

Expedition Meteor M74/4 – NEOMA



1. Wochenbericht: 30.11 - 1.12.2007

Die Hafenlogistik in Male (Malediven) gestaltete sich angesichts der Gegebenheiten vor Ort komplex, und forderte von der Mannschaft einiges an Geduld. So legte FS Meteor am 28.11.2007 um 17.06 Ortszeit am Thilafushi Atoll zum Lösch- und Ladebetrieb an, um am 29.11. um 17.12 auf Reede vor Anker zu liegen, ein Landgang war für die meisten unmöglich. Die Wissenschaftler aus Deutschland, den Niederlanden, den USA und den Malediven waren pünktlich angereist, so daß das Schiff am 30.11. nach Erlangen der letzten behördlichen Genehmigungen um 10 Uhr Ortszeit auslaufen und den vierten Fahrtabschnitt der Ausfahrt M 74 beginnen konnte. Dank des intensiven Arbeitseinsatzes der Mannschaft und Wissenschaftler waren die Labore zu diesem Zeitpunkt schon für den Einsatz bereit, so daß um 10.42, noch in der Atoll-Lagune von Malé, das Forschungsprogramm eingeleitet werden konnte, welches in den folgenden 3 Wochen das Ziel hat, die Karbonatplattform der Malediven zu untersuchen.

Der Archipel der Malediven ist eine der größten heute aktiven Karbonatplattformen in unseren Ozeanen. Der mehr als 3000 m mächtige Komplex lagert auf eozänen Vulkaniten auf, und ist durch eine Entwicklungsgeschichte mit abwechselnden Phasen der Expansion und Phasen des Schrumpfens der Korallenriffe und der Flachwasserkarbonat-Areale gekennzeichnet. Unter der Leitung von Geologen und Geophysikern der Universität Hamburg soll während der Ausfahrt vor allem der jüngsten, neogenen Entwicklungsgeschichte dieses Systems ein besonderes Augenmerk gewidmet werden. Dazu wird gehören, die Auswirkungen der miozänen – pleistozänen klimatischen und paläo-ozeanographischen Veränderungen, sowie der Meeresspiegelschwankungen auf die Entwicklung der Plattform zu erfassen. Es soll auch eine Vermessung der Sedimentgeometrien an den Hängen der Plattform durchgeführt werden, sowie die Entwicklung des "Ertrinkens" eines Atollkomplexes dokumentiert werden. Aus aktuellem Anlaß soll auch versucht werden, die Spuren des Tsunamis von 2004, der auf den Malediven mehr al 80 Todesopfer forderte, in Sedimentkernen zu finden.

Die ersten zwei Tage der Ausfahrt sind der Seismik und Hydroakustik gewidmet. Das Schiff hat dabei unter anderem schon die Position der ODP-Bohrung 716 überfahren, um die für diese Bohrung publizierten Kerndaten mit den Informationen aus den seismischen Profilen vergleichen zu können. Die bis jetzt gewonnen seismischen Daten sind von exzellenter Qualität.

Abbildung 1 zeigt einen Ausschnitt eines seismischen Profils, welches in der sogenannten Inner Sea der Malediven vermessen wurde. Die Inner Sea hat stellenweise nur durch relativ enge Passagen Verbindungen zum Indischen Ozean, so daß in diesen Passagen starke Strömungen auftreten, die in mehreren hunderten Metern große Sedimentkeile produzieren. Nach unseren Übersichtsmessungen werden wir uns in den nächsten Tagen näher mit diesen Körpern beschäftigen und auch Beprobungen mit dem Kolbenlot durchführen.

