



**Kontrollfaktoren der Methanflüsse und ihrer  
Klimarelevanz in marinen gashydrathaltigen  
Ökosystemen**

**Schlussbericht 2008**



Förderkennzeichen: 03G0600D

Vorhabensbezeichnung: „Verbundprojekt: GH II: COMET; Vorhaben: Kontrollfaktoren der Methanflüsse und ihrer Klimarelevanz in marinen gashydrathaltigen Ökosystemen; Leittrag; Vorhaben: Untersuchung und Modellierung der Steuerparameter für die Freisetzung und den Umsatz von Methan aus „cold seeps“ und oberflächennahen Gashydraten“

Koordinator: Dr. Peter Linke

Laufzeit des Vorhabens: 1.01.2005 – 31.05.2008

## I. Kurzdarstellung

### 1. Aufgabenstellung

Gesamtziel des Verbundvorhabens COMET war die Untersuchung der komplexen Steuerparameter, die einen entscheidenden Einfluss auf die Freisetzung und den Umsatz von Methan aus „cold seeps“ und oberflächennahen Gashydraten in den Wasserkörper und die Atmosphäre haben, um Aussagen über die Klimawirksamkeit dieses wichtigen Treibhausgases heute und in der Vergangenheit vornehmen zu können.

Dieses Ziel sollte durch die Optimierung und den gezielten Einsatz einer ganzen Suite innovativer Technologien in Form von integrativen Langzeitobservatorien zusammen mit Experimenten in einem neuartigen Drucklabor, durch spezielle hydroakustische Systeme, ferngesteuerte Bohr- und in-situ Experimentier-Plattformen realisiert werden, um die Filterfunktion des Sedimentes, der Sediment-/Wasser-Grenzschicht und der Wassersäule eingehend zu untersuchen. Authigene Karbonate, deren Bildung in unmittelbarem Zusammenhang zum Methanfluss steht, wurden als natürliche Geo-Archive genutzt, um durch die Anwendung verbesserter Paläo-Proxies die Umweltbedingungen in der Erdgeschichte zu rekonstruieren. Begleitend zu den geplanten Untersuchungen sollten bestehende numerische Modelle weiterentwickelt werden, um die Fluidfreisetzung und den biogeochemischen Stoffumsatz in hydrathaltigen Sedimenten und das Schicksal des Methans in der Wassersäule zu untersuchen. Diese Untersuchungen sollten in Arbeitsgebieten mit unterschiedlichen Bildungs- und Destabilisierungsbedingungen von marinen Gashydraten durchgeführt werden und sollten eine Basis für ein quantitatives Verständnis der ozeanischen Methan-, Kohlenstoff-, Nährstoff- und Spurenelement-Budgets darstellen und in sozio-ökonomischen Handlungsempfehlungen für ein integriertes Kontinentalrand-Management resultieren.

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

Das beantragte Verbundvorhaben COMET wurde vom IFM-GEOMAR koordiniert und gliederte sich in 2 Vorhaben (Fkz 03G0600D am IFM-GEOMAR und Fkz 03G0600E an der TUHH) mit insgesamt 5 wissenschaftlichen Teilprojekten mit einer Firmenbeteiligung (L3-communications ELAC Nautik GmbH) in Teilprojekt 4, die untereinander eng verbunden waren, aber auch eine starke Zusammenarbeit mit den Fachrichtungen und in geplanten Expeditionen anderer beantragter Projekte vorsahen.

**TP1:** Controls on fluxes and benthic turnover rates across the sediment water boundary layer: the efficiency of the benthic filter (CONTUR)

**TP2:** Gas hydrate dynamics with relevance to climate scenarios by advanced pressure lab technology (GRAL)

**TP3:** Massive authigenic calcium carbonate polymorphs as archives for the chronology and geobiochemistry of low-temperature gas and fluid venting systems (CHARON)

**TP4:** The fate of methane: Does methane released from cold vents reach the atmosphere? (FOM)

**TP5:** Modeling fluid flow and biogeochemical turnover at cold vent sites (Model)

### 3. Planung und Ablauf des Vorhabens

In der ersten Phase des COMET-Projekts wurde die Proben- und Datenbearbeitung, die während der Expeditionen SO165 zum Hydratrücken in der Cascadia Subduktionszone und SO174 zum Golf von Mexiko gewonnen wurden, intensiviert und weitestgehend zum Abschluss gebracht. Wie in den einzelnen Jahresberichten dargestellt, konnte im 1. Projektjahr 2005 nur eine Expedition in die Nordsee (AL259) durchgeführt werden, die jedoch ausschließlich Proben für das Teilprojekt 4 erbrachte. Da es in der Fertigstellung von FS M.S MERIAN Verzögerungen

gab, wurde die für November 2005 geplante Reise in den April/Mai 2006 verschoben. An diese Fahrt (MSM01/3) schloss sich direkt eine weitere Nordsee-Reise (AL290) im Oktober 2006 an. Den Abschluss der Expeditionstätigkeit stellte dann die Reise SO191 mit FS SONNE im Februar/März 2007 dar. Somit konzentrierte sich die Expeditionstätigkeit auf die 2. Hälfte des Projektes.

