

GHOSTDABS

**Gas Hydrates :
Occurrence, Stability, Transformation, Dynamic, and Biology in the Black Sea**

Abschlussbericht zu Teilprojekt 5

03G0559D

Weitwinkelseismische Messungen an gashydratführenden Horizonten

Berichtszeitraum: 1.3.2001 bis 31.3.2003

E.R.Flüh, M.Zillmer und J.Petersen

GEOMAR

**Forschungszentrum für marine Geowissenschaften an der
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Wischhofstr. 1-3, 24148 Kiel**

Schlussbericht

1. Aufgabenstellung

Im Rahmen des multidisziplinären Forschungsprojektes GHOSTDABS waren die Teilprojekte 2 und 5 für die seismische Untersuchung der gashydratführenden Sedimente am nord-westlichen Kontinentalrand des Schwarzen Meeres zuständig.

Während in Teilprojekt 2, die Messdaten mit einem Streamer aufgenommen wurden, kamen in Teilprojekt 5 die vom GEOMAR entwickelten Ozean-Boden-Hydrophone und Seismometer zum Einsatz.

Die Registrierung der seismischen Wellen mit Ozean Boden Seismometern erlaubt es, Informationen über die Geschwindigkeit der Schallwellen in den Sedimenten zu erhalten. Die Wellen fallen am OBS am Meeresboden aus verschiedenen Richtungen ein, während sie am Streamer nur senkrecht einfallen. Deshalb kann mit dem in Teilprojekt 2 eingesetzten Streamer keine Analyse der Geschwindigkeiten vorgenommen werden.

Die Geschwindigkeitsinformation ist notwendig, um die Schichtdicke der Sedimente zu bestimmen und die seismischen Daten vom Zeitbereich in den Raumbereich zu transformieren. Informationen über den Gashydratgehalt in den Sedimenten erhält man ebenfalls nur aus den seismischen Geschwindigkeiten.

Die Verwendung von Seismometern, die alle drei räumlichen Komponenten des seismischen Wellenfeldes registrieren, erlaubt nicht nur Rückschlüsse auf die Geschwindigkeit der Kompressionswellen, sondern auch auf die Scherwellengeschwindigkeiten.

Eine Analyse der Amplituden des registrierten Wellenfeldes liefert Aufschluss über weitere seismische Parameter, u.a. die Dichte in den Sedimenten.

2. Voraussetzungen des Vorhabens

GEOMAR verfügt über langjährige Erfahrungen in der Aquisition und der Analyse von marinen seismischen Weitwinkeldaten. Die GEOMAR Ozean-Boden-Hydrophone und Seismometer wurden in den zehn Jahren insgesamt mehr als eintausend Mal eingesetzt.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Vom 28. Juni bis zum 23. Juli 2001 wurde die Forschungsfahrt mit der R/V Logachev von Constanza (Rumänien) aus durchgeführt.

Drei seismische Profile mit Ozeanboden-Seismometern wurden vermessen, wobei jeweils 10 Geräte im Abstand von 200 Metern ausgesetzt wurden.

Im Anschluss an die Messfahrt wurden die seismischen Daten am GEOMAR ausgewertet.

4. Wissenschaftlicher und technischer Stand

Über den technischen Stand bzgl. der Ozean-Boden-Hydrophone und Seismometer wird auf den Datenreport (Anhang 1) verwiesen und auf die Publikation von Flüh et al. (2002). Der Datenreport gibt einen Überblick über die Qualität der aquirierten seismischen OBS Daten.

Im Kaspischen Meer und im Schwarzen Meer wurden die ersten Gashydrate weltweit gefunden (Yefremova & Zhizchenko 1971). Bis jetzt wurde jedoch noch nie ein Bottom Simulating Reflektor im Schwarzen Meer in seismischen Daten registriert. Erst im GHOSTDABS Projekt wurde ein BSR in den MCS und in den OBS Daten registriert.

Gashydratvorkommen sind im letzten Jahrzehnt vielfach mit verschiedenen seismischen Methoden untersucht worden. Dabei steht die Untersuchung der unteren Grenze der Gashydratschicht, des Bottom Simulating Reflectors, im Vordergrund.

Eine Untersuchung der Reflexionsamplituden am BSR wurde von Katzman et al. (1994) und von Ecker (1998) für den Blake Ridge vor South Carolina. vorgenommen..

Die Reflexionsamplituden müssen mit verschiedenen Korrekturfaktoren bearbeitet werden, um den geometrischen Ausbreitungsverlust, sowie Effekte der Abstrahlung an der Quelle und der Registrierung mit einem Empfänger an einer Grenzfläche herauszurechnen.

