

Teilvorhaben: Prospektion und Exploration von Gashydrat-Lagerstätten

Hydroakustik (A1), Geophysik (A2-1), Elektromagnetik (A2-2), Modellierung (A4), Testfahrt (Z)

Zuwendungsempfänger: IFM-GEOMAR, Wischhofstraße 1-3, 24148 Kiel

Förderkennzeichen: 03G0687A

Laufzeit des Vorhabens: 1.5.2008 – 30.4.2011 (kostenneutrale Verlängerung bis 30.6.2011)

I. Kurze Darstellung

## **1. Aufgabenstellung**

### *A1 – Hydroakustik*

Gashydrate werden für die zukünftige Energieerzeugung eine bedeutende Rolle spielen. Eine Grundvoraussetzung für die Erschließung von Gashydrat-Lagerstätten sind zuverlässige Techniken, um diese zu erkennen und deren Ergiebigkeit zu analysieren. Nach neuen Untersuchungen ist die Genese von Gashydraten meist an die Verfügbarkeit von freiem Gas gekoppelt. Selbst aus festem Sediment steigen Gasblasen auf und können in die Hydrosphäre eintreten. Folglich ist in gashydrathaltigen Gebieten das Auffinden von Gasblasen in der Wassersäule ein starker Indikator für Hydratvorkommen im Untergrund. Gasblasen lassen sich mit modernen hydroakustischen Anlagen grob erfassen, jedoch waren die verfügbaren Techniken, und die meisten sind es bis heute, für eine systematische Erkundung und Analyse von Gashydrat-Lagerstätten nicht ausreichend. Ziel des Teilprojektes A1 (Hydroakustik) in SUGAR war deshalb, gemeinsam mit dem Projektpartner L-3 ELAC Nautik die Entwicklung neuartiger Datenerfassungs- und Datenbearbeitungs-methoden, um eine systematische Kartierung von Gasblasen in der Wassersäule zu ermöglichen. Die Arbeitsschwerpunkte am IFM-GEOMAR lagen hierbei auf der:

- a) Untersuchung zum Einfluss von Blasengröße, -komposition (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, Hydrathaut) und -verteilung auf das Rückstreusignal;
- b) Untersuchung zur Unterscheidung von Fremdsignalen von Gasblasen-Reflexionen;
- c) Entwicklung von Algorithmen zur Verbesserung der Erkennung von Gasblasen in der Wassersäule unter Berücksichtigung von (a) und (b) sowie der Adaption der bereits vorhandenen Software-Pakete für Visualisierungszwecke;
- d) Untersuchung zur Kartierung von Gasblasen-Aufstiegswegen, Entwicklung von Methoden zur Rückrechnung auf das Quellgebiet am Meeresboden, Berücksichtigung der Bathymetrie und Geologie des Quellgebiets.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Erarbeitung und technischen Umsetzung einer geeigneten Schnittstelle zwischen den zu entwickelnden Erkennungsmethoden und der von dem Projektpartner L-3 ELAC Nautik zu entwickelnden Visualisierungssoftware.

Abschließend sollten die neuentwickelten Verfahren im Feldeinsatz bei Testfahrten erprobt und gegebenenfalls optimiert werden.

### A2-1 – Geophysik

Tiefgeschleppte Streamer (DTMCS) werden etwa 100 m über dem Meeresboden geschleppt (Abb. 1). Damit bieten sie gegenüber herkömmlichen Oberflächensystemen einen Auflösungs-vorteil durch den kleineren „Footprint“ (Breitzke und Bialas, 2003). Mit dem Einsatz einer üblichen Druckluftquelle (Airgun) an der Meeresoberfläche wird durch die große Schleppentfernung (ca. zweifache Wassertiefe) zudem ein unterschießen (Weitwinkelreflexion) stark reflektierender Meeresbodenstrukturen ermöglicht. Damit wird, z.B. bei Gasmigrationswegen, eine Abbildung der internen Struktur möglich, die bei einer Steilwinkelseismik durch den Blanking-Effekt nicht abgebildet wird.

