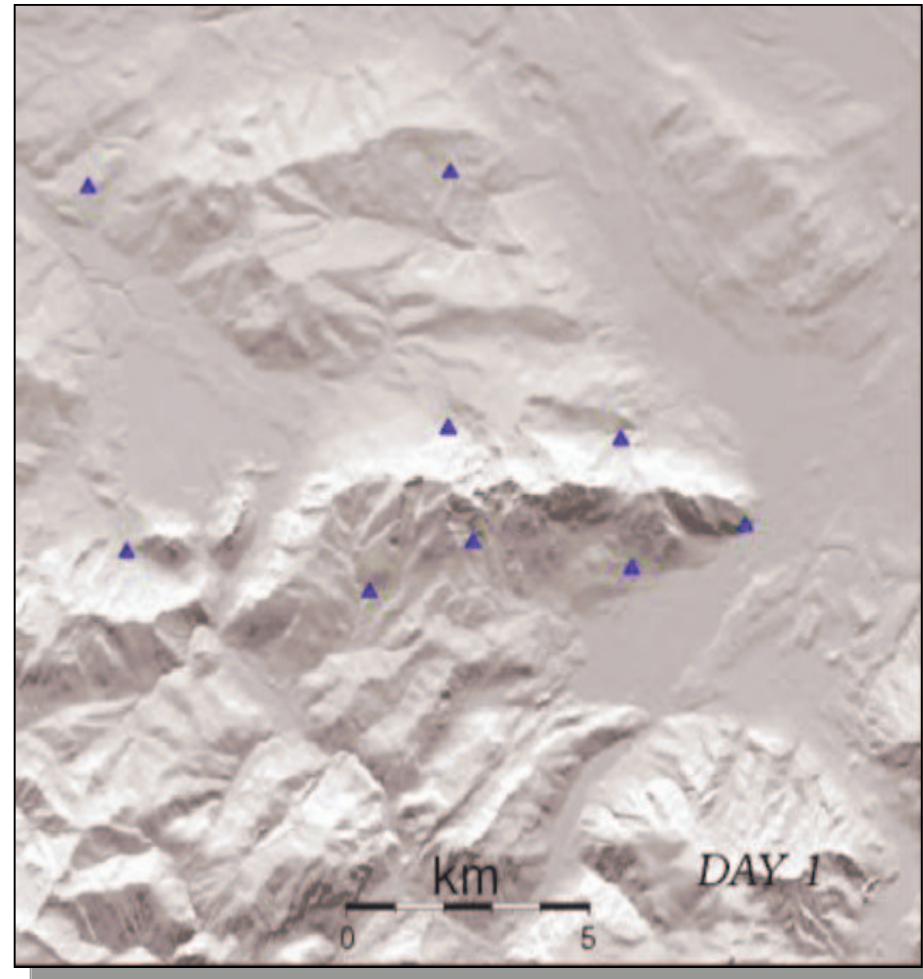
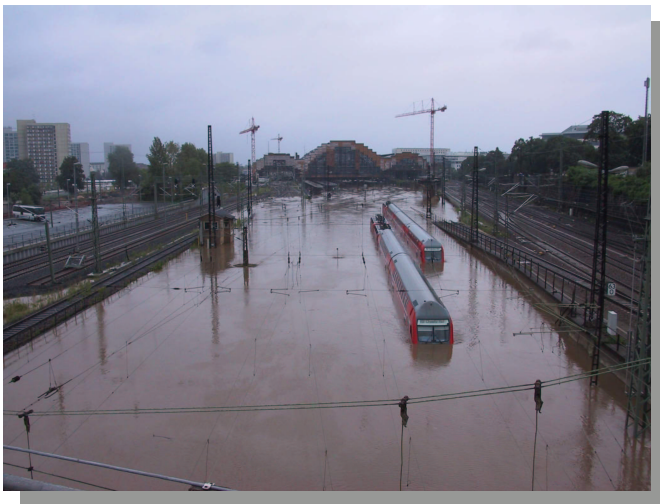
Hochstaufer bei Bad Reichenhall

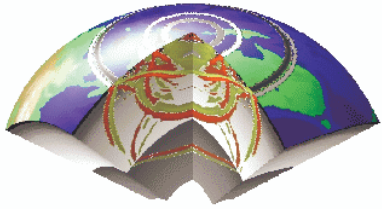




Seismizität 2002

... Die Regenfälle, die im August zum Hochwasser führten, hatten ihren Höhepunkt am Tag 218 ...