Die oben genannten Untersuchungen berücksichtigen jedoch lediglich den geometrischen Ausbreitungsverlust, während im GHOSTDABS Projekt die Methodik genauer beschrieben und angewandt wurde.

5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

In Zusammenarbeit mit der Universität Hamburg (Teilprojekt 2) ist ein Zeitschriftenmanuskript erstellt worden, das bei der Zeitschrift Geo-Marine Letters eingereicht wurde (Anlage 3).

Ein gemeinsames Poster wurde auf der Konferenz der EGS-AGU-EUG im April 2003 in Nizza vorgestellt.

6. Wissenschaftliche und technische Ergebnisse

Die wissenschaftlichen Ergebnisse sind in den Zeitschriftenmanuskripten beschrieben, die dem Schlussbericht als Anlagen 2 und 3 beigelegt sind.

Wichtigstes Ergebnis der seismischen Vermessung ist die Entdeckung des Bottom Simulating Reflectors (BSR), der die untere Grenze der Gashydratstabilitätszone darstellt.

Ein BSR war bisher nicht im Schwarzen Meer nachgewiesen worden. Der BSR befindet sich in einer Tiefe von ca. 200 m unter dem Meeresboden.

Das Manuskript in Anlage 3 ist in Zusammenarbeit mit der Universität Hamburg verfasst worden. Es enthält die Untergrundabbildungen der Sedimente, die aus den Messungen mit den Ozean-Boden Seismometern berechnet wurden, und auf denen der BSR zu sehen ist.

Darüber hinaus lieferten die OBS Daten aufgrund der grossen Einfallswinkel der Wellen, ein Geschwindigkeits-Tiefen-Profil für die Kompressionswellen, was die Konvertierung der Daten vom Zeit- in den Tiefenbereich ermöglicht.

Das Manuskript in Anlage 2 ist in Vorbereitung und soll in den nächsten Tagen bei der Zeitschrift *Geophysical Journal International* eingereicht werden.

Es enthält eine detaillierte Untersuchung der Laufzeiten und der Amplituden, der an den Sedimentschichtgrenzen und am BSR reflektierten Wellen.

Es wird vorgestellt, wie die Daten so normiert werden, dass die Reflexionsamplituden in Reflexionskoeffizienten umskaliert werden. Diese enthalten Informationen über die elastischen Eigenschaften der Schichten. Es konnte ein detailliertes Kompressionswellen-Tiefenprofil erstellt werden, und darüberhinaus ein Dichte-Tiefenprofil. Die Analyse der Amplituden mit dem Einfallswinkel zeigte, dass keine grösseren Kontraste in den Scherwellengeschwindigkeiten auftreten. Ein Reflexionskoeffizient von -0.07 am BSR wurde für senkrechten Einfall gemessen was einem Geschwindigkeitssprung von 1850 m/s auf 1600 m/s am BSR hindeutet. Dieses Ergebnis war bereits bei der Berechnung der Untergrundbilder durch Migration erzielt worden. Der Gehalt an Gashydrat in den Sedimenten wird aus den seismischen Geschwindigkeiten auf 15 % des Porenraumes geschätzt.

Die seismischen Geschwindigkeiten erlauben den Rückschluss auf den Gehalt an Gashydrat in den Sedimenten. Dazu benötigt man eine Theorie, die die Wellenausbreitung in den Sedimenten mit den Gesteinseigenschaften in Verbindung bringt. Zur Beschreibung von Gashydraten in Sedimenten wurden verschiedene Theorien entwickelt, die unterschiedliche Resultate für den Zusammenhang von Gashydratgehalt und Geschwindigkeit liefern. Einen Überblick gibt das Manuskript von Chand (2002).

Literatur:

Chand, S., Minshull, T.A., Gei, D. & Carcione, J.M., Elastic velocity models for gas-hydrate bearing sediments - a comparison, Manuskript eingereicht 2002.

Ecker, C., Seismic characterization of methane hydrate structures, Dissertation, Stanford, 1998.

Flüh, E.R., Kläschen, D. & Bialas, J., Options for multi-component seismic data acquisition in deep water, *First Break* 20 (2002), 764-769.

Katzmann, R., Holbrook, W.S. & Paull, Combined vertical-incidence and wide-angle seismic study of a gas hydrate zone, Blake Ridge, *Jour. Geophys. Res.* 99 (1994), 17975-17995.

Yefremova, A.G. & Zhizchenko, B.P., Occurrence of crystal hydrates of gases in the sediments of modern marine basins, *Akademii Nauk SSSR* 214 (1974), 1179-1181.