

Abschlußbericht für das BMBF-Projekt: BALTIC GAS – IOW (TP2)

Zuwendungsempfänger: Institut für Ostseeforschung, Seestr. 15, 18119

Warnemünde, PI : Prof. Dr. Gregor Rehder

Förderkennzeichen: 03F0488B

Vorhabenbezeichnung: ERANET BONUS Verbundprojekt BALTIC GAS – Methanemission in der Ostsee: Gasspeicherung und Auswirkungen des Klimawandels und der Eutrophierung, Vorhaben TP2

Laufzeit des Vorhabens: 1.1.2009 – 31.12.2011

I. Kurze Darstellung zu

1. Aufgabenstellung

Das Projektvorhaben umfasst die Arbeiten des Partners IOW zum ERANET BONUS Projektvorhaben BALTIC GAS (koordiniert durch Prof. Dr. Bo Baker Jørgensen, CfG, Aarhus).

BALTIC GAS hatte die Zielsetzung, den rezenten Methankreislauf in der Ostsee zu untersuchen. Hierdurch sollte das Verständnis vertieft werden, inwieweit Klimaveränderung und Eutrophierung auf die Akkumulation von Flachgasvorkommen und die Emission von Methan und Schwefelwasserstoff vom Meeresboden in die Atmosphäre und in die Wassersäule Einfluss haben. Zur Beantwortung dieser übergeordneten Fragestellung wurde den folgenden Einzelzielen nachgegangen:

- Quantifizierung und Kartierung von Methanverteilung und Flüssen
- Analyse der Kontrollmechanismen von in diesem Zusammenhang wichtigen biogeochemischen Prozessen
- Integration der seismo-akustischen Kartierungen mit geochemischen und geophysikalischen Profilen
- Modellierung der Dynamik des Methankreislaufs der Ostsee in der Vergangenheit (Holozän), der Gegenwart, und für ausgewählte Zukunftsszenarien.
- Identifizierung von potentiellen „Hot-Spots“ für Gasvorkommen und Regionen erhöhten Risikos für Gasfreisetzung.

Das IOW war in eine Vielzahl dieser Aktivitäten involviert. Die Schwerpunkte lagen hierbei auf

- der Aufarbeitung alter und Gewinnung neuer seismo-akustischer Daten zur Kartierung und Quantifizierung der Flachgasvorkommen in der Ostsee
- der Charakterisierung der physikalischen Eigenschaften von Sedimenten in Bereichen mit Gasvorkommen und ohne Gasvorkommen

- der Findung von Gasaustritten in die Wassersäule aufgrund von Literaturrecherche und Untersuchung mit Hilfe von akustischen oder meereschemischen Methoden
- der Quantifizierung des Methanaustritts in die Atmosphäre sowie Bestimmung der Mechanismen, die die Stärke und Saisonalität dieser Austritte umfassen.

