

Schlußbericht
zum BMBF Projekt 03G0149A

CASCADIA II (ImageFlux)

SO 149 Expedition

*Untersuchung von thermisch oder tektonisch initiiertem Fluidaufstieg
mit Hilfe hochauflösender seismischer Messungen und
gezielter Beprobung oberflächennaher Sedimente*

Fachbereich Geowissenschaften
Universität Bremen

Prof. Dr. V. Spieß, Prof. Dr. H. Villinger, Dr. L. Zühlsdorff

Gliederung:

1. Einleitung
2. Expeditionsdurchführung
3. Internationale Kooperationen
4. Auswertearbeiten und Publikationen
 - 4.1. Überblick (AGU Poster 2000, 2001)
 - 4.2. Hydrothermaler Fluidfluß durch die Kruste über eine Entfernung von 50 km, Ein- und Austritt über Seamounts (veröffentlicht in *Nature*)
 - 4.3. Auswertung des 3D Testgrids am Cascadia Margin (formell akzeptiert bei *Geology*)
 - 4.4. Auswertung des 3D Grids am First Ridge (eingereicht bei *Basin Research*)
 - 4.5. Muster des hydrothermalen Fluidaufstiegs am First Ridge (akzeptiert bei *Journal of Geophysical Research*)
 - 4.6. Herkunft, stratigraphische Architektur und hydrogeologische Eigenschaften der Turbidite im nordwestlichen Cascadia Becken (eingereicht bei *Journal of Sedimentary Research*)
 - 4.7. In-situ Messungen der elektrischen Leitfähigkeit (Manuskript für *Marine Geology*)
5. Ausblick

Anhänge (Verzeichnis auf Seite 3)

Verzeichnis der Anhänge:

- A) Kurzfassungen von Vortrags- oder Posterbeiträgen auf Tagungen und Workshops (Auswahl)
- B) Ausschnitte aus den AGU Postern 2000, 2001
- C) Hydrothermal recharge and discharge across 50 km guided by seamounts on a young ridge flank (*Nature*, 421, 618-621, 2003)
- D) Auswahl aus der Medienresonanz auf die Veröffentlichung in *Nature*
- E) 3D seismic characterization of a venting site reveals compelling indications for natural hydraulic fracturing (*Geology*, formell akzeptiert)
- F) Sedimentation patterns, forced folding and fluid upflow above a buried basement ridge – results from a high resolution seismic 3D survey (*Basin Research*, eingereicht)
- G) Hydrothermal seepage patterns above a buried basement ridge, eastern flank of the Juan de Fuca Ridge (*Journal of Geophysical Research*, akzeptiert)
- H) Provenance, stratigraphic architecture, and hydrogeologic effects of turbidites in northwestern Cascadia Basin, Pacific Ocean (*Journal of Sedimentary Research*, eingereicht)
- I) In-situ-measurement of electrical resistivity of marine sediments, results from Cascadia Basin (Manuskript)
- J) In-situ-Messungen der elektrischen Leitfähigkeit mariner Tiefseesedimente, Beispiele aus dem Cascadia Becken (Diplomarbeit)
- K) The hydrogeologic architecture of basaltic oceanic crust: compartmentalization, anisotropy, microbiology, and crustal-scale properties on the eastern flank of the Juan de Fuca Ridge (IODP Bohrvorschlag)

1. Einleitung

Das Forschungsvorhaben Cascadia II (ImageFlux) mit dem Förderkennzeichen 03G0149A wurde für den Zeitraum von 31 Monaten vom 01.06.2000 bis zum 31.12.2002 vom Bundesministerium für Forschung und Technik gefördert. In den Bewilligungszeitraum fielen die Planung, die Vorbereitung und die Durchführung verschiedener Messungen während der Expedition SO 149 (FS Sonne) sowie die nachfolgende Auswertung ausgewählter Datensätze.