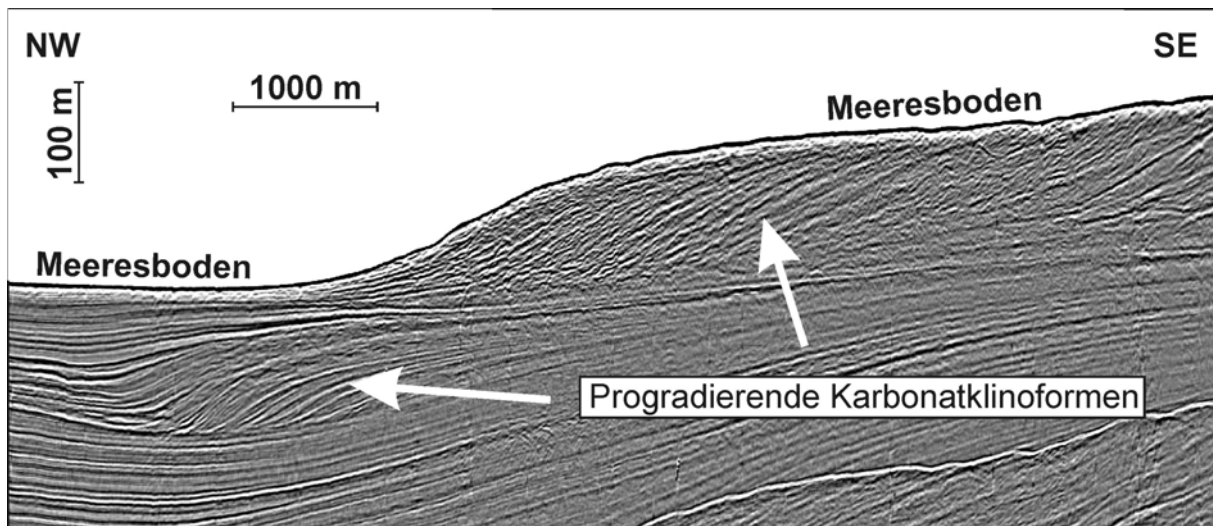


Abb. 1. Durch Bodenströmungen generierte Sedimentkeile in der Inner Sea der Malediven. Beachte, daß unterschiedliche Generationen auftreten ("progradierende Karbonatklinoformen"). Es bleibt zu klären, ob dieses Muster eine Folge der Migration von Sedimentkörpern ist, oder ob es sich hier um eine durch externe Faktoren kontrollierte Zyklizität handelt.

Alle Fahrtteilnehmer sind wohlauf und senden Grüße nach Hause.

Christian Betzler
(Fahrtleiter)

Expedition Meteor M74/4 – NEOMA

2. Wochenbericht: 2.12. - 8.12.2007



Die zweite Woche dieser Ausfahrt war geologischen und geophysikalischen Untersuchungen gewidmet. Die gewonnenen Daten zeigen, daß die Malediven Karbonatplattform durch eine extrem komplexe Architektur gekennzeichnet ist. Die durch die zwei Nord – Süd ausgerichteten Inselstreifen angedeutete Symmetrie der Plattform paust sich dabei im Untergrund nur teilweise ab.

Die Hamburger Seismiker haben in zwei Zeitblöcken die unterschiedlichen Arbeitsgebiete profilierend vermessen. Mit der reflexionsseismischen Methode können geologische Strukturen im Untergrund bis in einige Kilometer Tiefe unterhalb des Meeresbodens als Querschnitt abgebildet werden. Das eigentliche Ziel der seismischen Arbeiten war die Erkundung von solchen Sedimentkörpern, deren Geometrien Rückschlüsse auf regionale und globale Meeresspiegelschwankungen erlauben. Wegen der exzellenten Datenqualität kann jetzt bereits auf die erstaunliche Tatsache geschlossen werden, daß die Karbonatablagerungen solche Strukturen nachbilden, die bisher vor allem für siliziklastische Ablagerungsräume dokumentiert sind. Es gibt zu unserer großen Überraschung eindeutige Hinweise, daß die Struktur der Malediven in einigen Regionen auch durch aktive tektonische Prozesse und Meeresströmungen überprägt werden.

