

Beobachtung eines langsamen Makrorissprozesses in einem ehemaligen Bergwerk: Bedeutung von Mikrorissen, Struktur und Spannungsänderungen

D. Becker (Uni Hamburg), B. Cailleau (FU Berlin), T. Dahm (Uni Hamburg), D. Kaiser (BGR)

Das langsame Wachstum eines Makrorisses in einem ehemaligen Salzbergwerk konnte durch die an seinem Rand auftretenden Mikrorissprozesse, die mit Hilfe eines dichten Netzwerkes von akustischen Aufnehmern aufgezeichnet wurden, verfolgt werden. Über einen Beobachtungszeitraum von mehreren Jahren konnte sowohl die raum-zeitliche Migration der Mikrorissprozesse am Rande des Makrorisses, die sein räumliches Wachstum andeuten, wie auch die Änderung der Ereignisraten der Mikrorissprozesse verfolgt werden. Diese Änderungen in der Mikrorissaktivität werden durch Spannungsänderungen im Zuge der bergbaulichen Maßnahmen beeinflusst. Ein Vergleich von modellierten Spannungsraten und beobachteten Mikrorissraten liefert für den Beginn der verstärkten Mikrorissaktivität eine gute Übereinstimmung. Zu späteren Zeiten wird ein starker Einfluss von Mikrorissaktivitäten in benachbarten Gebieten auf die Ereignisraten des Makrorisses beobachtet. Das weitere räumliche Wachstum des Makrorisses gegen Ende der Beobachtungsphase scheint durch eine Rotation der Hauptspannungsachsen begrenzt zu werden. Ein Verständnis solch langsam ablaufender Bruchprozesse kann hilfreich sein, um Fragen zur Nukleation von Erdbeben wie auch von langsam ablaufenden aseismischen Bruchprozessen, wie z.B. 'silent slip events' zu beantworten.

Aktuelle Entwicklungen im BGR-Fachbereich "Seismologisches Zentralobservatorium, Kernwaffenteststopp"

Christian Bönemann

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover

Die Aufgaben des Fachbereichs B4.3 - Seismologisches Zentralobservatorium, Kernwaffenteststopp haben drei Schwerpunkte, die sich aus dem Beratungsauftrag der BGR herleiten:

- Erdbebenbeobachtung: Der Schwerpunkt liegt auf der Auswertung der Seismizität in Deutschland und benachbarten Regionen. Das Seismologische Zentralobservatorium der BGR wird gemeinsam mit Hochschulen und Forschungsinstituten betrieben.
- Verifikation des Kernwaffenteststoppvertrags (CTBT): Neben der Beratung der Bundesregierung bei Fragen der Verifikation des CTBT ist an der BGR das Nationale Datenzentrum für alle Verifikationstechnologien (Seismologie, Infraschall, Hydroakustik und Radionuklide) angesiedelt. In dieser Funktion koordiniert B4.3 deutschen Aktivitäten zur Verifikation des CTBT. Außerdem betreibt die BGR seismologische und Infraschall-Stationen des Internationalen Überwachungssystems der CTBT-Organisation in Wien.
- Beratung von Ressorts und Wirtschaft zu durch Bergbau, Geothermie und CO₂-Ablagerung im Untergrund induzierte Seismizität. Der Schwerpunkt liegt in Beratung und Forschung bei Seismizität in Zusammenhang mit der tiefen Geothermie.

Der Vortrag zeigt aktuelle Entwicklungen und Planungen in allen drei Feldern und gibt einen Überblick über laufende Forschungsprojekte.

Automated determination of P-wave polarization at the Gräfenberg array.

L.Cristiano, C.Weidle, T. Meier

Institut für Geowissenschaften der CAU, Kiel

Poster

Polarization analysis of P-waves has been extensively applied for the determination of velocity models, identification of seismic phases (Earle, 1999), measurements of seismic anisotropy (Schulte–Pelkum, 2001), and for earthquake location (Dyer et al., 1999). In isotropic, lateral homogeneous media, P-wave polarization is confined to the vertical-radial plane; deviations of horizontal polarization direction from the great-circle propagation direction can be due to lateral velocity heterogeneities, dipping discontinuities, and seismic anisotropy. In order to distinguish between these different causes, P-wave polarization parameters have to be determined for a large number of events in different source regions.

We investigate P-wave polarization attributes of local, regional and teleseismic events recorded in the last 3 years at the Gräfenberg array. For a consistent and efficient processing of a large data set we develop an automated procedure for the determination of the P-wave incidence angle and backazimuth. Here, we present first tests of an automated algorithm for the determination of P-wave polarization parameters including their uncertainties. We select events with a SNR > 2 at various epicentral distances – from regional to teleseismic and avoid the contamination of the P-wave with depth phases. The P-wave polarization parameters are calculated in a moving window using eigenvectors and eigenvalues of the covariance matrix of 3 component records (Jurkevics, 1988). The length of the moving window is dependent on epicentral distance and the corner frequency of the band pass filter applied prior the computation of covariance matrix. We also estimate a quality factor and an uncertainty for the polarization parameters in terms of ratio between the intermediate and smallest eigenvalues. An automated picking of the P-wave polarization has been developed on the base of a characteristic function, defined in term of polarization parameters and their comparison with the predicted ones calculated for the IASP91 model (Kennett, 2005). The picking algorithm can also distinguish between phases closely spaced in time characterized by strong amplitude differences and variation of polarization attributes.

The algorithm is demonstrated by analyzing P-waves of 2 local, 5 regional and 4 teleseismic events. For these events the polarization parameters are compared for the different stations of the Gräfenberg-Array in order to check the quality and consistency of the polarization measurements. Deviations of the backazimuth from the great circle path may be in the order of several degrees. These deviations as well as the incidence angle seem to depend on frequency. Especially for lower frequencies the results for the different stations are comparable. The measurements of polarization parameters at high frequencies can be complicated due to scattering and phase conversion at discontinuities. Polarization attributes measured for regional and teleseismic epicentral distances and geographical areas are characterized by a large stability whereas local events show a stronger dependence on frequency and time window length. We summarize the results of polarization analysis in maps where for each measurement there is also an indication of the quality of the measurements given in term of SNR of the horizontal components of particle motion.

Seismic monitoring in sedimentary basins: scientific questions and monitoring concepts

Torsten Dahm (Uni Hamburg), Frank Krüger, Matthias Ohrnberger (Uni Potsdam), Johannes Schweitzer (NORSAR)

Deep sedimentary basins (e.g. in Northern Germany) are well known to be difficult to monitor with standard single stations and it is therefore hard to identify the active seismic faults and to assess the possible hazard in such structured low seismicity regions accurately. Seismic sources located in or beneath sedimentary layers cause complex wavefields.

Hazard studies need a better knowledge of the characteristics of the wavefields propagating at high frequencies in low velocity and partially highly attenuating sedimentary structures. Additionally, new strategies have to be developed to improve the uniqueness of the structural interpretation with ambient noise techniques.

We suggest to install a 3D 3component component seismological/acoustic array consisting of a borehole sensor deployment in addition to a surface sensor network, to investigate the high frequency wavefield in sedimentary basins. Such a 3D array, if dense enough, allows to decompose the upgoing and the downgoing wavefield and to separate body wave and surface wave contributions. It can be used to investigate seismo-acoustic coupling phenomena in the frequency range of 1 Hz up to 70 Hz. Further, the propagation characteristics (distances of more than 1000 km have been observed) of high frequency seismic waves at (> 20 Hz) can be studied what opens the possibility to monitor small earthquakes beneath sedimentary basins at large distances from the source.

Such an installation should be seen as an open exemplary test facility which may lead to improved monitoring and better passive imaging techniques.

Source mechanisms for the 2004 Baladeh (Iran) earthquake sequence from Iranian broadband data and seismotectonic implications

Introduction

The northward movement and collision of the Arabian plate with Eurasia generates compressive stresses and resulting shortening in Iran. Within the Alborz Mountains, North Iran, a complex and not well understood system of strike-slip and thrust faults accommodates a fundamental part of the NNE-SSW oriented shortening.

On 28th of May 2004 the M_w 6.3 Baladeh earthquake hit the north-central Alborz Mountains. It is one of the rare and large events in this region in modern time and thus a seldom chance to study earthquake mechanisms and the local ongoing deformation processes. It also demonstrated the high vulnerability of this densely populated region.

Goals

This study mainly seeks two goals: First, we test the possibilities of established inversion algorithms for retrieval of moment tensors in the Alborz region with suboptimal station distribution and rare large events. Second, we analyse the Baladeh earthquake sequence in more detail to obtain a better image of the ongoing deformation processes that relates to seismic hazard.

Results

We consider the mainshock and 16 aftershocks with magnitudes between M_w 3.3 and 5.1. Assuming point sources we invert surface wave-

form data of Iranian broadband stations. We use a new 1-D velocity model obtained in two steps: First, a joint hypocenter-velocity inversion based on P- and S-bodywave arrivals was done. Second, a surface waveform group velocity dispersion curve analysis refined the velocity model for inversion of surface waveforms. The moment tensors of all analysed events can be successfully determined. By inversion for higher-degree moment tensor we obtain the kinematic parameters of the mainshock. Dipping at $\sim 30^\circ$ the rupture propagates from 24 km depth upward in NNE direction.

The mainshock and all analysed aftershocks show almost pure reverse mechanisms with an average strike of NW-SE. In the West the aftershock sequence stops at a distinct river valley, what seems to be a segmentation boundary. However, it is not possible to distinguish which fault is responsible for the earthquake. Only 2 of the analysed aftershocks are located on the rupture plane. The remaining 14 aftershocks spread westwards at depths similar to the mainshock, i.e. they are located in the footwall of the mainshock.

So far, we could not distinguish whether the aftershocks are situated in the upper or lower crust. Additional information would be needed to resolve this question. Receiver function studies indicate that the Baladeh sequence is located right above the mid crustal boundary.

Authors

Stefanie Donner (stefanie.donner@uni-potsdam.de)¹, *Dirk Rößler*², *Frank Krüger*¹, *Abdolreza Ghods*³, *Manfred Strecker*¹

¹University of Potsdam, Germany

²Technical University of Denmark, Denmark

³Inst. for Advanced Studies in Basic Sciences, Iran

Strukturuntersuchung mit Receiver Functions im Bereich der Transeuropäischen Suturezone

Brigitte Knapmeyer-Endrun, Frank Krüger, Anna Platz (Universität Potsdam) & PASSEQ Working Group

Im Rahmen des internationalen PASSEQ (PASive Seismic Experiment in the Trans-European Suture Zone)-Projektes wurde in den Jahren 2006 bis 2008 ein temporäres seismologisches Meßnetz aus nahezu 200, sowohl breitbandigen als auch kurzperiodischen, Stationen betrieben. Dieses Meßnetz überdeckt mit einer Ausdehnung von Deutschland über Polen und Tschechien bis Litauen den Bereich der Suturezone (Tessyre-Tornquist-Zone, TTZ) zwischen der Phanerozoischen Plattform Mitteleuropas und dem Präkambrischen Osteuropäischen Kraton, der längsten tektonischen Grenze in Europa. Mit einem mittleren Stationsabstand von nur 20 km entlang des Hauptprofils können mit diesem Netz Strukturunterschiede über die TTZ hinweg mit bisher nicht erreichter Genauigkeit studiert werden.