In Deutschland gab es bisher keinen Hersteller für solche Systeme, die in größerer Wassertiefe eingesetzt werden können. Aufgabenstellung des Projektes war es, einzelne Hydrophonknoten für die digitale Datenerfassung seismischer Signale zu entwickeln. Die Knoten sollten modular verkettet werden können. Jeder Knoten musste mit einem Kompass und Tiefensensor ausgestattet werden. Die Gehäuse sollten im Wasser neutral ausbalanciert sein und bis 3000 m Wassertiefe einsetzbar sein. Für die Ansteuerung und eine Qualitätskontrolle war eine Steuerungs- und Übertragungssoftware zu entwickeln.

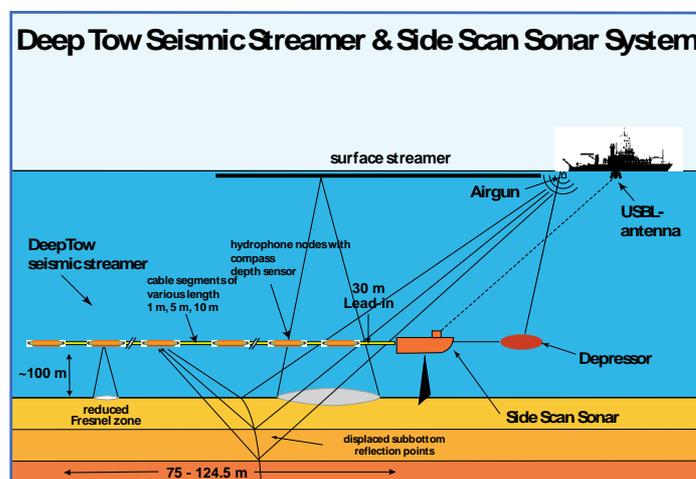


Abb. 1: Prinzipskizze des am IFM-GEOMAR entwickelten tiefgeschleppten geoakustischen Systems

### A2-2 – Elektromagnetik

Die Sequestrierung von CO<sub>2</sub> in Gashydratschichten erfordert detaillierte Kenntnisse über die Verteilung von Gashydraten im Meeresboden. Technologien und Messsysteme zur Methanhydratquantifizierung, welche auch zur besseren Abschätzung der in Hydratform

gespeichert Energiereserven benötigt werden, sind weltweit im Aufbau begriffen. Die Existenz von Gashydraten kann anhand strukturell hochauflösender seismischer Messungen durch ein an der Hydratschichtunterkante erzeugtes Signal, dem sogenannten Boden-simulierenden Reflektor (BSR), nachgewiesen werden. Die erfolgversprechendste Methode zur Quantifizierung von Gashydraten ist jedoch die aktive Elektromagnetik oder auch Controlled Source EM (CSEM). Hier wird mittels elektromagnetischer Sender und Empfänger die durch Methanhydrate hervorgerufenen Widerstandsanomalien in dem ansonsten gut leitfähigen Meeresboden das Methanhydratvolumen abgeschätzt. Da Methanhydrate nicht gleichmäßig, sondern gehäuft an Störungzonen im Meeresboden vorkommen, muss dies zwangsläufig in 3D erfolgen. Hauptaufgabestellung am IFM-GEOMAR ist die Entwicklung mariner Messtechniken, mit denen die notwendigen hochauflösenden 3D elektromagnetischen Datensätze aufgenommen werden können. Desweiteren muss eine angepasste 3D Datenanalysestrategie und Dateninterpretationsansätze entwickelt werden. Dies ist für die 2. Phase in SUGAR geplant, jedoch konnten Restmittel in einer 3 monatigen Verlängerungsphase zur Entwicklung erster Ansätze benutzt werden.