Ein unerwartetes und vielversprechendes Zwischenresultat der hydroakustischen und seismischen Messungen in der Inner Sea ist die Entdeckung eines submarinen Kraterfeldes, welches sich über eine Fläche von mindestens 400 km² erstreckt (Abb. 1). Die Krater, die in Periplatform-Karbonatschlammern auftreten, haben Durchmesser von bis 1500 m, und eine Tiefe von bis zu 150 m. Sie sind eindeutig entlang von im Untergrund auftretenden Störungen aufgereiht.

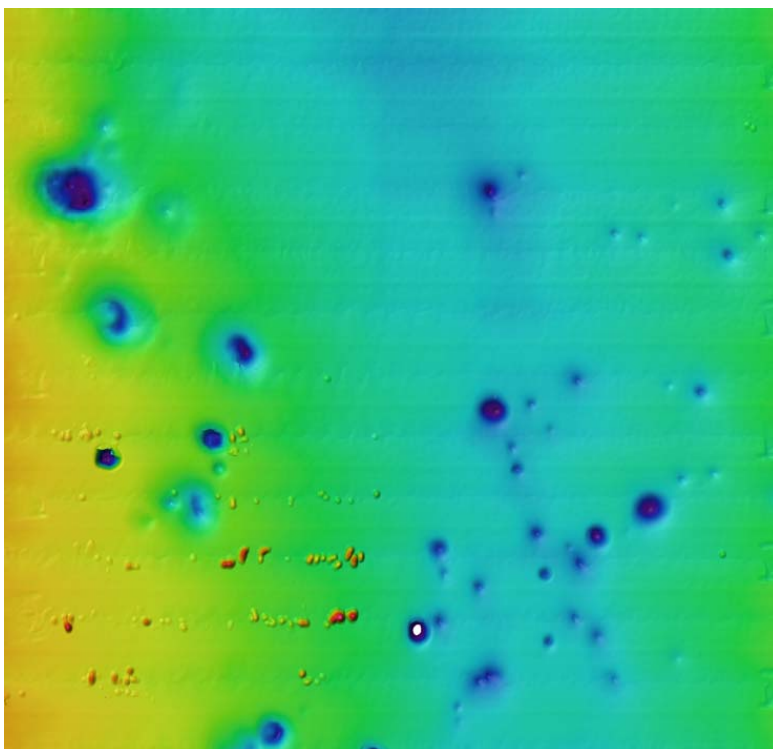


Abb. 1: Submarines Kraterfeld in der Inner Sea. Der größte Krater, links oben im Bild, hat einen Querschnitt von 1500 m, und ist 120 m tief. Der zweite darunterliegende Krater hat einen Durchmesser von 500 m bei einer Tiefe von 140 m.

Das am Samstag abend aufgenommene seismische Arbeitsprogramm hat nun das Ziel der Frage nachzugehen, ob die Krater auf Gas- oder Fluidaustritte zurückzuführen sind, oder ob es sich um Kollapsstrukturen handelt. Das Programm soll auch Daten liefern um geeignete Lokationen für die geologischen Beprobungen der in den Kratern auftretenden Sedimente festzulegen.

Als äußerst erfolgreich haben sich die Einsätze des Kolbenlots erwiesen. Es wurden dabei 15 m lange Kerne gewonnen.



Abb. 2: Aussetzen des Kolbenlotes in der Inner Sea der Malediven.

Die ersten sedimentologische Beprobungen konzentrierten sich auf einem vorher seismisch erkundeten Progradationskeil an der südwestlichen Kante des Malé Atolls. Bei den Sedimenten handelt es sich um relativ feinkörnige Kalkschlämme und Kalzsilte, die mit zunehmender Entfernung von der Karbonatbank grobkörniger sind und eine höhere faunistische Diversität aufweisen. In den Kernen kann eindeutig eine sedimentäre Zyklizität erkannt werden. Eine erste Auswertung der Farbscanner Daten deutet darauf hin, daß diese Kerne bis zum MIS 8 zurückreichen. Wenn sich diese erste Interpretation in der Folge nach Auswertungen an Land bewahrheitet, würden sie ein wertvolles Archiv liefern zur Rekonstruktion der Reaktion der Malediven Karbonatplattform auf vergangene Klimaschwankungen.