Wir verwenden Receiver Functions, um den Einfluß der TTZ auf die Kruste und den oberen Mantel zu untersuchen und die spezifischen Eigenheiten der Mitteleuropäischen Plattform und des Kratons abzubilden. Neben dem PASSEQ-Datensatz werden auch Daten von nationalen und regionalen Datenzentren in der Region in die Untersuchung einbezogen, so daß inzwischen P-Receiver Functions für über 250 Stationen vorliegen. In den Krustenmächtigkeiten zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen der Mitteleuropäischen Plattform mit Moho-Tiefen im Bereich zwischen 25 km und 35 km, mit höheren Mächtigkeiten am Nordrand der Alpen und im Böhmischem Massiv, und dem Osteuropäischen Kraton (Mohotiefen von 40 km bis 55 km). Zudem weisen Stationen auf dem Kraton und im Polnischen Becken im Mittel ein höheres Poissonverhältnis auf als Stationen in Mitteleuropa (0.28 gegenüber 0.26).

Die Konversionen aus der Mantelübergangszone treffen an Stationen auf dem Kraton deutlich verfrüht ein; insbesondere die Konversion an der 410km-Diskontinuität liegt 1.5 s vor dem Referenzmodell, was sich durch einen überdurchschnittlich schnellen oberen Mantel erklären läßt. Betrachtet man die Differenzlaufzeiten zwischen den Einsätzen an der 660km- und 410km-Diskontinuität, zeigt sich nicht nur unter den Alpen, sondern auch im Bereich des Kratons eine Erhöhung der Differenzlaufzeit um bis zu 2 s im Vergleich zum Referenzmodell.

Um Variationen in der Lithosphärenmächtigkeit zu untersuchen, sollen auch S-Receiver Functions verwendet werden. Erste Ergebnisse an einer Handvoll Stationen zeigen für die Mitteleuropäische Plattform einen deutlichen Einsatz aus einer Tiefe von etwa 90 km. An den Stationen auf dem Kraton ist eine mögliche Konversion von der Lithosphären-Astenosphären-Grenze in ca. 190 km Tiefe erst bei längeren Perioden und schwächer ausgeprägt zu erkennen.

Analoge Registrierungen der Seismologischen Station Helgoland

A. Fediuk, K. Burmeister, L. Dzieran, E. Erkul, T. Meier

Institut für Geowissenschaften der Christian-Albrechts-Universität Kiel

Poster

Bereits 1903 wurde auf Helgoland das erste Seismometer in Betrieb genommen. Die seismologische Station auf Helgoland hat eine ähnlich wechselvolle Geschichte wie die Insel selbst. Die Station wurde zwischen 1907 bis 1928 durch Prof. Wiechert (Universität Göttingen) und von 1928 bis 1945 durch die Universität Hamburg betreut. 1956 wurde durch die Universität Kiel mit Unterstützung von Prof. Strobach (Universität Hamburg) erneut eine seismologische Station eingerichtet. Seit 2001 ist die seismologische Station Helgoland eine GRSN-Station. 2010 wurde alle noch auffindbaren analogen Registrierungen zusammengetragen, bibliothekarisch erfasst und in der Bibliothek des IFM GEOMAR untergebracht. Interessant sind vor allem die Rußschriebe von 1907 bis 1935, die in Göttingen gefunden wurden. Das Poster stellt die Geschichte der Station dar, gibt einen Überblick über die vorhandenen analogen Aufzeichnungen und zeigt einige Registrierbeispiele.

H/V Spectral Ratios Analysis at Eastern Thuringia

Hortencia Flores-Estrella¹, Peter Malischewsky², Gerhard Jentzsch²

¹Institut für Geophysik und Geologie, Universität Leipzig

²Institut für Geowissenschaften, Friedrich-Schiller-Universität Jena

The East Thuringian Seismic Network (OTSN) was installed in 1997 to investigate the local seismicity and to estimate the seismic risk in eastern Thuringia. We worked with the digital data base from 2000 to 2008 to investigate the scope of the H/V spectral ratios (HVSR) and its relation with the theoretical ellipticity of Rayleigh waves.

In a first stage we selected those records with no seismic events and we considered them as seismic noise data. For each station we obtained a monthly HVSR average for each component. With these results we applied the theory proposed by Malischewsky and Scherbaum (2004) to estimate a velocity model and to compare its theoretical ellipticity with the results from the HVSR. In a second stage we considered some explosion events from East Thuringia and from West Poland in which we could visually identify Rayleigh wave phases to calculate HVSR and to compare these results with those previously obtained and with the theoretical ellipticity of the proposed velocity models.

The OTSN stations can be classified in three groups, in terms of their seismic response. We propose 1D velocity models for some of these stations. These models can further be improved to 2D velocity models.

Malischewsky, P. and F. Scherbaum (2004) "Love's Formula and H/V ratios (ellipticity) of Rayleigh waves". *Wave Motion*, 40, 57-67.

Seismicity on the Terceira Ridge close to Sao Miguel: a brief description of an amphibian seismological experiment

B. Golebiowski, T. Dahm, S. Heimann, M. Hort, N. Wallenstein

The Azores archipelago is a hot spot plate boundary with a very slow plate movement, which separates, together with the Gloria Fault, the Eurasian from the African plate. The Terceira Ridge connects Sao Miguel, the main island of the Azores, with the Gloria fault, a transform fault between the Azores and Gibraltar region.

The region is seismically active. The largest historical earthquake was the 1775 Lisbon earthquake at the eastern end of the Gloria fault, with more than 70.000 casualties. The strongest earthquake close to the Azores in the last 10 years occurred on the 05.04.2007 with a magnitude of Mw6.3, 110 km south-east of Ponta-Delgada (Sao Miguel). The seismicity between the islands of the Azores archipelago is monitored by the permanent network of Sao Miguel and the Portuguese Meteorological Office.

From April to June 2009, 21 temporary broad-band stations were installed on Sao Miguel and on Santa Maria, a small island about 100 km south-east of Sao Miguel, together with 3 DEPAS broad-band OBS (AWI), 4 Tiltmeter stations (Hamburg) off-coast North Sao Miguel, and 12 hydrophone stations (Hamburg) in the region around the Terceira rift between Sao Miguel and Santa Maria. The stations were recovered in August 2009 (two hydrophones stations were lost). During the time of deployment, the permanent station network from the Instituto de Meteorologia, Portugal, registered 237 local events.

With an automatic picking routine we found in our data 1239 events. Two earthquake clusters could be identified in the region of the OBS array south-east of Sao Miguel and close to the Terceira Ridge.

Interestingly, a comparison of events from both networks revealed that some of the events recorded by the permanent network could not be found in our data, while others pop-up with a very good signal-to-noise ratio.

The short presentation will compare data examples from broadband land-stations, DEPAS-stations and hydrophones, and give an overview of the general activity.

The next steps are to pick and locate events of selected clusters in order to perform a relative location. We aim to look closer to a possible migration of earthquakes with each cluster, to get a better understanding of the possible magmatic processes at the Terceira rift and the movement of fluids.

Seismic sensor orientation by a complex linear least-squares method: An application to Graefenberg array and OBS data

Grigoli F.⁽¹⁾, Cesca S.⁽¹⁾, Dahm T.⁽¹⁾

⁽¹⁾Institute of Geophysics, University of Hamburg

ABSTRACT:

Determining the relative orientation of the horizontal components of seismic sensors is a common problem that limits data analysis and interpretation for several acquisition setups, including linear arrays of geophones deployed in borehole installations or ocean bottom seismometers deployed at the sea-floor. To solve this problem we propose a new inversion method based on a complex linear algebra approach. Relative orientation angles are retrieved by minimizing, in a least-squares sense, the l2-norm between the complex traces (hodograms) of adjacent pairs of sensors. This methodology can be applied without restrictions only if the wavefield recorded by each pair of sensors is very similar. In most cases, it is possible to satisfy this condition by low-pass filtering the recorded waveform. The main advantage of our methodology is that, in the complex domain, the relative orientations of seismic sensors can be viewed as a linear inverse problem, where the preferred solution corresponds to the global minimum of a misfit function. The possibility to use simultaneously different independent datasets (other seismic events) can better constrain the solution of the inverse problem. Furthermore, by a computational point of view, our method results faster than the relative orientation methods based on waveform cross-correlation. Although the method was designed to retrieve the relative orientations of three components borehole sensors, we show that it can be also applied for testing the correct orientation/alignment of multicomponent land stations in seismological arrays or temporary networks and for determining the absolute orientation of Ocean Bottom Seismometer (OBS) stations deployed at the sea-floor. We successfully tested our method both with synthetic data and different types of real data. We first used teleseismic events to check the correct orientation of land stations of the Graefenberg seismological array (Germany). In a second application we used teleseismic events to derive the orientations of a pair of OBSs deployed in the Aegean sea (Greece), using a reference land stations to find the absolute orientations. This work has been funded by the German BMBF "Geotechnologien" project MINE (BMBF03G0737A).

Interpretation der orthogonalen Regression und ihrer Fehler

Rudolf Gutdeutsch, Universität Wien und Diethelm Kaiser, BGR Hannover

Die orthogonale Regression (OR) ist die geeignete Methode um die lineare Beziehung zwischen zwei Messgrößen mit gleich großen normalverteilten Fehlern zu bestimmen. Sie spielt deshalb auch in der Seismologie eine wichtige Rolle.

Der mittlere orthogonale Fehler \bar{v}_{OR} der OR angewendet auf 2 Magnitudendatensätze (m_{x_i}, m_{y_i}) ($i=1, \dots, n$) wurde bei Bormann et al. (Bull. Seism. Soc. Am. 97, 114-127, 2007) durch die Hessesche Normalform der bestanschießenden linearen Gleichung

$$(1) \quad p = n_{M_x} M_x + n_{M_y} M_y \pm \bar{v}_{OR} \text{ dargestellt.}$$

p = Normalabstand der Regressionsgeraden $M_y(M_x)$ vom Koordinatenursprung, $(n_x, n_y) = (-\sin \phi, \cos \phi)$ = Normale der Regressionsgeraden (siehe Abbildung).