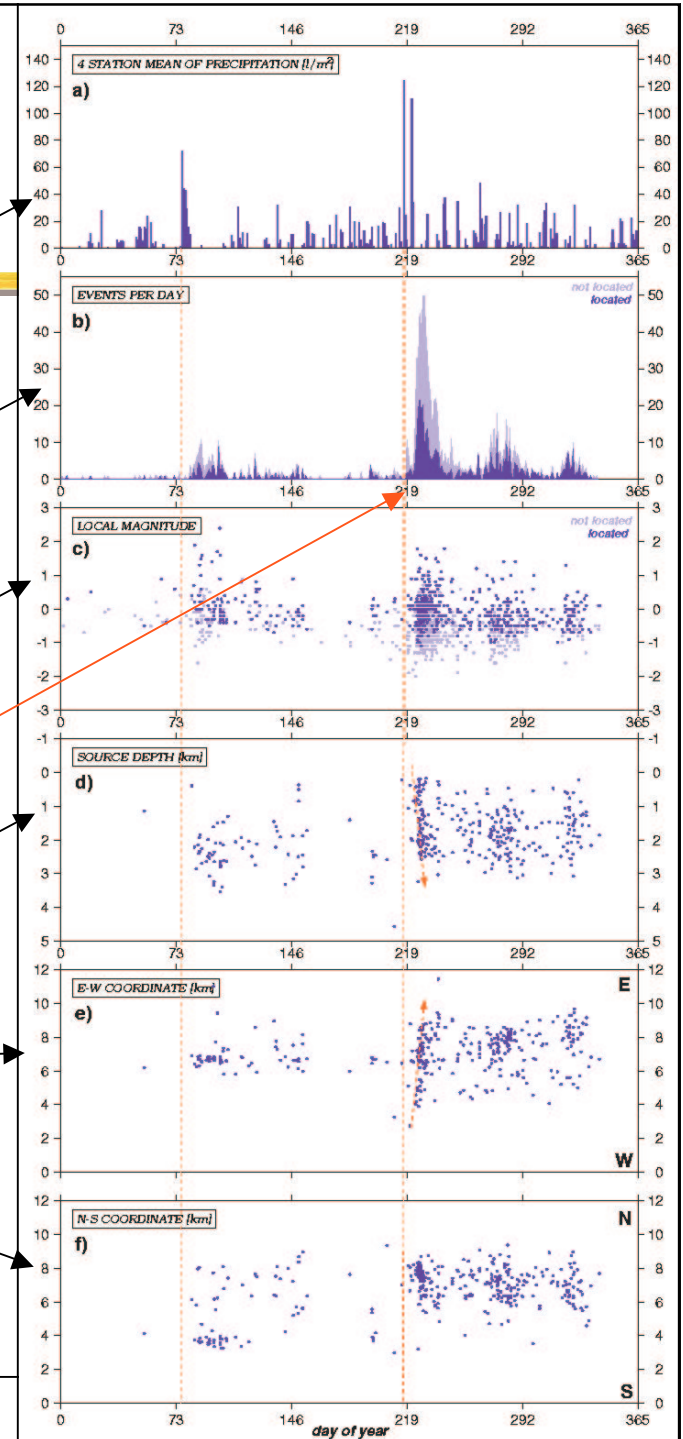
Regen 2002

Erdbeben 2002

Magnituden

Beginn des Hochwassers

Herdkoordinaten



www.erdbeben-in-bayern.de

Erdbebendienst Bayern - Netscape

File Edit View Go Communicator Help

ERDBEBENDIENST BAYERN

LMU GLA

Eine Initiative des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltdingen und des Bayerischen Geologischen Landesamtes

[Home](#) [Stationen](#) [Geschichte](#) [DatenLive](#) [Erdbebenkatalog](#) [Erdbeben gespürt?](#) [Erdbebenkunde](#) [Links](#)

Willkommen beim Erdbebendienst Bayern!

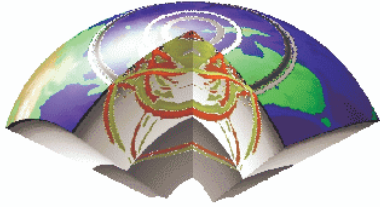
Im Jahre 2001 wurde das Seismometernetz in Bayern erweitert, um gezielt die Seismizität in Bayern und den angrenzenden Gebieten beobachten zu können.

Erdbeben in Bayern? Ja, auch bei uns bebt die Erde. Hunderte von Erdbeben mit Epizentren in Bayern und den umliegenden Regionen werden jährlich beobachtet. Einige davon werden von der Bevölkerung gespürt jedoch äußerst selten kommt es zu Schäden. Dennoch ist ein flächendeckendes Seismometernetz, welches die Seismizität der aktiven Regionen berücksichtigt, Voraussetzung dafür, dass die Bevölkerung bei gespürten Beben schnell informiert werden kann.

Legend for earthquake magnitude (L):

- L=III
- L=IV
- L=V
- L=VI
- L=VII

Connect: Host www.erdbeben-in-bayern.de contacted. Waiting for reply...



Zusammenfassung

- Die **seismische Tomographie** verschafft uns einen 3D Einblick in die Struktur des Erdinneren. Dies ist Voraussetzung dafür, dass wir die dynamischen Prozesse im Erdinneren (**Mantelkonvektion**) und deren Auswirkungen an der Erdoberfläche (**Plattentektonik**, Erdbeben, Vulkane) verstehen.
- Kurzzeitige **Erdbebenvorhersage** ist nicht in Sichtweite. Statt dessen verschaffen Computersimulation wahrscheinlicher Erdbebenszenarien die Möglichkeit, seismische Risiken quantitativ abzuschätzen.