Nach Abschluß dieser ersten Arbeitswoche sind wir mit den gewonnen Daten äußerst zufrieden. Unser Dank gilt dabei insbesondere der Mannschaft, deren außergewöhnliches Engagement diese Erfolge ermöglicht. Alle Arbeiten an Bord laufen bei warmen, aber bewölktem Wetter mit einzelnen Schauern reibungslos. Die See war die letzten Tage vor allem in den Verbindungsstrassen zwischen der Inner Sea und dem Indischen Ozean etwas unruhig, was die Stations- und Meßarbeiten

aber in keiner Weise behinderte. Nachdem eine Erkältungswelle viele der Wissenschaftler nach und nach erfaßt hat, sind nun alle wieder wohlauf.

Es grüßt im Namen aller Fahrtteilnehmer

Christian Betzler
(Fahrtleiter)

Expedition Meteor M74/4 – NEOMA



3. Wochenbericht: 9.12. - 15.12.2007

Die dritte Woche dieser Ausfahrt war geologischen und geophysikalischen Untersuchungen gewidmet. Die Stations- und Profilarbeiten wurden am Freitag den 14.12. beendet. Nachdem die Maledivischen Gäste von Bord gegangen waren und das Schiff den Hafen von Malé verlassen hatte, begann der Transit nach Port Louis (Mauritius). Am 15.12. nachmittags übergab der Kapitän die Schiffspapiere an Triton zur Vorbereitung der Äquatortaufe, und um 20.57 Uhr kreuzte FS METEOR den Äquator.

Die Fächersonar-Kartierungen hatten schon während der ersten Tage der Ausfahrt angedeutet, daß am Grund der Inner Sea und an den Flanken der Atolle der Malediven starke Strömungen auftreten. Um Richtungen und Stärken dieser Strömungen zu erfassen, wurden kontinuierliche Messungen mit dem schiffseigenen ADCP durchgeführt (Abb. 1). Der Schnitt durch die Inner Sea zeigt, daß es dort eine Tiefenströmung gibt, die nach Norden gerichtet ist. Die Oberflächenströmung hingegen fließt südwärts. Sehr gut abgebildet ist der Einfluß der Meerstraße, die das Nord Male Atoll von dem Süd Male Atoll trennt. Hier fließt die Strömung nach Osten, also aus der Inner Sea heraus. Die Strömungsgeschwindigkeiten liegen im Mittel bei 10 cm/s.