Es wird an Hand eines Beispiels mit $M_x \rightarrow M_S, M_y \rightarrow m_B, (n_{M_x}, n_{M_y}) \rightarrow (n_{M_S}, n_{m_B})$ gezeigt, wie Gleichung (1) für praktische Aufgaben zu interpretieren ist: In o.g. Arbeit wird die Beziehung zwischen Oberflächenwellenmagnitude M_S und Breitband-Raumwellenmagnitude m_B durch die beste orthogonale Anpassung in Gestalt von Gleichung (1) dargestellt, z. B.

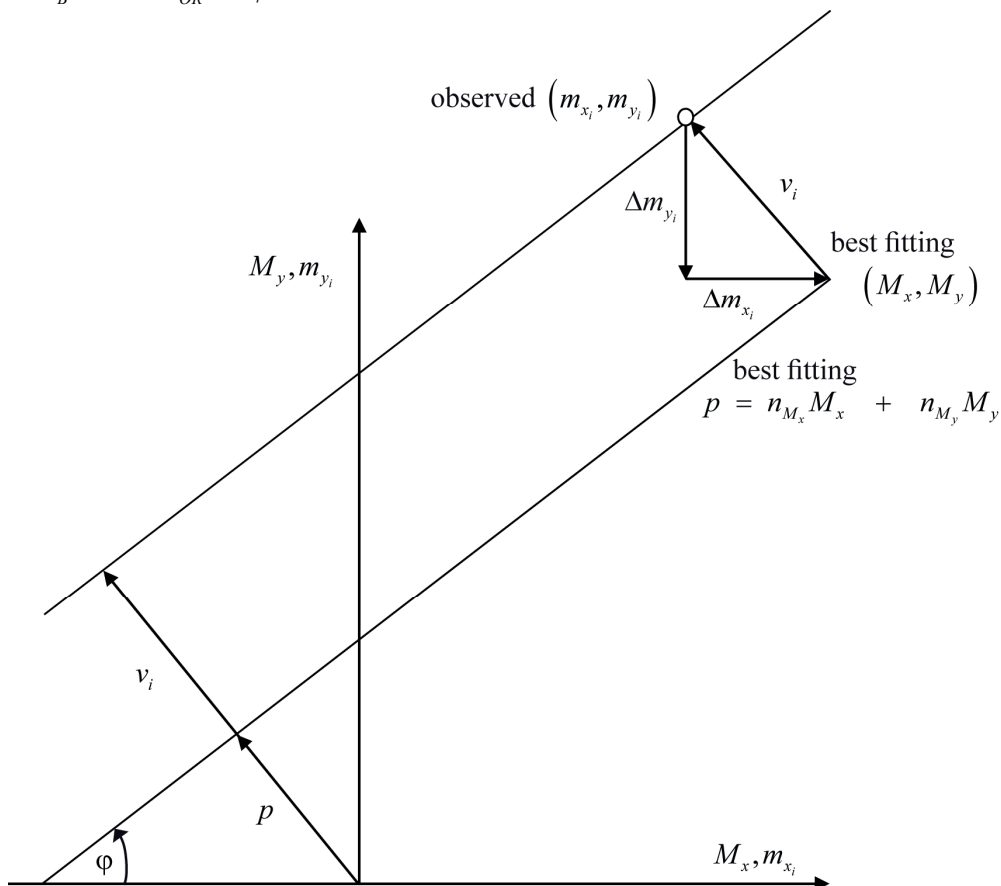
$$(2) \quad 1.21 = -0.60 M_S + 0.80 m_B \pm 0.25$$

d.h. $(n_{M_S}, n_{m_B}) = (-0.60, 0.80) = (-\sin \phi, \cos \phi); p = 1.21; \bar{v}_{OR} = \pm 0.25$

Die Beiträge beider Magnituden M_S und m_B zum Gesamtfehler \bar{v}_{OR} sind dann:

$$(3) \quad \Delta M_S = \mp \bar{v}_{OR} \sin \phi = \mp 0.25 \cdot 0.60 = \mp 0.15$$

$$\Delta m_B = \pm \bar{v}_{OR} \cos \phi = \pm 0.25 \cdot 0.80 = \pm 0.20$$



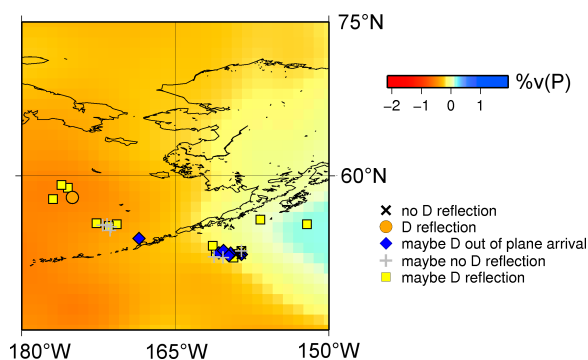
The lowermost mantle beneath Bering Sea – Geodynamic and mineral physical implications from seismic data

¹Hempel, S., ¹Thomas, C., ²Caracas, R., ^{2,3}Coltice, N.

(¹Institute for Geophysics, University of Muenster, ²ENS Lyon, ³University of Lyon)

Seismic array data are used to study a region of approximately 90x35 degrees beneath the Bering Sea and Alaska. We use P and S wave reflections off the core-mantle-boundary (CMB) and D'' reflector with source-receiver combinations spanning a distance range from 60 to 85 degrees. More than 100 earthquakes originating in the Japan, Kuril-Kamchatka or Izu-Bonin-Mariana trench are used. These events of magnitudes from 5.7 to 7.3 were recorded by several seismic networks and arrays in Canada and the United States, often at temporary stations of the Earthscope project (US-Array). Array methods such as vespagrams or slowness-backazimuth analysis are used to determine travel time differences, slowness and backazimuth of P, PdP and PcP. Comparing amplitudes, waveforms and polarities of processed data with synthetic seismograms, we aim to determine the thickness of the reflector and the impedance contrast between lower mantle and D'' layer.

The western part of our studied region shows the clear existence of a sharp D'' reflector with steep sides and a discontinuity width of about 90km. The central area lacks D'' reflections, while further east weak signals of PdP are detected. In an area in which, according to tomography, there is a transition from a low velocity region to a high velocity region according to tomography, observed phases show contradictory results: both clear PdP signals and clear evidence for an absent PdP are repeatedly observed within the Fresnel zone. Strong topography variations within a short lateral range could cause such annihilated or weakened reflected signals due to interference. Nonetheless, the observed lateral variations in P reflector depths correlate with results of former S wave studies in this region, indicating a very heterogeneous lowermost mantle beneath the Bering Sea.



Contradictory data in transition from a low velocity region to a high velocity region in tomographic P wave model in D'' beneath the Bering Sea and the Gulf of Alaska.

Different models exist to account for a strong topography of D'' discontinuity with a varying thickness and topography:

- upwelling of warm material above the CMB resulting in solid-melt phase change,
- a transition from an upwelling to a downwelling producing a steep slope,
- accumulation of folded, old subducted MORB material, in combination with a phase transition from perovskite to post-perovskite within the chemically different material, or
- a chemically isolated region with different iron and aluminum content relative to the average mantle.

We aim to distinguish between these possibilities, using mineral physical and geodynamical modelling, respectively, to describe the sharpness of the discontinuity, the velocity contrast across it and the steepness of its lateral topography in terms of feasible temperature and chemical variations.

The combination of high data coverage and complex structural properties makes the D'' beneath Alaska and Bering sea an interesting case study. It also suggests that D'' is characterized by a multitude of features, which may be unique for different locations on Earth.

Beobachtung ko- und postseismischer Geschwindigkeitsänderungen infolge des Iwate-Miyagi-Nairiku-Erdbebens (Japan, 2008)

M. Hobiger¹, U. Wegler¹, K. Shiomi², H. Nakahara³

¹ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover, Germany

² National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED), Tsukuba, Japan

³ Department of Geophysics, Tohoku University, Sendai, Japan

Zeitliche Variationen von Scherwellengeschwindigkeiten lassen sich mit Passive Image Interferometry (PII) messen, einer Technik, die durch Korrelation der an zwei verschiedenen Sensoren gemessenen seismischen Bodenunruhe die Greensche Funktion für die Ausbreitung seismischer Wellen zwischen den Sensoren rekonstruiert. Durch Vergleich der Codaanteile der Greenschen Funktionen einzelner Tage mit einer Referenzkurve können kleine Scherwellengeschwindigkeitsänderungen gemessen werden.

Wir haben 32 Monate (Januar 2008 – August 2010) kontinuierlicher seismischer Daten aus Nordhonschu (Japan) mit PII analysiert, wo sich am 14. Juni 2008 das Iwate-Miyagi-Nairiku-Erdbeben ($M_w = 6,9$) ereignete. Die Analyse umfasst dreikomponentige Daten von 17 Hi-Net- und 3 Oberflächenseismometern in verschiedenen Frequenzbereichen.

Die vorläufigen Ergebnisse zeigen koseismische Geschwindigkeitsabfälle, die für Stationen im Zentralbereich der Bruchzone bis zu 0,5 % erreichen. Signifikante koseismische Geschwindigkeitszunahmen treten nicht auf. Außerdem wurde die postseismische Relaxation der seismischen Geschwindigkeiten untersucht, wobei manche Stationspaare keine nennenswerte Relaxation aufweisen, da auf Grund der Datenlänge nur typische Relaxationszeiten von bis zu sieben Jahren aufgelöst werden können. Unabhängig davon zeigen einige Stationspaare deutliche jahreszeitliche Geschwindigkeitsänderungen mit einer Periode von einem Jahr, die bis zu 0,1 % erreichen.

Seismologie auf dem Grönlandeis

S. Husen¹, J.F. Clinton¹, M. Funk², M. Lüthi², C. Ryser², F. Walter^{1,2}

¹Schweizerischer Erdbebendienst, ETH Zürich, Sonneggstrasse 5, CH 8092 Zürich, Schweiz

²Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, Gloriastr. 37/39, CH-8092 Zürich

Mit der Untersuchung von sogenannten Eisbeben hat sich in den letzten Jahren ein neues Feld der Seismologie aufgetan. Unter Eisbeben versteht man im allgemeinen seismische Ereignisse, die innerhalb von Gletschern, gefrorenen Seen oder anderer Art von grossen Eiskörpern stattfinden. Dazu gehören sowohl Öffnungen von oberflächennahen Gletscherspalten also auch Bruchvorgänge, die im inneren von Gletschern stattfinden. Während in den Anfängen der Gletscherseismologie vor allem Ereignisse des ersten Typs untersucht wurden, rückten in den letzten Jahren die tiefen Eisbeben mehr in den Fokus, da deren Auftreten auf basales Gleiten des Gletschers und Veränderungen im subglazialen Abflusssystem hinweisen. So zeigte, z.B., die zeitliche Entwicklung von basalen Eisbeben im Gornergletscher, Schweiz, tägliche Schwankungen, die mit beobachteten basalen Wasserdruck antikorrelierten: Basale Eisbeben traten vor allem bei niedrigem Wasserdruck auf, wenn sich der Gletscher nach Gleitphasen wieder an sein Bett koppelt. Ein Verständnis der Prozesse, die zu den beobachteten Eisbeben führen, gibt somit wichtige Rückschlüsse auf Veränderungen in der Bewegung eines Gletschers aufgrund von Veränderungen im subglazialen Abflusssystem.