Weitere Zeit- und Arbeitsplanverschiebungen ergaben sich durch Verzögerungen in den Geräte- und Verfahrensentwicklungen im Projekt. Dies betraf v.a. die Teilprojekte 2, 3 und 4. In Teilprojekt 2 machte die zeitaufwendige Neuentwicklung eines Multifunktionswerkzeuges erst 2008 die Versuche zum Abschmelzen von Hydraten ohne und mit Sediment sinnvoll (siehe hier auch den Verlängerungsantrag Prof. Gust, TUHH). In Teilprojekt 3 wurde zum Jahresende 2006 ein Antrag zur Umwidmung der Bohrkosten für die Beteiligung an einem Laser-Ablationssystem zur ortsauflösenden Element- und Isotopenbestimmung gestellt und gesperrt bewilligt. Das Gerät wurde verspätet geliefert und ist nach weitgehend abgeschlossener Erprobung seit Sommer 2007 für Routine-Messungen und die aufwendige Aufarbeitung des umfangreichen Probenmaterials der SONNE-Reise 191 verfügbar. In Teilprojekt 4 steht noch eine Kalibrierung des neuen GasQuant-Systemes aus, da das neue System noch nicht von der Firma L3-communications ELAC Nautik GmbH ausgeliefert wurde.

Wie aus der Auflistung ersichtlich, haben sich durch diese Verzögerungen Verschiebungen im Zeit- und Arbeitsplan ergeben, die zur Zeit der Antragstellung nicht absehbar waren. Daraufhin wurde ein Antrag auf kostenneutrale Verlängerung gestellt, dem der Projektträger und das BMBF zugestimmt haben. Im Rahmen dieser Verlängerung konnten die meisten Arbeiten zum Abschluss gebracht werden, bzw. werden in absehbarer Zeit abgeschlossen (s. Bericht der einzelnen Teilprojekte).

#### **4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde**

Die Technologien und die Expertise wurden weitestgehend in den Projekten aus dem ersten Förderungszeitraum des GEOTECHNOLOGIEN-Schwerpunktes entwickelt und wurden im Förderzeitraum verfeinert, um offene Fragen gezielt zu bearbeiten. Mit diesem multidisziplinärem Ansatz konnte COMET einen Beitrag zu mindestens 4 der 5 folgenden Themenschwerpunkte leisten: Der Klimawirksamkeit von Methan aus Gashydraten, Gashydrate als Geo-/Biosystem (Lebensraum), Struktur und Eigenschaften der Gashydrate und Methan in weltweiten Gashydratvorkommen.

#### **5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen**

Neben der intensiven Zusammenarbeit mit den anderen Teilprojekten von COMET fand enge Kooperation mit nationalen und internationalen Partnern statt:

##### National

- RCOM, Bremen (G. Bohrmann, Kartierung, Geochemie)
- MPI, Bremen (A. Boetius, Mikrobiologie)
- FH Kiel (D. Harms, Diplomarbeit)
- Universität Mainz (K. Bettermann, Diplomarbeit)
- Senckenberg Museum (Ch. Blum, Meiobenthos)
- LANU-Schleswig-Holstein (K. Gürs, Probenmaterial)
- BGR-Hannover (A. Wittenberg, geochemisches mapping)
- BGR-Hannover (K. Schwalenberg, Elektromagnetik zur Gashydratquantifizierung)
- GZG Göttingen (V. Thiel, Biomarker)
- KDM Berlin (E. Suess, überregionaler Kontext)

##### International

- Universität Basel, Schweiz (H. Niemann, Mikrobiologie)
- EAWAG, Kastanienbaum, Schweiz (D. McGinnis, Prozesse in der Wassersäule)
- ETH-Zürich (D. Günther, lasergestützte Spurenelementanalytik)
- Scripps Institution, USA (A. Thurber, Makrobenthos, Nahrungsnetz)
- NIWA, Neuseeland (D. Bowden, Makrobenthos, Meeresbodenbeobachtung)
- GNS, Neuseeland (J. Greinert, K. Faure, Methanbudget Wassersäule)
- RCMG Belgien (J. Greinert, L. Naudts, Kartierung, ROV)

