

Schlussbericht

SO 196 - SUMSUN: Rolle der Turbulenz und des Strömungsfeldes auf die Verteilung von CO₂ im Nahfeld der Austrittsschote durch CTD/LADCP Messungen kombiniert mit Helium-Isotopen Verteilungen

Monika Rhein, Universität Bremen

Förderkennzeichen: 03G0196C

Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2008 bis 28.02.2009

1 Problemstellung und Voraussetzungen

1.1 Aufgabenstellung

Im Projekt *Sumsun* sollten das Verhalten von in flüssiger Form in den Ozean einge-tragenem Kohlendioxid sowie die Auswirkungen erhöhter CO₂-Konzentrationen auf Meerwasser, Sediment und Mikroorganismen untersucht werden. Es handelte sich dabei um ein gemeinsames Projekt des Instituts für Ostseeforschung Warnemünde, des Max-Planck-Instituts für Mikrobiologie in Bremen, des IFM-Geomar an der Universität Kiel und der Universität Bremen. Die Arbeiten an der Universität Bre-men beschäftigten sich dabei im wesentlichen mit der Ausbreitung von CO₂ in der Wassersäule anhand von CTD-, Strömungs-, und Helium Messungen. Dabei wurden, gemäß dem Projektantrag, die folgenden Ziele verfolgt:

- Charakterisierung der Ausbreitung des CO₂ im Fernfeld anhand von CTD-Daten und Helium Verteilung
- Bestimmung der grossräumigen vertikalen Vermischung des CO₂ durch hydro-graphische Feinstrukturmessungen der Schichtung
- Bestimmung von He-Verteilung und Isotopie im Umfeld des CO₂-Plumes

1.2 Voraussetzungen unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Für die Durchführung des Beobachtungsprogramms stand mit dem Forschungsschiff Sonne eine ausgezeichnete Plattform zur Verfügung. Die hydrographischen Messungen wurden mit einer CTD-Sonde inklusive Kranzwasserschöpfer und zwei Workhorse-ADCPs aus der Grundausstattung der Universität Bremen bestritten. Die CTD-Sonde wurde zusätzlich mit einem Sauerstoffsensor aus der Grundausstattung, sowie pH und pCO₂ Sensoren (IOW) und einem Redox-Potential (Eh) Sensor (K. Nakamura, AIST) ausgerüstet.

Die bewilligten Mittel für Personal und Geräte waren für den Erfolg des Projekts unerlässlich, ebenso die wissenschaftliche und technische Expertise der Mitarbeiter und die gute Kooperation mit anderen Teilprojekten sowie den internationalen Partnern.

1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Projekt wurde im Zeitraum 01.01.2008 bis 28.02.2009 durchgeführt. Bei der Antragstellung wurde ein Arbeits- und Zeitplan vorgelegt, der im Wesentlichen eingehalten werden konnte. Wegen Nichtbewilligung der erforderlichen Geräte, die nicht in der Grundausstattung vorhanden waren, konnten die bei der Beantragung geplanten Untersuchungen zu Turbulenz-, Dichtegradienten- und Strömungsmessung im Nahfeld der CO₂-Emissionen nicht durchgeführt werden. Folgende Arbeiten wurden während des Projektzeitraums durchgeführt:

Auf der Sonne Reise 196 im Februar/März 2008 wurden an 38 CTD/LADCP-Stationen hydrographische Messungen durchgeführt, 25 (darunter 5 Towyos) im Arbeitsgebiet Yonaguni, 12 im Arbeitsgebiet Hatoma Knoll (Abbildung 1). Insgesamt wurden 316 Heliumproben genommen, davon 242 im Arbeitsgebiet Yonaguni und 74 im Arbeitsgebiet Hatoma Knoll. Die Heliumproben wurden im Anschluss an die Reise im Labor für Heliumisotopen-Analysen (*helis*) der Arbeitsgruppe analysiert. Durch die Verkürzung der Projektlaufzeit gegenüber der im Antrag projektierten Zeit konnte die Analyse der Heliumproben zwar innerhalb des Projektes abgeschlossen werden, eine weitere Interpretation im Zusammenhang mit den CTD-Messungen sowie eine Publikation steht jedoch noch aus. Erste Ergebnisse der Sonne-Reise sind bisher im Rahmen von mehreren Tagungsbeiträgen veröffentlicht worden.