Die Beziehung zwischen Gletscherfliessen und dem subglazialen Abflusssystem hat wichtige Konsequenzen für die Stabilität des Grönlandeisschildes. Mit zunehmenden Lufttemperaturen sagen einige Modelle einen verstärkten Massenverlust aufgrund erhöhten basalen Wasserdrucks voraus. Dies geschieht durch eine Zunahme des Schmelzwassers an der Oberfläche, welches zu einer Zunahme des Wasserflusses im subglazialen Abflusssystem führt. In der aktuellen Diskussion um die Klimaerwärmung gewinnt dieser Prozess daher an Bedeutung. Um die Zusammenhänge zwischen dem subglazialen Entwässerungssystem und der Dynamik des Grönlandeises besser zu verstehen, wurden im Sommer 2011 eine Reihe von glaziologischen und seismologischen Messungen durchgeführt. Unter anderem wurde über einen Zeitraum von acht Wochen ein dichtes Netz von 17 Seismometern betrieben. Das Netz besaß eine Apertur von 1.5 km und umfasste, neben kurz-periodischen Seismometern, drei tiefe Bohrlochseismometer (150 - 400 m tief) und zwei Breitbandstationen. Ziel des Netzes ist die Detektierung und Lokalisierung von Eisbeben im Grönlandeis. Zusammen mit den glaziologischen Beobachtungen erlaubt dies eine Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Veränderungen im subglazialen Abflusssystem und Gletscherbewegungen, insbesondere basales Gleiten.

In unserem Beitrag werden wir das seismologische Experiment vorstellen. Neben praktischen Herausforderungen, wie die Installation von Seismometern auf Gletschern, werden wir auch einen ersten Eindruck der beobachteten Eisbebenaktivität geben.

Monitoring seismischer Aktivität um den Standort der tiefen Geothermiebohrung GeneSys in Hannover

M. Keyser, T. Plenefisch, M. Bischoff, U. Wegler, E. Wetzig und C. Bönnemann

e-mail: Matthias.Keyser@bgr.de

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Stilleweg 2, 30655 Hannover, Deutschland

Ziel des GeneSys-Projektes (Generated Geothermal Energy Systems) ist die Beheizung des Geozentrums Hannover mit geothermischer Energie. Eine Bohrung wurde bis in eine Tiefe von 3900 m, dem mittleren Buntsandstein des Norddeutschen Beckens, abgeteuft.

Die BGR hat ein seismisches Netzwerk installiert, um eventuell auftretende induzierte seismische Ereignisse zu detektieren und zu analysieren. Das Netzwerk besteht aus 13 Seismometern und Geophonen, die auf zwei Kreisen mit 1 km und 4 km Radius um die Bohrung installiert wurden. Die seismische Unruhe der Großstadt Hannover und mehrerer naher Autobahnen schränkt die Detektionsfähigkeit ein. Durch diese Einschränkung und die Lage in einem eher aseismischen Gebiet wurden bisher wenige seismische Ereignisse registriert. Das einzige Ereignis, welches in direktem Zusammenhang mit dem Geothermieprojekt steht und detektiert wurde, ist ein ca. 3700 m tiefer Perforationsschuss am 20. Juni 2010.

Frac-Operationen wurden Ende Mai 2011 durchgeführt. Diese wurden durch das Netzwerk und automatische Detektoren von der BRG 24 Stunden am Tag überwacht. Ein dreistufiges Reaktionsschema, welches auf gemessenen Bodenschwinggeschwindigkeiten basiert, beinhaltet die Handlungsanweisungen, den Pumpvorgang bei Geschwindigkeiten über 1 mm/s innerhalb 30 Minuten zu stoppen und somit eine mögliche seismische Gefährdung gering zu halten. Während der Frac-Operationen konnte keinerlei Seismizität gemessen werden.

Wir stellen das seismische Beobachtungsnetzwerk und einen automatischen Detektor vor, welcher für die Detektion von schwachen seismischen Ereignissen bei schlechten Signal-Noise-Bedingungen entwickelt wurde. Wir zeigen Datenbeispiele und eine Abschätzung der Empfindlichkeit des Netzwerkes und erläutern das Reaktionsschema.

Crustal and upper mantle shear wave velocity structure of Southern Norway: Results from surface wave analysis of ambient seismic noise and earthquake data

Andreas Köhler¹, Christian Weidle², Valerie Maupin¹

¹Department of Geosciences, University of Oslo, ²Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

This work is part of the TopoScandiaDeep project whose objective is to study the possible relation of the anomalously high topography of the Scandes mountains with lithospheric structure and processes. One major component of the project is the analysis of seismological data recorded at a temporary passive seismic array in Southern Norway and parts of Western Sweden. As part of this analysis we integrate measurements of surface wave phase velocities to invert for crust and shallow upper mantle structures.

Surface waves generated from earthquakes at regional and teleseismic distances are analyzed at periods from 18 to 200s using a novel multiscale wavefield interpolation method and f-k analysis. Such waves are mostly sensitive to upper mantle seismic velocities but also crustal structure, primarily crustal thickness. Surface waves at shorter periods are more difficult to observe in earthquake generated wavefields due to higher attenuation and scattering, but can be obtained from analysis of ambient seismic noise. We are able to measure reliable Rayleigh and Love wave phase velocities for periods between 3 and 25s from noise cross-correlation functions. By combining observations from noise and teleseismic events, we obtain phase velocity maps of southern Norway for Rayleigh and Love waves continuously in the period range 3 and 70 s. This bandwidth of observations allows us to invert for shear wave velocities entirely independent of external data input.

The average model of the S-wave velocity variation with depth under southern Norway shows that the lithosphere in the area has the characteristics usually found under continental platforms and not, as we would have expected, those found under cratonic areas. On the Swedish side of the study region, however, higher upper mantle velocity are found as expected for the Baltic shield area. We are able to resolve lateral phase velocity variations at shorter periods in the order of 3%. These anomalies can be explained by variation of the crustal structure (e.g. Caledonian nappes, Oslo Graben) and Moho depth. We also observe discrepancy between Love and Rayleigh waves in the northern part of the studied region which can be explained by radial anisotropy in the middle/upper crust.

Optimization of microseismic networks for the local and regional scale

Toni Kraft, Stephan Husen and Arnaud Mignan

Swiss Seismological Service

Kurzfassung:

Microseismic monitoring has proved to be an invaluable tool for understanding inderground processes since its inception in the 1970s. Yet, network planing is still mainly performed as a manual task based on simple design rules that are not easily transferred to more complex cases. Here, we use a stimulated annealing approach to optimize microseismic network geometries at the local (~10km) and regional (~200km) scale for earthquake location and focal mechanism determination. The approach accounts for 3D velocity structure, synthetic groundmotion amplitudes of catalog earthquakes, station noise levels and sensor dynamic ranges. We discuss optimized network geometries for regional neotectonic studies and local monitoring of induced seismicity in Switzerland and estimate their expected completeness magnitude using a probabilistic approach.

Automatische Seismogrammanalyse und Lokalisierung von seismischen Ereignissen

L. Küperkoch¹, T. Meier², J. Lee¹

¹Institut für Geologie, Mineralogie und Geophysik, Ruhr-Universität Bochum

²Institut für Geophysik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Der automatischen Seismogrammanalyse kommt eine immer größere Bedeutung zu. Dies betrifft sowohl die Auswertung von Wellenformen für Seismizitätsstudien, Tomographieuntersuchungen als auch die echtzeitnahe Identifikation und Lokalisierung seismischer Ereignisse in Erdbeben- und Tsunami-Frühwarnsystemen. Vorgestellt wird hier ein Programmpaket, das verschiedene automatische Methoden zur Schätzung der P- und S-Einsatzzeiten anbietet, wobei besonderes Augenmerk auf automatische Qualitätskontrolle gelegt wurde. Kalibriert an Hand eines manuell gepickten, repräsentativen Referenzdatensatzes, liefert dieses Matlab-basierte Programmpaket neben den P- und S-Wellenersteinsätzen samt Unsicherheitsintervall die P-Einsatzpolaritäten für Untersuchungen zum Herdmechanismus, das Hypozentrum als auch Lokal- und Momentenmagnitude. Getestet wurde die Automatik an Hand eines großen Datensatzes des EGELADOS-Projekts.

PILOT- Ein Werkzeug zur Erstellung qualitativ hochwertiger und konsistenter Referenzdatensätze

L. Küperkoch¹, A. Brüstle¹, S. Wehling¹, M. Bischoff², T. Meier³, W. Friederich¹ und M. Rische¹

¹Institut für Geologie, Mineralogie und Geophysik, Ruhr-Universität Bochum

²Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover

³Institut für Geophysik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Genauigkeit und Konsistenz bei der Bestimmung seismischer Phaseneinsätze sind Grundvoraussetzungen für Erdbebtomographie. Auf Grund der großen Datenmengen kommen meist automatische Methoden zur Bestimmung absoluter Phaseneinsatzzeiten zum Einsatz. Zum Kalibrieren und Testen der automatischen Picker wird ein manuell gepickter Referenzdatensatz benötigt, der repräsentativ für den gesamten Datensatz, möglichst akkurat und konsistent sein muss. Dazu müssen Phaseneinsätze korrekt identifiziert und, wie üblich bei physikalischen Messungen, vernünftige Fehlerintervalle bestimmt werden. Ein "Kochrezept" zur Erstellung eines Referenzdatensatzes geben Diehl *et al.* (2009), basierend auf der Bestimmung eines frühestmöglichen, spätestmöglichen und wahrscheinlichsten Phaseneinsatzes. Vorgestellt werden soll hier das GUI-basierte Auswerte- und Analyseprogramm PILOT, in welchem die vorgeschlagenen Pickregeln Anwendung finden, um konsistente und qualitativ hochwertige Referenzdatensätze liefern.

Diehl, T., Kissling, E., Husen, S. & Alderson, F., 2009. Consistent phase picking for regional tomography models: Application to the Greater Alpine region, *Geophys. J. Int.* **176**, 542-554.