Gantt chart B: Responsibilities of each consortium participant	Participants											
	CiG	NER/MAR	GEUS	GeoB	MPIMM	AWI	IOW	IOPAS	INMI RAS	IGG	LU	DESJU
WP 1: Project management, coordination and dissemination	WP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>T 1.1: Management and dissemination</i>	TR	X										
1.1.1: Coordination scientific Reports (R)	X	X										
1.1.2: Organizing Workshops (W) or Meetings (M)	X	X										
1.1.3: Establishment of project home-page	X	X										
<i>T 1.2: Submission of data to common database</i>	X	TR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>T 1.3: Research Cruises</i>	X	TR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1.3.1: Identification of target sites	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1.3.2: GIS based maps of target areas			X			X						
1.3.3: Organizing two weeks cruises	X	X					X	X	X			
<i>T 1.4: Ph.D-training program</i>	X	X		TR								
WP 2: Data mining and GIS-mapping			WP	X		X	X	X	X		X	
<i>T 2.1: Data mining</i>			TR	X		X	X	X	X		X	
2.1.1: Searching Baltic Sea methane data in national data-bases			X	X		X	X	X	X		X	
2.1.2: Compiling data in a common database			X	X		X	X	X	X		X	
<i>T 2.2: GIS-mapping</i>			X			TR						
2.2.1: Mapping of mined data			X			X						
2.2.2: Mapping methane flux and distribution in sediments			X			X						
2.2.3: Mapping hot-spots of present and future CH ₄ -emission			X			X						
WP 3: Gas and seismo-acoustic mapping			X	X			WP	X	X	X	X	X
<i>T 3.1: Mapping and quantification of shallow gas by seismo-acoustic techniques</i>			TR	X			X	X	X			
<i>T 3.2: Physical characterization of gas-bearing sediments</i>			X	X			TR	X	X			
<i>T 3.3: Assessment of sites of sediment weakness for recent and future gas ebullition using multidisciplinary seismo-acoustic and sediment property data</i>			X				TR	X	X		X	X
<i>T 3.4: Detection and monitoring of gas bubble propagation through the water column and into the atmosphere in key regions of the Baltic</i>							TR		X	X		
WP 4: Biogeochemistry	X	X			WP	X	X	X	X	X	X	X
<i>T 4.1: Methane distribution and geochemical in situ gradients</i>	X	X			TR	X			X	X		
4.1.1: Sulfur biogeochemistry	X	X			X				X	X		
4.1.2: Methane biogeochemistry	X	X			X	X			X	X		
<i>T 4.2: Gas emission across sediment-water and sea-air interface</i>	X	X			X		X			TR		
4.2.1: Methane flux and ebullition measurements							X			X		
4.2.2: Hydrogen sulphide flux	X	X			X					X		
4.2.2: Water column methane and ferry box surface methane measurements							X					
<i>T 4.3: Methane and key biogeochemical processes</i>	TR	X			X		X	X	X	X	X	X
4.3.1: Quantify production and breakdown of methane	X	X			X					X		
4.3.2: Analyze controls on relevant key geochemical processes	X	X			X		X	X	X	X	X	X
4.3.3: CH ₄ and H ₂ S oxidation coupled to water column oxygen consumption	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X
<i>T 4.4: Holocene evolution of the Baltic ecosystem</i>											TR	
WP 5: Modelling and data integration	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	WP
<i>T 5.1: Modelling methane and sulfur dynamics</i>												TR
5.1.1: transport-reaction models												X
5.1.2: Predictive models (i.e. climate change scenarios)												X
<i>T 5.2: GIS-modelling</i>			X			TR						
<i>T 5.2: Integrating gas, acoustics and biogeochemistry</i>	TR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Abb. 1: Gantt Chart der Verantwortlichkeiten der Partner im Projekt BALTIC GAS (aus Gesamtantrag)

Das IOW war hierbei für die Bestimmung der geophysikalischen Parameter des Sediments faktisch allein verantwortlich. Die Bestückung der Fährlinie mit Sensoren zur kontinuierlichen Messung von Methan im Oberflächenwasser war das Kernstück der Bestimmung der Quantifizierung des Methanflusses durch die Wasser-Luft Grenzfläche. Das IOW war an allen Arbeitspaketen (work packages, WP) beteiligt, verantwortlich für die Teilprojektkoordination des WP 3, sowie für eine Vielzahl der in diesem WP definierten Deliverables (siehe Fig. 1, Gant Chart des Originalantrags.)