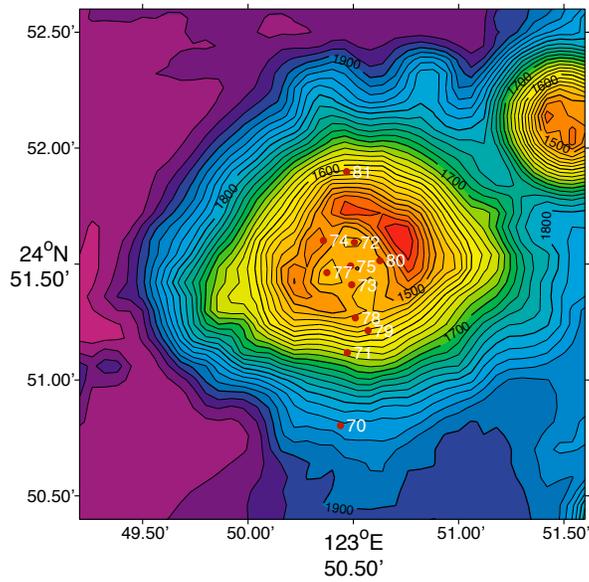
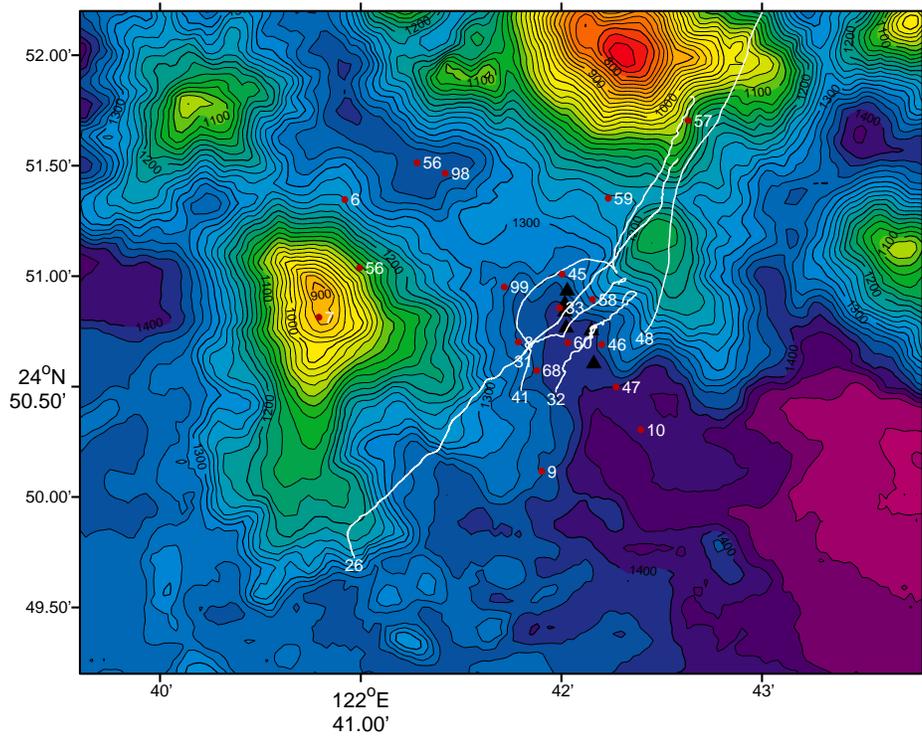


Abbildung 1: Karte der durchgeführten CTD-Stationen bei Yonaguni Knoll IV (oben) und bei Hatoma Knoll (unten). Zur besseren Erfassung der räumlichen Strukturen wurden bei Yonaguni Knoll fünf CTD-Towyo Profile gefahren (weisse Linien).

1.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Typische Helium-Konzentrationen in Hydrothermalgebieten liegen mehrere Größenordnungen über dem ozeanischen Hintergrund. Das Verhältnis der Helium-Isotope ^3He und ^4He aus dem Erdmantel unterscheidet sich ebenfalls deutlich von den atmosphärischen Verhältnissen. Da Helium ein Edelgas ist und an keinen biogeochemischen Reaktionen teilnimmt, kann die Helium-Verteilung um eine Hydrothermalquelle dazu benutzt werden, die Emissionsrate auch von anderen Gasen, wie CO_2 , zu bestimmen.