Aftershock Seismicity of the 27 February 2010 Maule Earthquake and its Relation to Postseismic Displacements from GPS

Dietrich Lange(1); Marcos S. Moreno(2); Frederik J. Tilmann(2); Juan Carlos Baez(3); Sergio E. Barrientos(4); Susan L. Beck(5); Pascal Bernard(6); Michael G. Bevis(7); Benjamin A. Brooks(8); Eduardo Contreras Reyes(4); Ben Heit(2); Pascal Methe(2); Andres Tassara(3); Jean-Pierre Vilotte(6); Christophe Vigny(6)*

1. University of Potsdam, Potsdam, Germany.
2. GFZ German Research Centre for Geosciences, Potsdam, Germany.
3. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
4. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile.
5. University of Arizona, Tucson, AZ, United States.
6. IGP, Paris, France.
7. School of Earth Sciences, Ohio State University, Columbus, OH, United States.
8. University of Hawai'i at Manoa, Honolulu, HI, United States.
9. Laboratoire de Géologie de l'Ecole Normale Supérieure, UMR, Paris, France.

* Contact: dietrich.lange@uni-potsdam.de

On 27 February 2010 the Mw 8.8 Maule earthquake in Central Chile ruptured a seismic gap where significant strain had accumulated since 1835. Shortly after the mainshock a dense network of temporary seismic landstations was installed along the whole rupture zone in order to capture the aftershock activity. We present the aftershock distribution and first motion polarity focal mechanisms based on automatic detection algorithms and picking engines. Processing the seismic data between 15 March and 30 September 2010 from stations from IRIS, IGP, Caltech and GFZ, we determined 19,908 hypocentres with magnitudes Mw between 1 and 6.2. Seismic activity occurs in six groups: 1.) Normal faulting outer rise events 2.) A shallow group of plate interface seismicity apparent at 25-35 km depth and 50-120 km distance to the trench. Along strike, the aftershocks occur largely within the zone of co-seismic slip but extend ~50 km further north. Along dip, the events are either within the zone of co-seismic slip, or downdip from it, depending on the slip model used. 3.) A third band of seismicity is observed further downdip at 40-50 km depth and further inland at 150-160 km trench perpendicular distance, with mostly shallow dipping thrust focal mechanisms indicating rupture of the plate interface significantly downdip of the co-seismic rupture, and presumably above the intersection of the continental Moho with the plate interface. 4.) A deep group of intermediate depth events between 80 to 120 km depth are present north of 36°S. 5.) The magmatic arc exhibits a small amount of crustal seismicity but does not appear to show significantly enhanced activity after the mainshock 6.) Pronounced crustal aftershock activity is found in the region of Pichilemu (~34.5°S).

The time-series of postseismic deformation analyzed here show rapid transient deformation immediately following the Maule earthquake. We examine the relation between the spatial-temporal properties of the aftershock distribution and postseismic displacements from GPS. First results show a linear relationship between cumulative displacement and cumulative number of aftershocks at large times. This relationship may be used to infer rheological properties. Similar relations have been observed in other large subduction zone earthquakes.

The EPOS integration plan for Research Infrastructures in Solid Earth

J. Lauterjung and T. Hoffmann (GFZ Potsdam)

In November 2010, the new European Plate Observing System (EPOS) project was launched during a kick-off meeting in Rome. EPOS is the European integrated solid Earth Sciences Research Infrastructure (RI) approved by the European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI). EPOS will create a single sustainable, permanent observation infrastructure, integrating existing geophysical monitoring networks (e.g. seismic and geodetic networks), local observatories (e.g. volcano observatories) and experimental laboratories (e.g. experimental and analytic labs for rock physics and tectonic analogue modeling) in Europe and adjacent regions. At this time, EPOS has 20 partners in 18 countries and additional 6 associate partners.

During year one of the EPOS Preparatory Phase, the work of the technical EPOS Work Package WP6 focused mainly on: a) Identification of relevant RIs and establishment of a network of contact persons and technical groups, b) Survey and overview of already existing (and planned) RIs and data repositories in Europe, c) Evaluation of the survey results with emphasis on metadata, and d) Definition of the e-infrastructure requirements for an efficient EPOS architecture. Results of the 1st year EPOS Preparatory Phase will be presented in this poster together with an outlook on potential database designs for the prospective integrated EPOS Research Infrastructure.

Observing upper mantle discontinuities under the Indian-Asian collision zone with PP and SS precursors

Stephan Lessing¹, Christine Thomas¹ and Sebastian Rost²

¹ Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institute of Geophysics, Münster, Germany

² The University of Leeds, School of Earth and Environment, Institute of Geophysics and Tectonics, Leeds, United Kingdom

In this study we investigate the upper mantle discontinuities in the Indian-Asian collision zone. We use PP and SS precursors which are reflections of P or S waves at the discontinuities halfway between the source and the receivers. We use different source-receiver combinations with distances from 80 to 120 degrees. Earthquakes from the Northwest to West Pacific were recorded at temporary and permanent networks in Ethiopia and Turkey as well as stations of the Virtual European Broadband Seismic Network (VEBSN) and the German Regional Seismic Network (GRSN), yielding reflections points from Northern India across Tibet to Northern China. Methods from array seismology, e.g. vespagrams and frequency wavenumber analysis, are used to measure the slowness and the backazimuth of PP and SS and their precursors with improved vertical and lateral resolution. Migration transfers differential traveltimes of PP and SS precursors relative to their reference phases into depth images of the underside reflections. The techniques are combined to ensure that no mis-interpretation occurs (such as aliasing, out-of plane waves etc.). The precursors are analyzed in terms of frequency content, polarity, amplitude, waveform and arrival time. The frequency content is related to the sharpness of discontinuities and thus helps to determine the depth interval of the phase loop. The polarity and the amplitude primarily depend on the impedance contrast at the discontinuities, but amplitude is also influenced by topography. The results will be compared with synthetic seismograms using full waveform modeling to corroborate the interpretation. Beside the 410 km and the 660 km discontinuity, we investigate the existence and properties of other discontinuities e.g. at 520 km or at 600 km depth (phase transition of garnet to perovskite). Our aim is a high resolution image of the upper mantle to investigate the fine scale structure of the discontinuities. The fine scale structure mirrors lateral thermal and compositional variations and gives constraints on the influence of minor mantle minerals on the major phase transitions between 410 km and 660 km depth.

A probabilistic approach for the classification of earthquakes as “triggered” or “not triggered”: application to the 1975 Krafla diking event followed by the 13th Jan 1976 M=6.2 earthquake on the Tjoernes Fracture Zone, Iceland

Luigi Passarelli, Francesco Maccaferri, Elias Abebe Boku, Eleonora Rivalta, and Torsten Dahm
Institute of Geophysics, University of Hamburg, Bundesstr. 55, 20146 Germany

The occurrence time of earthquakes can be anticipated or delayed by external phenomena which induce strain energy changes on the faults. ‘Anticipated’ earthquakes are generally called ‘triggered’, however it can be controversial to label as such a specific earthquake, as long as there is not commonly accepted quantitative method to ascertain this. A quantitative methodology for the classification of observed earthquakes as induced, triggered or not would be desirable especially for events correlated in space and time with human activities, as legal implications might need to be evaluated. Here we introduce a quantitative probabilistic approach to classify earthquakes as ‘triggered’ or ‘not triggered’. We consider the case of the 13 Jan 1976 earthquake on the Grimsey Lineament (Tjoernes Fracture Zone, Iceland), which followed a nearby dike injection in the Krafla fissure swarm. After reviewing the tectonic features of the area and the history of the diking event, we calculate the likelihood of the earthquake in a scenario which include the stress change caused by the dike, and in a scenario which excludes it. Applying a Bayesian statistical methodology we obtain that the probability that the earthquake was indeed triggered by the dike is larger by three orders of magnitude than the probability that the earthquake was due purely to accumulation of tectonic strain. This methodology allows to assign quantitative probabilities to different hypotheses and can help in classifying earthquakes as triggered or not-triggered by natural or human-induced events.

Krustenmächtigkeit Osteuropas aus Receiver Functions für den PASSEQ-Datensatz

Anna Platz, Frank Krüger, Brigitte Knapmeyer-Endrun (Universität Potsdam)

Die Tornquist-Teisseyre Zone (TTZ) ist Teil der Trans-Europäischen Suturezone und markiert den Übergangsbereich zwischen der alten Kruste des Osteuropäischen Kratons und der jüngeren Kruste der Mitteleuropäischen Plattform. Das Untersuchungsgebiet des Passive Seismic Experiment in Trans-European Suture Zone (PASSEQ) erstreckt sich von Deutschland über Tschechien und Polen bis nach Litauen und überdeckt die TTZ. Von Mai 2006 bis Juni 2008 wurden teleseismische Erdbeben an über 200 temporären Stationen aufgezeichnet. Das Stationsnetz ist das bisher dichteste passive Netz in Polen und Litauen.

In der Bachelorarbeit „Krustenmächtigkeit Osteuropas aus Receiver Functions für den PASSEQ-Datensatz“ (Anna Platz, 2011) werden die Daten von 153 permanenten Stationen der nationalen Observatorien von Deutschland, Polen und Tschechien sowie temporärer Stationen aus PASSEQ mit Hilfe der Receiver Function Methode ausgewertet. Es wurden die Tiefe der Mohorovičić-Diskontinuität und das mittlere krustale v_p/v_s -Verhältnis bestimmt. Die Auswertung der Receiver Functions erfolgt durch zwei Methoden. Zum einen wurden die Einsätze der direkten Konversion und ihrer ersten Multiple angerissen und daraus das v_p/v_s -Verhältnis sowie die Mohotiefe berechnet. Zum anderen wurde der von Zhu und Kanamori (2000) vorgestellte Stapel-Algorithmus verwendet. Beide Methoden kamen zu ähnlichen Ergebnissen.

Die Tiefe der Mohorovičić-Diskontinuität ist auf der Mitteleuropäischen Plattform mit 26 bis 35 Kilometern geringer als auf dem Osteuropäischen Kraton, für den Tiefen von 35 bis 52 Kilometern berechnet wurden. Im Böhmischem Massiv wurden Tiefen von 33 bis 39 Kilometern berechnet. Im Bereich des Polnischen Beckens liegen die v_p/v_s -Verhältnisse, soweit Werte bestimmt werden konnten, zwischen 1,8 und 1,9. Für den Großteil der Mitteleuropäischen Plattform liegt v_p/v_s zwischen 1,65 und 1,8. Für viele Stationen auf dem Osteuropäischen Kraton wurden v_p/v_s -Verhältnisse zwischen 1,75 und 1,9 berechnet. Die Ergebnisse für die Mohotiefen wurden mit der Mohotiefen-Karte von Grad et al. (2009) verglichen und zeigen eine große Übereinstimmung. Weiterhin wurde versucht, die Sedimentmächtigkeit und die Konrad-Diskontinuität aufzulösen. Dabei deutet sich eine Sedimentmächtigkeit von einem Kilometer, vor allem auf dem Osteuropäischen Kraton, und ein mittleres v_p/v_s -Verhältnis von 3,2 bis 5,6 an. Die Sedimentmächtigkeiten östlich der TTZ werden durch die Auswertung der POLONAISE-Profile (Grad et al., 2003) gestützt. Für Stationen westlich der TTZ wurden Einsätze aus den Tiefen von 8 bis 12 Kilometern registriert, die zur Konrad-Diskontinuität gehören können. Die v_p/v_s -Verhältnisse für diese Einsätze liegt zwischen 1,5 und 2,5.

