

INGGAS-Flux:
New tools to quantify energy
and fluid flux through gas hydrate
bearing sediments.

BMBF Förderkennzeichen: 03G0564C

Dr. H.-H. Gennerich, Dr. N. Kaul
Prof. Dr. H. Villinger
Fachbereich Geowissenschaften
Universität Bremen

Mai 2004

Inhalt

- I. Zusammenfassung
- II. Einleitung und Durchführung der Arbeiten
- III. Wissenschaftliche Ergebnisse
- IV. Erfolgskontrollbericht
- V. Anhang

Manuskript Kaul et. al., 2004

Manuskript H.-H. Gennerich et al., 2004

Notiz Wissenschafts-Prisma, SPIEGEL Nr. 10/1.3.04.

Zusammenfassung

Ziel des Projektes war es, neue Instrumente zur Quantifizierung von Energie- und Fluidflüssen oberhalb von Gashydrat führenden Sedimenten zu entwickeln. Die Forschungsarbeiten konzentrierten sich auf zwei Geräte, eine Sonde zur Messung des Poreninnendruckes und eine Wärmestromsonde mit großer Eindringung.

Die Sonde zur Messung des Poreninnendruckes besteht aus einer Datenboje und einem Messmodul. Beide Komponenten sind in ein Trägersystem eingebaut, das aus einem Metallrahmen und einer daran befestigten 4m langen Lanze besteht, an der 3 Druckports befestigt sind. Das System wird im Freifall am Meeresboden abgesetzt, die Lanze dringt in das Sediment ein und der Differenzdruck der Druckports relativ zum Druck am Meeresboden wird in vorgegebenen Zeitabständen gemessen. Nach einer vorab festgelegten Zeit trennt sich die Datenboje vom Meßmodul, taucht auf und übermittelt die Messdaten über eine Satellitenverbindung ins Labor nach Bremen. Zwei Module wurden nach ausführlichen Labortests und Kurzzeitregistrierungen in der Ostsee in der Tiefsee abgesetzt: ein System am aktiven Schlammvulkan Haakoon Mosby und ein System im Golf von Cadiz. Das letztere System übermittelte über eine Satellitenverbindung erfolgreich und fehlerlos einen kompletten, ca. 1 MB großen Datensatz. Damit ist nachgewiesen, dass das von uns entwickelte Konzept erfolgreich ist und ein großes Potential für Langzeitmessungen am Meeresboden hat.

Die Wärmestromsonde mit großer Eindringung wurde in Anlehnung an das Violinenbogen-Prinzip konstruiert und erlaubt neben der Bestimmung des vertikalen Temperaturgradienten mittels 22 einzelner Temperaturfühler, verteilt auf eine Länge von 6m, die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit des Sedimentes in situ mittels der Pulsmethode. Darüber hinaus wird der Eindringvorgang der Sonde mit Hilfe eines Beschleunigungssensors und eines digitalen akustischen Altimeters überwacht. Die Sonde wurde in einer Prototypversion während der Meteor-Expedition M60-3 erfolgreich eingesetzt und die mit ihr erzielten Ergebnisse durch den Vergleich mit Messungen der erprobten Sonde mit nur 3m Eindringtiefe validiert.

Beide Geräte konnten erfolgreich bis zu einem funktionsfähigen und einsetzbaren Prototypenstadium entwickelt werden. Die durchgeführten Messungen zeigen das außerordentlich große Potential aber auch die noch vorhandenen Schwachstellen der Instrumente auf.

Einleitung und Durchführung der Arbeiten

Gashydrat führende Sedimente an Kontinentalrändern sind ein wichtiges potentielles Rohstoffreservoir der Zukunft. Vor einer möglichen Ausbeutung einer solchen Lagerstätte sind umfangreiche geophysikalische Untersuchungen erforderlich, um die Wirtschaftlichkeit beurteilen zu können. Dazu gehört neben dem Temperaturfeld der Lagerstätte der Poreninnendruck der Sedimente. Der Poreninnendruck von Sedimenten ist eine wichtige Kenngröße, die Auskunft geben kann über advektive Prozesse im Sediment und die damit verknüpfte Stabilität eines Sedimentpaketes.

Zur Erforschung des Temperaturfeldes benötigt man die Messung des Wärmestromes am Meeresboden. Da die Bodenwassertemperaturen am Kontinentalhang oft zeitlich variabel sind und dadurch die Temperaturen in den oberen Metern der Sedimente gestört sind, muss der Wärmestrom durch Messungen in möglichst großer Sedimenttiefe ermittelt werden. Deshalb wurde im Rahmen des Projektes eine Sonde großer Eindringung konzipiert und gebaut, um solche Messungen durchführen zu können.