Das Vorhaben basierte auf den Ergebnissen der Reise SO 111 (1996), die in Villinger et al. [1996], Zühlsdorff et al. [1999, 2000] und Zühlsdorff und Spieß [2001] zusammengefaßt sind, sowie auf den Erkenntnissen, die während Ocean Drilling Program (ODP) Leg 168 gewonnen wurden [z.B. Fisher et al., 2000]. Auf Grundlage der damaligen Arbeiten entstand eine Reihe von Kooperationen mit amerikanischen und kanadischen Wissenschaftlern, die nun auch im Rahmen dieses Forschungsvorhabens fortgesetzt wurden. Dies beinhaltete im Wesentlichen die Arbeitsteilung während der Datengewinnung mit zwei zeitgleich in den Arbeitsgebieten operierenden Schiffen (Seismik und in situ Messungen auf FS Sonne [Spieß et al., 2001], in situ Messungen und geologische/geochemische Beprobung auf R/V Thomas Thompson (Fahrleitung: A. Fisher)), aber natürlich auch die gemeinsame Publikation der Ergebnisse.

Die geowissenschaftliche Expedition SO 149 fand vom 16.08.2000 bis zum 16.09.2000 statt. Während dieses Zeitraums wurde im Wesentlichen das im Antrag definierte Arbeitsprogramm verfolgt. Dazu gehörten die Untersuchung des aktiven Juan de Fuca Rückens im Bereich des Middle Valleys, eines mit Sedimenten bedeckten Rückens namens First Ridge an der Ostflanke des Juan de Fuca Rückens, und der Bereiche rauhen Basements im Cascadia Becken (Second Ridge, Southern Outcrops, Deep Ridge). Zu für den späteren Meßbetrieb nötigen Testzwecken wurde unterwegs noch kurzfristig die Untersuchung eines Teilbereichs des nördlichen Cascadia Margins in das Meßprogramm integriert. Alle diese Meßgebiete wurden auch bereits im Rahmen des Ocean Drilling Programs (ODP) untersucht (ODP Legs 139, 146, 168 und 169).

Der Schwerpunkt der Vermessungen lag auf hochauflösenden seismischen Mehrfrequenzdaten, die teilweise auch als 3D Datensätze aufgezeichnet wurden. Die seismischen Profile wurden mit den jeweils zeitgleich gewonnenen akustischen Daten der schiffseigenen Systeme Parasound (engbündelndes Sediment-Echolot) und Hydrosweep (Fächerlot) kombiniert, um maximale Auflösung in Oberflächennähe und eine möglichst lückenlose flächenhafte Abdeckung zu erzielen. Hinzu kamen außerdem in situ Messungen des Wärmeflusses, der Leitfähigkeit und der oberflächennahen Temperaturgradienten. Weitere geo-technische, geologische, geo-chemische und sedimentphysikalische Beprobungen und Untersuchungen wurden auf Grundlage der auf FS Sonne gewonnenen seismischen und hydro-akustischen Daten durch die Wissenschaftler auf R/V Thomas Thompson durchgeführt.

Die Ziele der Expedition SO 149 beinhalteten u.a. die dreidimensionale Erfassung und Abbildung von potentiellen Wegsamkeiten für den Fluidaufstieg durch marine Sedimente, eine Abschätzung lateraler Gradienten der sedimentphysikalischen Eigenschaften an Fluid-Austrittsstellen, Abschätzungen des lokalen Temperaturfeldes und des Wärmestroms im Bereich von Aufstiegszonen, und einen Vergleich der Charakteristika des Fluidaufstiegs in den geologisch sehr unterschiedlichen Arbeitsgebieten. Außerdem sollten Lokationen für die geologische und geochemische Beprobung sowie für Tiefseebohrungen definiert werden, was sowohl unserem Beitrag zur Kooperation mit den amerikanischen Wissenschaftlern entsprach als auch als Grundlage für einen neuen Bohrvorschlag im internationalen Bohrprogramm IODP diente.

Unter anderem deshalb bedeuten auch die in diesem Bericht dargestellten Ergebnisse keineswegs den Abschluß der Arbeiten an den Daten der SO 149 Expedition. Der IODP Vorschlag wurde beim letzten (inoffiziellen) Ranking hoch bewertet, so daß ein neues Leg im Cascadia Becken für 2004/2005 wahrscheinlich wird. Trotz der bisher gewonnenen umfassenden Erkenntnisse ist außerdem das Potential der gewonnenen seismischen Daten (und hier vor allem der 3D-Datensätze) noch längst nicht ausgeschöpft. Weiterführende