#### *A4 – Modellierung*

Das Teilprojekt A4 hatte zum Ziel, submarine Gashydratmengen zu quantifizieren sowie ihre Verteilung in den Sedimenten zu prognostizieren. Im Vordergrund stand dabei die Entwicklung numerischer Modelle zur Abbildung der räumlichen und zeitlichen Dynamik von Gashydratvorkommen, womit Voraussagen hinsichtlich ihrer Entstehung und Stabilität möglich sind. Hierzu sollte gemeinsam mit dem Schlumberger Aachen Technology Center (AaTC), vormals IES, ein Modul für die Beckensimulations-Software PetroMod® entwickelt werden, was speziell die Entwicklung hochaufgelöster, dreidimensionaler Modelle erlaubt.

#### *Z – Testfahrt*

In den Teilprojekten A1 und A2 wurden neue Gerätschaften (Multibeam, tiefgeschleppter Streamer (DTMCS), stationäre und geschleppte Geräte der Elektromagnetik (CSEM)) entwickelt. Die Funktionalität und Kalibrierung der Systeme ist in den Teilprojekten anhand von Demonstrationsgeräten, die durch die Institute anzuschaffen waren, erfolgt. Dabei handelt es sich um geakustische bzw. elektromagnetische Systeme, deren Funktionsweise nur eingeschränkt im Labor geprüft werden kann. Um die volle Einsatzfähigkeit und Kompatibilität mit den Schiffseinrichtungen zu sichern, war es daher notwendig die Geräte auf einer Testfahrt zu überprüfen.

Die Expedition sollte zugleich genutzt werden, um möglicherweise ergänzende Daten aus einem Gashydratfeld zu gewinnen. Vorrangig war jedoch die Kenntnis des Gebietes, um die Messwerte besser einordnen zu können. Während der Projektentwicklung wurde für diesen Zweck der

norwegische Kontinentalrand als zielführendstes Gebiet angesehen. In dieser Region sind Gashydratvorkommen bekannt und erste CO<sub>2</sub>-Sequestrierungen werden im Feld Sleipner ebenfalls durchgeführt. Die Projektbereiche in SUGAR-B sehen hier auch ein ideales Feld, in dem später Feldversuche durchgeführt werden können. Als geeignete und kurzfristig zu beantragende Plattform wurde hierfür das FS POSEIDON gewählt. Leider hat die Fahrtplanung für POSEIDON eine Umsetzung der Pläne in Norwegen während der Projektdauer von SUGAR nicht ermöglicht. Als Alternative wurde daraufhin der Donaufächer im Schwarzen Meer gewählt. Hier sind Blasenaustritte am Schelfhang und mehrfache BSR in der Tiefsee bekannt. Die Entfernungen der Lokationen untereinander sind so kurz, dass ein wiederholter Wechsel des Standorts während der Reise möglich ist und somit auf wiederholte Tests eingegangen werden kann.

## **2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde**

### *A1-1 – Hydroakustik*

Im Rahmen der beiden BMBF-geförderten (Geotechnologien-Programm) Gashydratprojekte LOTUS und COMET untersuchte IFM-GEOMAR u. a. Methangasaustritte an Gashydratführenden Sedimenten. So konnten Greinert et al. (2006) mit dem 50 kHz-System ELAC SEABEAM 1050 im Schwarzen Meer austretende „Gasflares“ kartieren und Rehder et al. (2002) das Aufstiegsverhalten von hydratisierten Gasblasen charakterisieren. Seit 2001 wurde in enger Kooperation zwischen L-3 ELAC Nautik und IFM-GEOMAR der GasQuant entwickelt. Dieses adaptierte SEABEAM System kann am Meeresboden verankert werden, um Gasblasen aufzuspüren. In mehreren Seegebieten konnten anhand der GasQuant-Daten Gasblasenaustritte am Meeresboden in hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung nachgewiesen werden (z. B. Pfannkuche et al., 2005). Die prinzipielle Fähigkeit der SEABEAM Anlage, Gasblasen in der Wassersäule zu lokalisieren, wurde in einer Gemeinschaftsarbeit von L-3 ELAC Nautik und IFM-GEOMAR demonstriert (Schneider v. Deimling et al., 2007). Alle Arbeiten haben gezeigt, dass die Hardware der neueren Fächerecholote in der Lage ist, Daten aus der Wassersäule aufzuzeichnen, es fehlte jedoch geeignete Software zur routinemäßigen Bearbeitung der Messdaten. Die anfallenden Datenmengen waren so groß, dass eine konventionelle Auswertung unmöglich war. Bereits auf dem Markt verfügbare und inzwischen ausgereifte Software zur Untersuchung akustischer Daten gibt es im Bereich der seismischen Datenverarbeitung. In den letzten Jahren wurden im Gebiet der Seismischen Ozeanografie am IFM-GEOMAR erhebliche Erfolge erzielt, bei denen akustische Echos in der Wassersäule erfasst, bearbeitet und analysiert wurden.