Der Poreninnendruck läßt sich durch Messungen des Differenzdruckes zwischen Meeresboden und dem Poreninnendruck in einer gewissen Sedimenttiefe ermitteln. Dafür wurde eine Meßmodul entwickelt, das aus einer Datenboje und einem Meßmodul besteht. Da diese Druckmessungen durch das Eindringen der Sensoren in das Sediment gestört sind und diese Störung sich aufgrund der kleinen Permeabilität der Sedimente nur im Zeitraum von Wochen abbaut, werden diese Daten an eine fest mit dem Messmodul verbundene Datenboje übermittelt, die sich vom Messmodul trennt und auftaucht. Sobald die Boje an der Wasseroberfläche ist, übermittelt sie die Messdaten über eine Satellitenverbindung ins Labor nach Bremen. Auf diese Weise können Langzeitmessungen durchgeführt werden, ohne dass teure Schiffszeit zum Einholen der Geräte eingesetzt werden muss. Die Kosten für die zurückgelassene Hardware liegen erheblich unter den Kosten für einen Tag Schiffszeit.

Die Durchführung des Projektes war von Anfang an als Kooperation mit externen Firmen konzipiert, die Komponenten der Geräte entwickeln sollten. Aufgrund der zeitlichen Verkürzung des Projektes durch den Mittelgeber von anfänglich beantragten drei Jahren auf zwei Jahre und der Kürzung der Förderung mussten in nicht unerheblichem Maße in nicht so vorgesehenem Umfang vor allem personelle Kapazität des Fachgebietes in das Projekt eingebracht werden, um das Ziel - die Entwicklung und den Bau von Prototypen - überhaupt realistisch in der Projektlaufzeit schaffen zu können. Der erste Einsatz der Geräte auf hoher See erfolgte nach Ablauf der Projektlaufzeit und wurde im wesentlichen aus eigenen Mitteln finanziert. Im Anhang sind in zwei Manuskript-Entwürfen die wesentlichen Ergebnisse zusammengefasst.

Anlässlich des Besuches von RV SONNE in Bremen am 29./30. Dezember 2003 und der damit verbundenen Pressekonferenz über die Ergebnisse von SO-175 (Golf von Cadiz, Fahrtleiter Prof. A. Kopf) wurde der Einsatz der Poreninnendrucksonde während SO-175 von Prof. Villinger erläutert; die

entsprechenden Filmausschnitte waren in den Tagesthemen am 29.12.03 und dem Nachtjournal am 30.12.03 zu sehen. Außerdem erschien im Wissenschafts-Prisma des SPIEGEL (Nr. 10/1.3.04) eine sehr kurze Notiz über das Messsystem (siehe Anhang), die auf ausführlichen Informationen von Prof. Kopf beruhte, jedoch inhaltlich vor ihrer Veröffentlichung nicht mit uns abgestimmt worden war.

Wissenschaftliche Ergebnisse

Ziel des Projektes war es, neue Instrumente zur Quantifizierung von Energie- und Fluidflüssen oberhalb von Gashydrat führenden Sedimenten zu entwickeln. Die Forschungsarbeiten konzentrierten sich auf den Bau zweier Geräte, einer Sonde zur Messung des Poreninnendruckes und einer Wärmestromsonde mit großer Eindringung.

Zwei Module zur Messung des Poreninnendruckes wurden nach ausführlichen Labortests und Kurzzeitregistrierungen in der Ostsee in der Tiefsee abgesetzt: ein System am aktiven Schlammvulkan Haakoon Mosby und ein System im Golf von Cadiz. Das letztere System übermittelte über eine Satellitenverbindung erfolgreich und fehlerlos einen kompletten, ca. 1 MB großen Datensatz. Damit ist erfolgreich nachgewiesen, dass das von uns entwickelte Konzept ein großes Potential für Langzeitmessungen am Meeresboden hat.

Die Wärmestromsonde mit großer Eindringung wurde in einer Prototypversion während der Meteor-Expedition M60-3 vor Nicaragua und Costa Rica erfolgreich eingesetzt und die mit ihr erzielten Ergebnisse durch den Vergleich mit Messungen der erprobten Sonde mit nur 3m Eindringtiefe validiert. Die Vorteile der großen Eindringung wurden besonders deutlich in den Bereichen geringer Wassertiefe, da dort trotz der durch Variationen der Bodenwassertemperatur vertrauenswürdige Wärmestrommessungen durchgeführt werden konnten.

Die Ergebnisse des Projektes sind in den beiden beigegeführten Manuskripten ausführlich dargestellt. Beide Geräte konnten erfolgreich bis zu einem funktionsfähigen und einsetzbaren Prototypenstadium entwickelt werden. Die durchgeführten Messungen zeigen das außerordentlich große Potential aber auch die noch vorhandenen Schwachstellen der Instrumente auf.

Erfolgskontrollbericht

Beitrag zu den förderpolitischen Zielen

Das Projekt leistet einen wichtigen Beitrag zu den förderpolitischen Zielen des GEOTECHNOLOGIEN-Programms durch das BMBF, da nunmehr Prototypen von Geräten zur Verfügung stehen, mit