Referenzen: Grad et al. (2009), GJI, 176, 279-292 * Grad et al. (2003), JGR, 108(B11), 2541 * Zhu & Kanamori (2000), JGR, 105(B2), 2969-1980

Das neue Schwachbeben-Netzwerk in der Nord- und Mittelschweiz: Vorstellung und Stationsauswahl

Plenkens, Katrin¹; Kraft, Toni¹; Bethmann, Falko¹; Husen, Stephan¹; Schnellmann, Michael²

¹ Schweizerischer Erdbebendienst, ETH Zürich, Sonneggstr 5, CH-8092 Zürich, Schweiz

² Nagra, Hardstrasse 73, CH-5430 Wettingen, Schweiz

Um eine verbesserte seismische Überwachung der Nord- und Mittelschweiz zu erreichen, plant der Schweizerische Erdbebendienst in Zusammenarbeit mit der Nationalen Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (NAGRA) ein neues seismisches Netzwerk. Insgesamt planen wir um die 20 neue Standorte, von welchen ca 3 in Zusammenarbeit mit dem Landeserdbebendienst Baden-Württemberg grenznah in Süddeutschland aufgebaut werden sollen. Die neuen Stationen sollen über einen Zeitraum von mindestens 10 Jahren betrieben werden.

Ziel des neuen Netzwerk, welches das bestehende nationale Breitbandnetz (SDSNet) ergänzen soll, ist eine Vollständigkeits-Magnitude von 1. Das verdichtete Messnetz soll die Lokalisierungsgenauigkeit von kleinen Erdbeben in der Schweiz verbessern und es erlauben, die seismische Aktivität in der Umgebung der vorgeschlagenen Standortgebiete für die Tiefenlager für hochaktive Abfälle sowie der Standorte der bestehenden Kernkraftwerke zu erfassen.

Das Messgebiet ist geprägt durch die Molassesedimente des Voralpenlandes. Darüber hinaus ist das Gebiet dicht besiedelt und so in ausserordentlichem Maße von urbanem Hintergrundrauschen betroffen. Um die angestrebte Qualität der seismischen Überwachung dennoch zu erreichen, analysieren wir potentielle Standorte ausführlich. In einem ersten Schritt haben wir eine Netzwerk-Optimierung bezüglich der Lokalisierungsgenauigkeit unter Berücksichtigung der geschätzten Bodenunruhe modelliert. Desweiteren werden von uns Testmessungen durchgeführt, welche Auskunft über die tatsächlich herrschende Bodenunruhe mit Hinblick auf Amplitude, monofrequente Störgeräusche und Tagesgang insbesondere im Frequenzbereich zwischen 1Hz und 40 Hz geben.

In diesem Vortrag möchten wir einen kurzen Überblick über das geplante Netzwerk geben und unser Verfahren zur schrittweisen Annäherung an einen optimalen Standort vorstellen. Insbesondere präsentieren wir unser Bewertungsschema zur Auswahl von Standorten für Testmessungen, sowie unsere Kriterien zur endgültigen Standortentscheidung, welche auf den Auswertungen der Testmessungen basiert.

Detektion von induzierten Erdbeben mit schwachem Signal-Rausch Verhältniss in Landau

Katrin Plenkens^{1,3}, Joachim R. R. Ritter¹, Marion Schindler²

1 Karlsruhe Institute of Technology, Geophysical Institute, Hertzstr. 16, 76187 Karlsruhe, Germany

2 BESTEC GmbH, Oskar-von-Miller-Str. 2, 76829 Landau, Germany

3 Now at: Schweizerischer Erdbebendienst, ETH Zürich, Sonneggstr 5, 8092 Zürich, Switzerland

Die Region um Landau (Rheinland-Pfalz) ist in besonderem Maße von einer hohen Bodenunruhe betroffen, da hier nicht nur eine hohe Besiedlungsdichte vorliegt, sondern die Gegend auch in den dicken (~3 km) Sedimentschichten des Oberrheingrabens liegt. Um trotzdem einen Einblick in die lokale Mikroseismizität ($M_L < 2$) zu erhalten, haben wir einen Detektionsansatz entwickelt, der sich in drei Schritte unterteilt:

Als erstes benutzten wir einen STA/LTA Trigger Algorithmus zur Datenreduktion. Im zweiten Schritt evaluieren wir die gefundenen Trigger, welche hauptsächlich urbanen Störgeräuschen zuzuordnen sind, manuell und identifizieren so seismische Ereignisse. Im dritten Schritt nutzen wir die identifizierten Ereignisse als Master-Ereignisse in einer Kreuzkorrelations-Analyse.

Wir wenden dieses Detektionsschema auf ein lokales, seismisches Netzwerk mit einem Stationsabstand von ca. 10 km an. Wir identifizieren manuell in einem Zeitraum von zwei Wochen 13 seismische Ereignisse. Durch Anwendung der Kreuzkorrelations-Analyse sind wir in der Lage darüber hinaus weitere 159 seismische Ereignisse zu identifizieren ($-1 < M_L < 1$).

Unsere Analyse dieser sich wiederholenden seismischen Ereignisse zeigt, dass sie zeitlich und örtlich der Stimulation eines geothermischen Reservoirs zugeordnet werden können. Keins der gefundenen Erdbeben kann der natürlichen Hintergrundseismizität zugeordnet werden.

On the Seismic Wave Anisotropy in the Upper Crust of Bam Area in South Eastern Iran

Morvarid Saki (1,2), Gholam J. Doloei (3) and Ahmad Sadidkhouy (4)

(1)Postgraduate in seismology, International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, Tehran, Islamic Republic of Iran (morvaridsaki1@gmail.com), (2:now) University of Muenster, Institute of Geophysics, Muenster, Germany, (3) Assistant Prof. Of Seismology, International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, Tehran, Islamic Republic of Iran (javandoloei@iiees.ac.ir), (4) Assistant Prof. of Seismology, University of Tehran, Tehran, Islamic Republic of Iran (asadid@ut.ac.ir)

For the last three decades, detection and interpretation of seismic anisotropy has changed into a common tool to study earth's interior. Our scientific objective focused on calculating the magnitude (δt) and the direction (ϕ) of the anisotropy in the upper crust of Bam area in southern Iran. These parameters provide information on the nature of the rocks which the wave propagates through. Seismic anisotropy happens because rocks generally contain fabrics which lead to a directional dependence in seismic velocities. Due to lack of knowledge of the anisotropy in Bam area, study on this branch of seismology seems necessary for this region. The method we have investigated in this research is Teanby et al. (2004) shear wave splitting method. Shear wave analysis is divided into several main groups, where searching for the optimal pair of splitting is inevitable. Teanby et al. (2004) method includes automatic selection of the shear wave analysis window and performing the splitting analysis for a range of window length, the parameters that are stable over many different windows are the answers. In this study we have compiled a data base of approximately 310 high quality seismograms selected by visual inspection of over 1100 records for Sg phase. The events were recorded at 15 stations of IIEES temporary seismic network which were installed after 2003.12.26 Bam earthquake. Our results of anisotropy parameters made by Sg phase analysis, strongly suggest two directions of the fast component of the shear wave but one regional trend is apparent. According to these results the main direction of anisotropy in the upper crust of Bam area is within the azimuth range of 40 to 70 deg, with magnitude ranging from 0.043 to 0.15 sec. We believe that this predominant NE-SW trend for anisotropy is a consequence of tectonic regimes in Persian plate, related to the convergence of the Eurasian and Arabian plates. More ever this main anisotropy direction is approximately perpendicular to the Bam fault and consistent with the GPS measurements.

Der Deutsche Geräte-Pool für amphibische Seismologie, mariner Teil (DEPAS-MA): Rückblick auf die ersten fünf Jahre

Mechita Schmidt-Aursch⁽¹⁾ und Torsten Dahm⁽²⁾

⁽¹⁾ Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven

⁽²⁾ Universität Hamburg

Der „Deutsche Geräte-Pool für amphibische Seismologie (DEPAS)“ ist ein Pool breitbandiger Seismometer für Langzeiteinsätze an Land und auf dem Meeresboden. Der marine Teil besteht aus 80 Ozeanboden-Seismometern (OBS), welche technisch und organisatorisch vom Alfred-Wegener-Institut Bremerhaven (AWI) betreut werden. In diesem Beitrag wird ein kurzer Rückblick auf die ersten fünf Jahre des Pools gegeben und über den aktuellen Stand berichtet, außerdem werden geplante Entwicklungen vorgestellt.

Vergleich der Verwendbarkeit von Onshore- und Offshore-Seismometern zur interferometrischen Untersuchung seismischen Rauschens

A. Schmidt & EGELADOS Working Group

Institut für Geologie, Mineralogie und Geophysik, Ruhr-Universität Bochum

Die Interferometrie seismischen Rauschens ist, neben den klassischen Methoden der Seismologie, ein zuverlässiges Verfahren mittels Analyse des Oberflächenwellen-Anteils der Greenschen Funktion auf die physikalischen Gegebenheiten der Kruste und des oberen Mantels zu schließen. Eine Anwendung auf Onshore-Netzwerke ist bereits sowohl theoretisch als auch praktisch weitestgehend dokumentiert und in unterschiedlichen Gebieten durchgeführt worden. Dabei bestimmt der Einfluss unterschiedlicher Konfigurationen in direkter Weise den Informationsgehalt der zu erwartenden Kreuzkorrelationen, nicht allein durch die Standorte der beteiligten Stationen, sondern auch durch die Art und Position der zu identifizierenden Rauschquellen relativ zum Signallaufweg zwischen den Stationen. Speziell die Modifikation der Methode auf die Verwendung von Ozeanboden-Seismometern stellt gesonderte Anforderungen an die Interpretation der zu erwartenden Korrelogramme. Die über der Verbindungsachse des jeweiligen Stationspaares befindliche Wassersäule ist als zusätzliches Medium zu betrachten, in dem sich Wellen ausbreiten können. Anhand spezifischer Beispiele soll gezeigt werden, welche Rahmenbedingungen erfüllt sein müssen, um entsprechende geophysikalische Studien durchführen zu können.

Waveform Sensitivity Kernels for 3D Elastic Background Media

Florian Schumacher, Lasse Lambrecht, Nils Müller and Wolfgang Friederich
Ruhr-Universität Bochum

We investigate waveform sensitivity kernels in frequency domain based on spectral element simulations using SPECFEM3D (Tromp, Komatitsch and Liu, 2008). Born scattering theory provides an integral relation between absolute changes of the wavefield caused by absolute changes of the material parameters. For unit material perturbations, the Born integrand is identical to the waveform sensitivity kernel for the considered source-receiver configuration. Its evaluation requires the calculation of Green functions for single forces at the receiver positions and displacement fields originating at the seismic source, as well as their strains.