Zu Beginn des Projektes war bekannt, dass für bestimmte hydrothermale Quellen eine gute Korrelation von TCO_2 (total dissolved CO_2) und ^3He beobachtet wurde. Erste Messungen im Bereich des Champagne Feldes, NW Eifuku, wiesen auf eine lineare Beziehung zwischen CO_2 - und He-Anreicherung hin (Lupton et al., 2006). Ohne chemische Umwandlung sollten die $\text{TCO}_2/{}^3\text{He}$ -Verhältnisse näherungsweise konstant bleiben. Veränderliche Verhältnisse sind daher ein Indiz für die Phasenumwandlung von flüssigem CO_2 .

1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Als besonders erfolgreich erwies sich die Zusammenarbeit mit K. Nakamura (AIST), dem führenden Experten bei der Messung von Redox Potentialen (Eh) in der Wassersäule.

2 Ergebnisse, Nutzen, Fortschritte bei anderen Stellen, Veröffentlichungen

2.1 Ergebnisse

2.1.1 Yonaguni Knoll IV

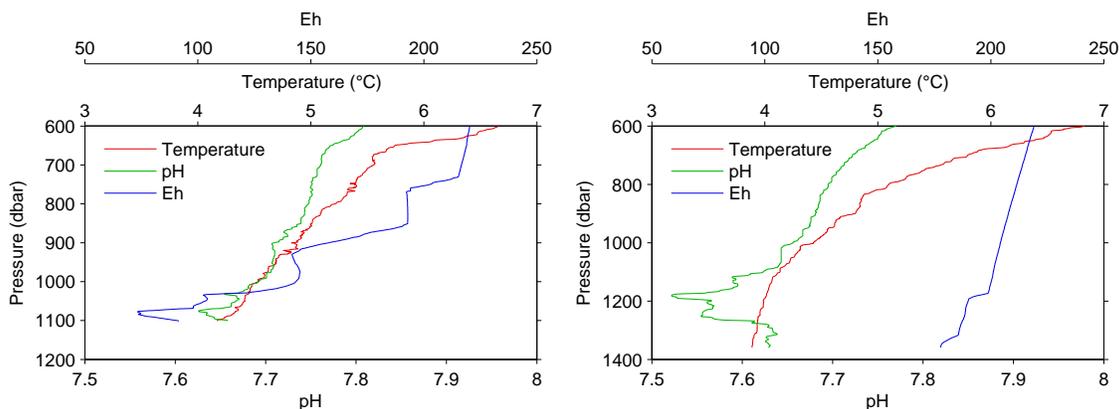


Abbildung 2: Vertikalprofile von Temperatur, pH und Eh an zwei Positionen im Bereich des Yonaguni Knoll: In der Nähe der bekannten Hydrothermalquellen (Station 68, links) und nordöstlich davon (Station 57, rechts).

An vielen der Stationen wurden deutliche Plume-Signale in den chemischen Parametern pH und Eh gefunden. Zwei typische Beispiele sind in Abbildung 2 dargestellt. Eine dieser beiden Stationen (Station 68) lag nahe den bekannten Hydrothermalquellen. Hier zeigt sich eine pH-Abnahme von ungefähr 0.1 in einer Tiefe von 1200 m und ein entsprechendes Eh-Signal im selben Tiefenbereich. Die Dicke der Schicht in der hier verminderte pH-Werte beobachtet wurden beträgt ungefähr 200 m und sie erreicht eine Höhe von bis zu 400 m über dem Meeresboden - deutlich zu hoch für eine reine Hydrothermalquelle. Hydrothermale Signale in dieser Tiefe der Wassersäule können bei der vorherrschenden Schichtung nicht allein durch Auftrieb des Wassers erreicht werden, und sind möglicherweise durch Bubble-Entrainment hervorgerufen.

In Bodennähe findet sich ein zweites Eh-Signal, welches in dieser Form an einigen der Stationen beobachtet wurde. Die zweite Station in Abbildung 2 (Station 57) zeigt eine ganze Reihe relativ starker Eh-Ausschläge, die im Tiefenbereich von 700 m bis zum Meeresboden auftreten. Die dazugehörigen pH-Signale sind jedoch schwächer