2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Projekt wurde am IOW im Wesentlichen durch die beteiligten PIs des IOW (Prof. Dr. Gregor Rehder, Dr. Rudolf Endler) sowie die projektangestellten Wissenschaftler und Techniker (Dr. Jens Schneider von Deimling, Dipl. Geoökol. Wanda Gülzow, Dipl. Ing. Sascha Plewe) durchgeführt. Das Projekt lag hierbei im Kern der Expertise der PIs, wodurch auf eine vollständig existierenden Infrastruktur zur Durchführung der Arbeiten zurückgegriffen werden konnte, bzw. Berufungsmittel (Rehder) zur Schaffung der Infrastruktur für dieses Projekt vorgesehen wurden. Hierzu zählen

- alle für die Meersboden- und Wassersäulenbeprobung erforderlichen Geräte (diverse Kernprobennehmer, CTD/Rosette)
- eine Vielzahl geoakustischer Systeme zur Messung der sedimentakustischen Eigenschaften (Parametrisches Sedimentecholot Ses96, Multi-Frequenz Echolot MFE2000, Sparker Flachseismik Profiles, Atlas Parasound System PD70, Sediment-Kern-Logger).
- alle analytischen Apparaturen und Geräte zur Bestimmung der Methankonzentration in Seewasser sowie der Bestimmung der stabilen Kohlenstoffisotopie (GC, Vakuum-Entgasungsanlage, GC-combustion-IRMS)
- eine etablierte Plattform zur kontinuierlichen Messung des Partialdrucks von Kohlendioxid, die im Rahmen des Projekts um die Messung von Methan erweitert werden sollte (Installation auf der „Finnmaid“).

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Vorhaben wurde direkt mit Projektbeginn begonnen, weil auch das Personal weitgehend bereits gefunden war. Eine große Menge von Daten war bereits vorhanden, dies gilt insbesondere für die sedimentakustischen Daten, aber auch für einen Datensatz der Methanverteilung in der Wassersäule in allen größeren Becken, der im Jahre 2008 bereits gewonnen wurde. Im Vorfeld des Projektes war bereits von Seiten des IOW die Einwerbung von Schiffszeit für das Projekt erfolgt. Dies umfasste die Fahrten:

- RV Professor Albrecht Penck PAP0903, 21. bis 29. Januar 2009 (PI Endler)

- RV Poseidon P392, 29. November bis 17. Dezember 2009 (PI Endler)
- RV Maria S. Merian MSM 16/1, 31. Juli bis 22. August 2010 (PI Rehder)

Neben der Organisation und Auswertung dieser Fahrten wurden unter Beteiligung der am Projekt involvierten Wissenschaftler der Datensatz der MSM 8/3 (2008) ausgewertet und publiziert (Schmale et al., 2010).

Mit der Beschaffung eines Sensors zur kontinuierlichen Messung von Methan und der Planung der Erweiterung der Peripherie und Software auf dem Fährschiff Finnmaid wurde bereits einige Monate vor Projektbeginn begonnen. Die Implementierung eines Systems zur kontinuierlichen Messung von Methan und CO₂ mit Hilfe eines integrated cavity output Infrarotspektrometers und die Auswertung der ersten so erhobenen Datensätze stellen das Kernstück der Dissertation von Wanda Gülzow dar, die im Rahmen von BALTIC GAS erfolgte.

Für die Untersuchungen temporärer Änderungen der Methanverteilungen in den Becken mit variierenden Redoxverhältnissen (Arkona Becken, Bornholm Becken) wurde zur Probennahme zusätzlich auf das Monitoring-Programm zurückgegriffen. Hierzu war die Verwendung unterschiedlicher Messverfahren erforderlich. Untersuchung der Kompatibilität der Methodiken sowie eine Evaluierung der Messmethoden für die Bestimmung von Methan, die in anderen Arbeitsgruppen innerhalb von BALTIC GAS verwendet wurden, wurden im Rahmen einer Diplomarbeit ausgekoppelt.

Durch Teilnahme an allen halbjährigen Treffen des BALTIC GAS Konsortiums wurde eine gute Einbettung / Vernetzung in die Aktivitäten des Gesamtprojekts erreicht.

Alle Deliverables des Projekts, für das das IOW gegenüber dem EEIG verantwortlich war, wurden fristgerecht übergeben und die entsprechenden Highlights für den Abschlussbericht des Gesamtprojekts wurden erstellt.