Das während LOTUS und COMET gewonnene Fachwissen einerseits und die Erfahrung im Bereich der seismischen Datenverarbeitung in der Seismischen Ozeanografie andererseits sollte genutzt werden, um Algorithmen zu entwickeln, welche die Gasblasen in Echtzeit

aufspüren, sicher von Fremdechos unterscheiden und ggfs. klassifizieren können und sie schließlich visuell darzustellen.

#### *A2-1 –Geophysik*

International war nur eine US amerikanische Firma bekannt, die ein entsprechendes System herstellt. Ein solches System wurde am IFM-GEOMAR eingesetzt. Die Empfänger-komponenten haben jedoch im Betrieb gravierende Mängel gezeigt, die einen fortdauernden Betrieb nicht ermöglichen. Für das neue System mussten wesentliche technische Komponenten dem Einsatzfeld und –bedingungen angepasst werden. Hierfür wurden auftriebsneutrale, strömungsgünstige Druckgehäuse gefordert, die korrosionsresistent sind. Die entsprechende Digitaltechnik für die modulare Kettenbildung der Hydrophonknoten war neu zu entwickeln. Für die Systemsteuerung und Qualitätskontrolle sollten vorhandene Telemetriemethoden und seismische Datenerfassungssoftware genutzt werden. Die Steuerung des Datenflusses, die Anzeige von Kontrollwerten (Seiten- und Tiefenlage) und eine online Darstellung ausgewählter Hydrophonkanäle war in das System zu integrieren. Nur wenige deutsche Firmen verfügen über das notwendige Know-how im maritimen Apparatebau und digitaler Echtzeitübertragung, um ein solches Projekt umzusetzen. Die wirtschaftliche Struktur dieser Betriebe erlaubte es nicht, eine partnerschaftliche Projektentwicklung zu betreiben. Die Aufgaben konnten nur als Auftragsarbeit gelöst werden.

#### *A2-2 – Elektromagnetik*

Die marine Elektromagnetik ist ein recht junges Arbeitsfeld, das erst in den letzten 10 Jahren stark kommerzialisiert wurde. Treibende Kraft hinter der Kommerzialisierung ist, dass anhand elektromagnetischer Daten Aussagen über die Existenz von Gas und Öl in potentiellen Reservoirs abgeleitet werden können, womit das Risiko einer teuren trockenen Bohrung verringert werden kann. Bisher gibt es wenige oder keine Standards, weder bei der Hardware, noch in der Datenanalyse, auch weil die Markanteile hart umkämpft sind und verschiedene Firmen in einem erbitterten Patentstreit verwickelt sind. Daher können marine, elektromagnetische Instrumente in der Regel nicht kommerziell erworben werden und die meisten Neuentwicklungen erfolgen weiterhin im universitären Umfeld. Innerhalb Europas ist die derzeit aktivste und größte Gruppe die seit 6 Jahren bestehende Gruppe am IFM-GEOMAR, innerhalb von Nordamerika sind es die alt eingesessenen Gruppen am Scripps in Kalifornien und an der University of Toronto in Kanada, in Asien sind die japanischen Institute University of Tokyo, Jamstec und University of Kobe Spitzenreiter in technologischen Neuentwicklungen. Während der letzten 10 Jahre hat Frau Marion Jegen Entwicklungen an marinen, elektromagnetischen Empfängern für tieffrequente, passive elektromagnetische, sogenannte magnetotellurische, Messungen mit der Firma Magson GmbH in Berlin Adlershof durchgeführt.