- IBSS, Sevastopol, Ukraine (Y. Artemov, Akustik)
- University of Aveiro, Portugal (M. da Cunha, Makrobenthos, Nahrungsnetz)
- University of London, Queen Mary and Westfield College (Johanna Schnell, Bachelor-Thesis)
- Bjerknes Center Bergen, Norwegen (CARBOOCEAN)
- MBARI, California (Lösungskinetik von Methan)
- USSanta Barbara, California (Lösungskinetik von Methan)
- State Oceanic Administration, Hangzhou, China (S. Han, geologisch-mineralogische Interpretation)
- UVIC Canada (R. Chapmann, Akustik)
- KNAW-NIOO, Yerseke, Niederlande (J. Middelburg, COMSOL Multiphysics)
- NOC, Southampton, UK (K. Heeschen, Methan- und Gashydratquantifizierung)
- NOC, Southampton, UK (C. Berndt, Geophysik)
- Dalhousie University, Halifax, Kanada (B. Boudreau, Gasblasentransport)

Ferner wurde mit den folgenden Firmen eng zusammengearbeitet und gemeinsame Entwicklungen durchgeführt:

- Fa. K.U.M, Kiel, Deutschland (Landertechnologie, Profiler)
- Fa. Unisense, Aarhus, Dänemark (Mikrosensoren, Verstärker, Datenlogger, Software)
- Fa. Aanderaa, Norwegen, (Beta Tests der Sauerstoffoptoden)
- Fa. L-3 Communications ELAC Nautik GmbH, Kiel, Deutschland (Akustik, Kartierungs- und Monitoring)

## II. Eingehende Darstellung

### 1. Erzielte Ergebnisse

Der wissenschaftlich-technische Erfolg des Vorhabens ist vor allem im Verbund mit dem vorangegangenen BMBF Projekt LOTUS zu betrachten. Beide Projekte ermöglichten es, eine Reihe verschiedener Seep Lokationen (Hydrat Rücken, Golf von Mexico, Nordsee, Golf von Cadiz, Hikurangi Kontinentalrand) zu untersuchen und miteinander in Beziehung zu setzen. Diese cold seeps sind durch unterschiedliche Ökosysteme als auch durch unterschiedliche Geologie (aktiver Kontinentalrand, Salz-Tektonik, Schlammvulkanismus) geprägt. Erst diese Synopsis der verschiedenen Seep-Lokationen ermöglichte es, regional unterschiedliche Methanemissionen und deren Kontrollfaktoren zu verstehen.

Als ein wesentliches Ergebnis sei jedoch an dieser Stelle hervorgehoben, dass es gelungen ist, für die ersten Ergebnisse der Sonne-Reise SO191 einen Sonderband in Marine Geology anzumelden, für den bereits eine ganze Reihe von Beiträgen aus dem COMET-Projekt eingereicht wurden.

Da die erzielten Ergebnisse in den Abschlussberichten der einzelnen Teilprojekte ausführlich behandelt werden, sollen an dieser Stelle die wesentlichen Ergebnisse und Schlussfolgerungen aufgeführt werden.

Wesentliche Schlussfolgerungen des **TP1** sind:

- In Sedimenten mit geringen Fluidaufstiegsraten verbleibt ein Großteil des von tieferen Reservoiren und sich zersetzenden Gashydraten eingetragenen Methans im Meeresboden und wird dort als Biomasse (Bakterien, Meiobenthos, Makrobenthos) und Karbonat festgelegt.
- Wichtige Parameter, die zur Regulation der Methanfreisetzung von überwiegend durch diffusiven Stofftransport geprägten cold seeps beitragen, umfassen die Verfügbarkeit von Elektronenakzeptoren, insbesondere Sauerstoff. Neben dem anaeroben Methanumsatz deuten Ergebnisse der SO191-Expedition darauf hin, dass aerober Methanumsatz eine weitere wichtige Senke für Methan darstellt.
- Metazoe Organismen wurden bislang fast nur hinsichtlich ihrer Stellung und Funktion im Nahrungsnetz von „seep“-Ökosystemen betrachtet. Ihr Einfluss auf den mikrobiellen Methanumsatz wurde bislang fast vollkommen vernachlässigt.