4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Der wissenschaftliche Stand vor Beginn des Projekts ist im Leitantrag eingehend beschrieben. Daher sei hier vor allem in den Bereichen auf den technischen „State of the art“ hingewiesen, in denen im Rahmen des Projekts technische Innovationen erfolgten.

Die Messung von Spurengasen auf kommerziellen Fährschiffen war bislang nur für CO₂ realisiert, weil hier die Messung IR-spektroskopisch möglich war unter kompletter Rückführung des gemessenen Gases (i.e. Koertzinger et al., 1996). Für andere Klimagase bestand bislang nur die Möglichkeit der Messung unter Verbrauch der zu messenden Komponente, in der Regel unter gaschromatographischer

Detektion (Bange et al., 1994, Rehder et al., 2001). In jüngerer Zeit wurden mit der off axis integrated cavity output spectroscopy (ICOS, realisiert durch Los Gatos Ltd.) und durch die cavity ringdown spectroscopy (CRDS, realisiert durch Picarro) zwei konkurrierende Verfahren zur Messung von Spurengasen aus natürlicher Luft zur Marktreife gebracht, die schon vielfach Anwendung in der Atmosphärenforschung gefunden haben. Dies war der Ausgangspunkt für die Konzeption einer kontinuierlichen Messung von Methan auf einem kommerziellen Fährschiff, die an das bereits etablierte System des IOW auf einer Fährlinie von Lübeck nach Helsinki etabliert wurde.

Der akustische Nachweis von Gasblasen in der Wassersäule ist mit Single-Beam Verfahren lange bekannt und etabliert. Relativ neu ist die Erfassung der Wassersäulendaten von Fächerecholoten, die normalerweise aufgrund der erforderlichen Datenreduktion verworfen wurde, zur Erkennung von Gas-Flares (Schneider von Deimling et al., 2007). In Zusammenarbeit mit der Fa. Elac Nautik wurde im Rahmen unserer Arbeiten zu BALTIC GAS ein Prototyp mit Option der Datenerfassung im WCI-Mode (water column imaging) eingesetzt und getestet. Die durch den Projekt-PostDoc Dr. Jens Schneider von Deimling mitgebrachte und weiter entwickelte Expertise hat maßgeblichen Einfluss z.B. auf die Wahl des neuen Fächerecholots des IOW-Forschungsschiffes FS Elisabeth Mann Borgese gehabt.

5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die Arbeiten erfolgten in dem international zusammengesetzten ERANET Projekt BALTIC GAS, mit insgesamt zwölf Partnern aus sechs Ländern. Hierbei wurde und wird insbesondere mit dem CfG und dem NERI (beide Aarhus), dem MPI in Bremen, dem GEUS Dänemark und der Universität Bremen (Abt. Geologie) kooperiert. Diese Institutionen waren auch verstärkt bei den beiden längeren Expeditionen auf FS Poseidon und FS Meteor vertreten. Akustische Daten der Uni Bremen (Abt. Geologie) und geochemische Daten des NERI flossen auch in zwei Publikationen mit ein (II.6). Mit einigen der Partner sind Projektbeantragungen im Rahmen der zweiten Phase des BONUS-Programms geplant. Das Projekt war extrem hilfreich, um die einzelnen Arbeitsgruppen und Institute, die sich mit Aspekten des Methankreislaufs in der Ostsee beschäftigen, zu vernetzen.

II.1 Eingehende Darstellung des erzielten wissenschaftlichen Ergebnisses

Die Arbeiten, die im Rahmen des Projekts durchgeführt wurden, lassen sich im Wesentlichen in vier Kategorien unterteilen, die alle in Zusammenhang mit den im Gesamtantrag stehenden Aufgaben und Deliverables stehen:

- A.) Messung der Oberflächenkonzentration von Methan und des Gasaustauschs an der Grenzfläche Wasser-Luft