The kernels shall be used to relate model perturbations and differences between data and synthetics in a full waveform inversion procedure. Incorporating waveform sensitivity kernels into such a procedure has several advantages. Firstly we expect better convergence properties compared with strategies that calculate gradients of a misfit function. As the kernels may be calculated completely independent of the data, this will allow for subsequent model regularization and flexible choice of receivers that are used for the inversion. Furthermore, in total only one time-reversed simulation per (component of) receiver plus one simulation per event are required for one iteration step of the inversion. One disadvantage is, that in order to calculate the kernels in the volume of interest, wavefields and strains have to be stored throughout that volume. This typically demands a large amount of storage capacity. On the other hand, the stored kernels may be reused for different data, whereby the amount of permanent storage can be reduced by integrating the kernels over small subvolumes.

Application of this inversion procedure and the computation of kernels may range from continental to local scale and from seismological to engineering interests. Up to now, kernel computation and integration on an inversion grid are implemented in a modularized fashion, so as to enable the use of different wave propagation codes. So far, several codes in both, Cartesian and spherical frameworks, are supported, namely SPECFEM3D, SPECFEM3D GLOBE and GEMINI (Friederich and Dalkolmo, 1995). Support for other codes are planned in the near future. After completing the inversion algorithm, first possible applications may be a tomography of the aegean using data from the EGELADOS network and within the toolbox *TOAST*.

In order to produce Green functions, an interpolation of single force sources to arbitrary source positions has been implemented into the SPECFEM3D routines. Also all necessary processing of the time series and Fourier transformation of the seismograms are done on the fly before the spectra are written to file.

florian.schumacher@rub.de
Institut für Geologie, Mineralogie und Geophysik, NA 3/168, 44780 Bochum

The 21 July 2011 earthquake in Hedmark, Southern Norway

Johannes Schweitzer, NORSAR

On 21 July 2011, at 02:59 local time an earthquake with a local magnitude of about 3.8 awaked many people in Hedmark, Southern Norway. A very preliminary automatic location of the event clearly located the earthquake within the NORSAR array (NOA), between the communities of Elverum and Rena, about 40 - 50 km north of the 07 April 2004 Flisa earthquake (see Schweitzer (2005)). With the 42 seismic sites of the NORSAR array at epicentral distances between about 10 and 60 km from the event and several additional seismic stations in the region, it was possible to perform a high quality determination of the hypocenter.

The 21 July 2011 earthquake was located using HYPOSAT (Schweitzer, 2001; 2002). The same velocity model as derived and systematically studied for the 7 April 2004 Flisa event could be used since the observing seismic stations are almost identical and the epicenters do not differ much. The velocity model used had been defined by Schweitzer (2005) with discussing several parameters, which may influence the location (v_p/v_s velocity ratio and the depth of the main discontinuities Moho and Conrad). Applying this model for the 21 July 2011 event in the same larger source region together with only local and near regional observations gives very small (formal) location uncertainties and high confidence in the inversion results.

Although this event was not very large (reported magnitudes are between 3.3 and 3.8), it had been observed at local, regional, and teleseismic distances. With such a large number of close by seismic stations and observations, the GT level of this event is of interest. The given uncertainties for the location presented herein were calculated for 99.99% confidence limit. Based on these results, the epicenter can be addressed as a GT-1 event. With several NOA sites at epicentral distances of 10 to 20 km and in different azimuthal directions even the depth of the event is well defined with an uncertainty of less than +/-1 km.

The found double couple solution shows a reverse fault with a general NNE - SSW strike.

Meeresmikroseismik an der seismologischen Station Helgoland

L. Seifert, J. Andersen, T. Meier

Institut für Geowissenschaften der Christian-Albrechts Universität Kiel

Poster

Helgoland ist eine Nordseeinsel in der Deutschen Bucht. Anhand von Daten der seismologischen Station Helgoland und zweier Messbojen in der Nähe wird die Meeresmikroseismik für den Zeitraum vom 24. Juni bis 04. Juli 2007 untersucht. Dazu werden Zeitreihen der signifikanten Wellenhöhe mit dem Spektrogramm des seismischen Signals verglichen. Das WW3-Modell für den Nordost Atlantik wird benutzt, um die Quellen der Meeresmikroseismik zu identifizieren. Es zeigt sich, dass die lokale Wellenhöhe an der Küste Helgolands einen deutlichen Einfluss auf das seismische Signal nimmt, sich aber auch die typischen Frequenzmaxima der Primären und Sekundären Meeresmikroseismik im seismischen Signal widerspiegeln. Während eines Sturms vor der Insel ändert sich die Periode der mittleren Amplitude des Rauschens zwischen 2 Hz und 6 Hz von 24 h auf 12 h. Das Rauschen in diesem Frequenzbereich korreliert dann mit den Gezeiten.

Abstract for poster contribution:

The Iquique Local Network and related activities

Monika Sobiesiak, Hajo Götze, Silke Eggert (IfG, CAU Kiel)

The Integrated Plate Boundary Observatory in northern Chile (IPOC) is a collaborative project between many different institutions in Chile, France and Germany with the aim to investigate the last mature seismic gap of the South American/Pacific margin, monitoring the wide frequency range of signals produced by the constant deformation due to the convergent movement of plates and the related processes. This requires a number of different sensors to capture all signals from small scale seismicity to large scale tilt of tectonic units.

With in the framework of the IPOC, the Iquique Local Network has the task to register small to intermediate magnitude seismicity related to the subduction process or the activation of faults and material boundaries of crustal structures. The network has a N-S elongation of approximately 150 km and 100 km in E-W direction comprising 14 broad band and 5 short period stations with a station spacing of 10 to 20 km. The station installed at the University of Iquique is online and transmits data in real time to the GFZ and the Seismological Service of Chile in Santiago.

The major scientific aim is to identify seismogenic structures in the crust or on the subduction interface which could influence the rupture process of a large earthquake either in its preparation phase or during rupture propagation itself. We would like to know whether these so-called *asperities* have an impact on anticipated damage distribution or if surface soil conditions are more affective.

From former studies in the area of the M8.0, 1995 Antofagasta earthquake we were able to show that spatial distributions of the seismic *b*-value, seismic moment release, isostatic residual anomalies and local tomography results correlated in a way suggesting that batholithic structures might have been a common cause for these observations. To verify this hypothesis, also high resolution gravimetric and local tomography studies are carried out in the area of the ILN and beyond. On our poster we give a brief description of the actual state of the project.

Automated inter station measurements of fundamental mode phase velocities – first tests

Riaz Ahmed Soomro¹, Christian Weidle¹, Sergei Lebedev² and Thomas Meier¹

¹ Institute of Geosciences, Christian-Albrechts University of Kiel, Otto-Hahn-Platz 1, 24118 Kiel, Germany

² Dublin Institute for Advanced Studies, School of Cosmic Physics, Geophysics Section, 5 Merrion Square, Dublin 2, Ireland.

The two station method (first introduced by Sato, 1955) and improved by Meier *et al.* (2004), is a widely used technique to measure surface wave dispersion between two stations for a wide period range (ca. 10-300 s). Examples for recent applications to the investigation of lithospheric and asthenospheric structures are Dechamps *et al.* (2008), Zhang *et al.* (2007), Endrun *et al.* (2007, 2011), Lebedev *et al.* (2008), Roux *et al.* (2011), Bartzsch *et al.* (2011).

By this method the waveforms recorded at two stations are cross correlated and frequency dependent time windows are applied to the cross correlation function. The dispersion curves of fundamental modes are calculated from the phase of the weighted cross correlation function. The smooth part of the curve is selected and measurements for a larger number of events are averaged, to find the averaged dispersion curve. Previously, the selection of the smooth part of the dispersion curve was made manually and if there were many station pair combinations and a large number of events the manual processing was time consuming.

We have tried to automatize this whole process, starting from searching of suitable events for which the difference between the backazimuths of two stations to the epicenter of the event is less than 7° including then downloading of the data, the response correction, rotation of the horizontal components, and format conversion. The automated selection of the phase velocity curves is based on a number of criteria which are frequency and distance dependent. These criteria evaluate (1) difference of the measured phase velocity curve from the phase velocity of a background model, (2) the first and second derivatives of the phase velocity curve with respect to frequency, and (3) the length of the selected segments. These criteria are formulated in terms of functions that define frequency dependent thresholds. Parts of the curve that fulfill these criteria are selected and the rest is rejected. This process is done automatically. Initially we have tested this approach on certain station pair combinations for various paths in cratonic and Phanerozoic regions and have found it quite successful. Different parameters of the threshold functions are tested in order to optimize the selection.

Der neue Erdbebendienst Südwest für Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz

Stefan Stange¹, Dieter Kurrle¹, Bernd Schmidt² und Wolfgang Brüstle¹

¹ Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Referat 98 – Landeserdbebendienst, Albertstr. 5, 79104 Freiburg i.Br.

² Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, Landeserdbebendienst, Emy-Roeder-Str. 5, 55129 Mainz

Am 1. Februar 2011 hat der neue “Erdbebendienst Südwest” seinen Betrieb aufgenommen. Der Erdbebendienst Südwest ist ein Verbund der Landeserdbebendienste von Baden-Württemberg (LED) und Rheinland-Pfalz (LER). Ziel dieser Zusammenarbeit ist es, Erdbeben in beiden Bundesländern zu erfassen, zu lokalisieren und die Information zeitnah zur Verfügung zu stellen. Während ein Teil der Erdbebendienstaufgaben, z.B. Öffentlichkeitsarbeit, landeshoheitliche Aufgaben und die Pflege der Stationsnetze, bei den jeweiligen Landesdiensten verbleibt, wird die Erfassung, Auswertung und Archivierung der seismischen Daten beim LED in Freiburg zusammengefasst.

Echtzeitnah werden die Daten von knapp 50 Stationen unterschiedlicher Technik durch automatische Detektions- und Auswerteprozesse verarbeitet. Rund 20 dieser Stationen werden durch benachbarte Erdbebendienste und andere Institutionen betrieben, die die Daten freundlicherweise zur Verfügung stellen. Nach einem Erdbeben wird innerhalb weniger Minuten eine automatische Lokalisierung im Internet veröffentlicht. Außerdem wird als zentrales Produkt des Erdbebendienstes Südwest bei potenziell gespürten Beben eine automatische Erdbebenmeldung an die Lagezentren der Landesinnenministerien in Mainz und Stuttgart herausgegeben. Das Detektions- und Auswertesystem wurde in Freiburg teils neu entwickelt und an das größere Zuständigkeitsgebiet des Verbundes angepasst. Seine Funktionsfähigkeit hat dieses System bereits am 14. Februar 2011 beim Erdbeben bei Nassau an der Lahn (Magnitude $M_L=4.4$) unter Beweis gestellt.

Mehr Informationen im Internet unter: www.erdbebendienst-suedwest.de

Seismologische Ergebnisse des temporären Villarrica-Netzes

Martin Thorwart, Wolfgang Rabbel (Geophysik Kiel)

Die Subduktion der Nazca-Platte unter den südamerikanischen Kontinent ist Ursache von zwei der größten Erdbeben der letzten 100 Jahre: 1960 Mw 9.5 Valdivia und 2010 Mw 8.8 Maule. Größere Verwerfungszonen wie die Valdivia und die Mocha Faultzone könnten als Barrieren der Bruchausbreitung fungieren. Andererseits liegt der Vulkan Villarrica auf gleicher Höhe entlang der Subduktion wie der maximale Versatz des 1960 Bebens und ist einer der aktivsten Vulkane Südamerikas. Mit einem temporären Netz von 55 Stationen wurde dieses Gebiet im Rahmen des Sonderforschungsbereichs SFB 574 untersucht.

Wir sehen mehrere Cluster an Erdbeben in der abtauchenden Nazca-Plate und in der südamerikanischen Platte. Auffällig ist ein Cluster in 80 km – 120 km Tiefe, welches auf der Verlängerung der Valdivia Faultzone liegt. Tomographischen Abbildungen zeigen erniedrigte seismische Geschwindigkeiten und ein erhöhtes V_p - V_s -Verhältnis zwischen dem Cluster und den Vulkanen Villarrica, Quetropillan und Lanin.

Wir denken, dass die Valdivia Faultzone stark hydratisiert ist. Entsprechend wird eine größere Menge an Fluiden in Tiefen um 100 km wieder freigesetzt. Diese steigen auf und verursachen die erhöhte Aktivität des Villarricas. Die Fluid sind auch in geochemischen Analysen nachgewiesen.

Full Moment Tensor Inversion of Coal Mining Induced Seismicity

A. T. Şen⁽¹⁾, S. Cesca⁽¹⁾, T. Dahm⁽¹⁾, M. Bischoff⁽²⁾, T. Meier⁽³⁾

⁽¹⁾Institute of Geophysics, University of Hamburg, Germany

⁽²⁾BGR Hannover, Germany

⁽³⁾Institute of Geophysics, Christian-Albrechts-University of Kiel, Germany

Abstract

Seismicity induced by coal mining in the Ruhr region, Germany, has been monitored continuously over the last 25 years by the Ruhr University Bochum. In 2006, a dense temporary network (HAMNET) was deployed close to the town of Hamm, in order to specifically monitor induced seismicity following longwall mining. In the time frame from July 2006 to July 2007, the network detected more than 7000 events with magnitudes ranging from -1.7 to 2.0. The time and spatial distribution of seismicity show high correlation with the mining activity, source depths and epicentral location mostly corresponding to the region of active longwall mining. However, different clusters at further distances have also been observed. We perform double couple and full moment tensor inversion for 395 events with magnitudes above M_l 0.0, using a full waveform inversion approach and assuming different layered velocity models. The inversion is carried out at different steps, both in the frequency and in the time domain, finally providing information about the centroid location, focal mechanism, scalar moment and full moment tensor. We analyse the distribution of double couple (DC) and full moment tensor (MT) models, as well as their decomposition into double couple, compensated linear vector dipole (CLVD) and isotropic terms. Finally, extended source models are investigated for largest events, in order to discriminate the rupture plane and better understand rupture dynamic following longwall mining. Point source inversion results indicate a strong dominance of normal focal mechanisms, with a steep plane ($\text{dip} > 67.5^\circ$) and a subhorizontal one. Fault planes are in most cases oriented parallel to the direction of mining.

Authors: K. Weber, K.-G. Hinzen
Titel: Instrumental and Macroseismic analysis of the M_L 4.4 Valentine's Day Earthquake on February 14, 2011 near Nassau, Germany

Abstract

On Valentine's Day, 2011 an earthquake series including a M_L 4.4 earthquake occurred near Nassau, Germany, in the early afternoon at 12:43:13 (UTC). The mainshock was preceded by three minor foreshocks with a maximum magnitude of M_L 1.2 and followed by 114 aftershocks with magnitudes $-0.7 > M_L > 3.3$ until June 30, 2011. The mainshock was largely felt in the western part of Germany and the neighbouring countries Belgium and Luxembourg. The cooperative www-based automatic earthquake alert system of the Royal Observatory of Belgium (ROB) and the Department of Earthquake Geology / University of Cologne (BENS) registered more than 1400 macroseismic reports. An epicentral Intensity (EMS) of $I_0 = VI$ was determined. The instrumental hypocenter was located at 7.839° E longitude and 50.348° N latitude with a focal depth of 10.4 ± 1.4 km. The local magnitude M_L based on 7 stations of the BENS network was 4.4 ± 0.3 . The seismic moment of $1.0 \cdot 10^{15}$ Nm corresponds to a moment magnitude M_W 3.9 ± 0.3 . Based on Brune's model of a circular source, the source radius was 0.46 km with an average dislocation of 5.1 cm and a stress drop of 9.0 MPa. First motion fault plane solutions of the mainshock as well as the four strongest aftershocks show normal faulting mechanism with an orientation of the principal axes P and T of $144^\circ/72^\circ$ and $29^\circ/8^\circ$, respectively. Double-difference relocation of 47 earthquakes of the series with magnitudes above M_L 0.8 shows a general alignment of the hypocenters on a 280° trending and 68° N-E plunging rupture plane of approximately 1.2 km length and 2.6 km width. The macroseismic epicenter was determined following the method of Bakun and Wentworth 17 km north of the instrumental epicenter and the macroseismic magnitude was M_{BW} 3.9. At the BENS-station KOE in an epicentral distance of 11.6 km a vertical PGA of 0.06 m/s^2 and a maximum horizontal PGA of 0.12 m/s^2 was measured, less than predicted by common empirical ground motion models.

Weidle C.

Surface wave phase velocity maps from multiscale wave field interpolation

Availability of spatially dense broadband observations of seismic surface wave fields allows to derive phase velocity maps on regional scale by non-tomographic means. I present a multiscale interpolation scheme for surface wave fields where for each observed wave field a multitude of phase velocity maps is calculated on subsets of the available data and the mean of all maps taken at each interpolation point. By comparison of different interpolation schemes on synthetic wave fields it turns out that simple linear bivariate interpolation of phases in a triangulated region is among the most reliable interpolation options. The recovered phase velocity maps are, even in the presence of random noise/measurement uncertainties/non-planar wave fields, largely free of artifacts and restore a synthetic input model reasonably well. The method is applied to a subset of Rayleigh wave observations at the USArray. Comparison with already published results shows very good agreement for periods up to 80s. Main advantages of the new method are its independency from choice of arbitrary parameters (like e.g. regularization in seismic tomography) and its insensitivity to number of earthquakes and their azimuthal distribution. As few as a handful of high-quality recordings of surface wave fields are sufficient to return a reliable estimate of phase velocity within the study region.

Seismologischer Nachweis der Veränderungen der Lithosphäre durch Schmelzinfiltration unter dem Ostafrikanischen Rift

I. Wölbern, G. Rümpker, M. Lindenfeld, B. Homuth & A. Batte (Goethe-Universität, Frankfurt)

F. Sodoudi (Deutsches GeoForschungsZentrum, Potsdam)

K. Link (Universität Mainz)

In einer Reihe seismologischer Studien in Ostafrika ist die Natur der nördlichen und östlichen Segmente des Ostafrikanischen Grabenbruchs (EARS) untersucht worden. Der westliche Riftast hingegen ist bis heute nur wenig erforscht, obgleich die seismische Aktivität hier sehr viel stärker ausgeprägt ist. Zu den seismisch aktivsten Gegenden Afrikas gehört die Rwenzori-Region im Grenzgebiet zwischen Uganda und der Demokratischen Republik Kongo. Inmitten des Riftgrabens wurde hier das Rwenzori-Gebirge mit Höhen von über 5100 m herausgehoben. Mit den Daten eines temporären seismischen Messnetzes haben wir im Rahmen der RiftLink-Forschergruppe lokale und teleseismische Erdbeben mit verschiedenen seismologischen Methoden ausgewertet, um die Lithosphärenstruktur unter dem Gebirge, dem Rift und den angrenzenden Gebieten zu untersuchen. Krustenmächtigkeiten wurden mit der Methode der P-Receiver-Functions bestimmt und ergaben eine Abnahme von durchschnittlich 32 km unter der östlichen Riftschulter auf rund 24 km unterhalb des Riftgrabens.

Splitting-Parameter wurden aus teleseismischen SKS-Phasen abgeleitet. Diese zeigen relativ gleichmäßige Ausrichtungen der schnellen Achsen parallel zum Riftgraben mit Verzögerungszeiten von rund einer Sekunde. Eine Splitting-Analyse aus lokalen Erdbebenereignissen zeigt, dass der Anteil der Anisotropie in der Kruste und im oberen Mantel nur schwach ausgeprägt ist und nicht merklich zu den Beobachtungen des SKS-Splittings beiträgt. Das Ergebnis der Splitting-Analyse kann außerdem nicht mit der Annahme asthenosphärischen Mantelflusses unter dem Messgebiet erklärt werden. Wir favorisieren daher ein Modell lithosphärischer Anisotropie, welche mit hoher Wahrscheinlichkeit durch ein Netzwerk riftparallel ausgerichteter Dykes bzw. Adern verursacht wird, durch die Schmelzen aus der Asthenosphäre aufsteigen und die untere Lithosphäre bis in Tiefen von etwa 55 km massiv infiltrieren.

Die Existenz solcher „veins“ konnte anhand von Xenolithen aus der Rwenzori-Region nachgewiesen werden. Ferner wurden lokale Erdbeben innerhalb des lithosphärischen Mantels beobachtet, die auf Bruchvorgänge im Zusammenhang mit Magmenaufstieg in vergleichbarer Tiefe schließen lassen. Diese Interpretation wird weiter durch die Analyse von S-Receiver-Functions untermauert, welche den Nachweis für zwei separate seismische Diskontinuitäten in Tiefen zwischen 55-90 km bzw. 140-200 km unter dem Messgebiet liefert. Die Tiefe der beobachteten Grenzschichten, die jeweils mit einer Abnahmen der Scherwellengeschwindigkeit verbunden sind, nimmt generell in Richtung des Tansania-Kratons zu. Wir interpretieren die tiefere der beiden Diskontinuitäten als die Lithosphären-Asthenosphären-Grenze (LAB), während die flachere die Infiltrationsfront der aufsteigenden Schmelzen und somit die obere Grenze der alterierten unteren Lithosphäre darstellt.