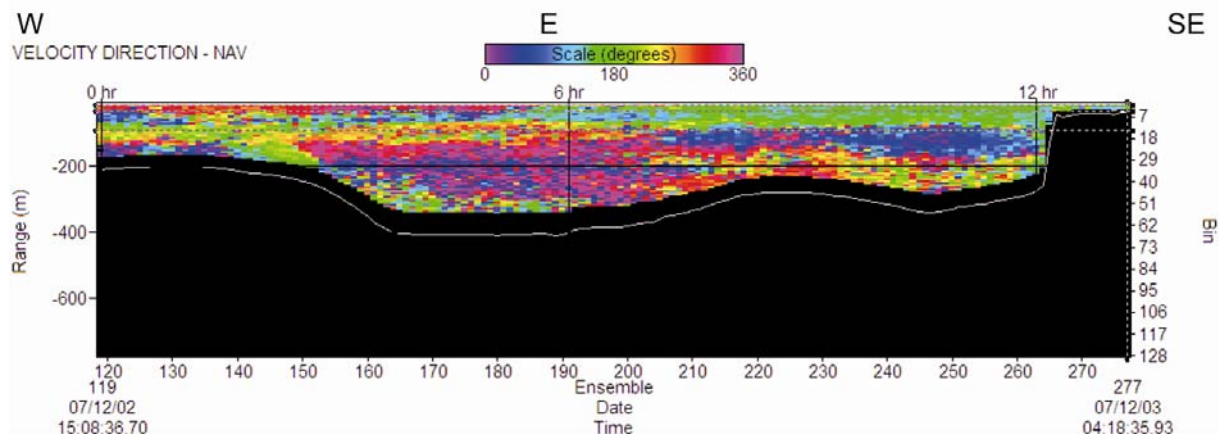


Abb. 1: ADCP Messungen der Strömungen in der Inner Sea der Malediven. Die Farben geben die Strömungsrichtung an.

Die seismischen Messungen, die während der Ausfahrt durchgeführt wurden, haben einen exzellenten Datensatz erbracht, mit dem es möglich sein wird, die jüngere geologische Geschichte der Malediven mit großem Detail zu rekonstruieren. Ein Beispiel für eines der seismischen Profile ist in Abb. 2 gezeigt. Das Profil ist knapp 40 km lang und liefert einen West-Ost Querschnitt durch das Archipel und einen ertrunkenen Riffkomplex. In der Mitte des Profils beträgt die Wassertiefe ca. 550 m, nach Westen und nach Osten fällt der Hang steil auf über 2000 m Wassertiefe ab. Wir schauen etwa einen Kilometer in den Meeresboden hinein. Zu erkennen sind nach Osten progradierende Sedimentkeile, deren Geometrien durch Meeresspiegelschwankungen kontrolliert werden. Am Meeresboden sind im Westen submarine Dünen ausgebildet. Das Kartieren des ersten Auftretens dieser Dünen wird es uns später erlauben, Aussagen zu treffen, wann sich das heutige Strömungsmuster entwickelt hat. In der Mitte des Profils ist in knapp 1 km Tiefe eine

starke Reflexion, die auf Gas hindeutet. Die Sedimente im östlichen Segment formen einen Konturit, der ebenfalls auf wirkende Strömungen hindeutet.

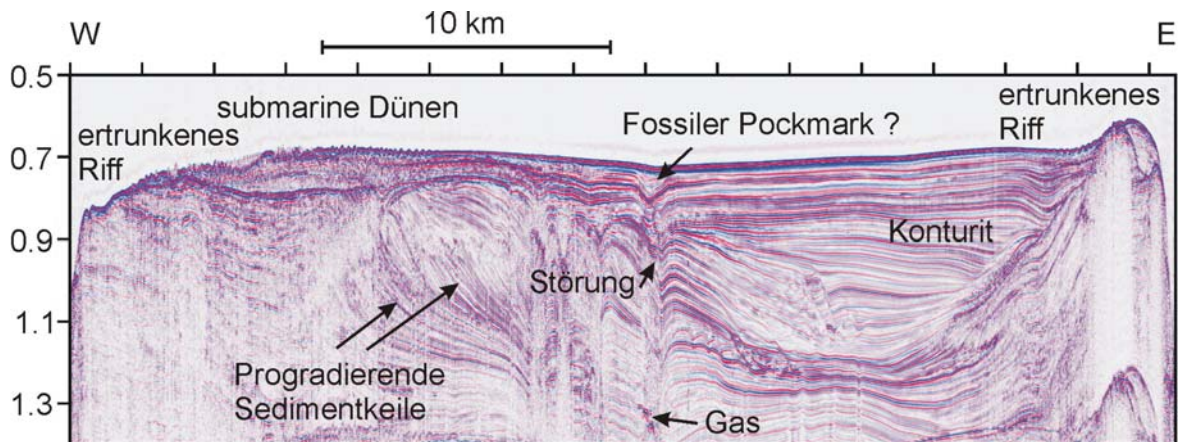


Abb. 2: Seismisches Profil durch den nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes (Kardiva Channel).

Die Morphologie der in der Seismik sichtbaren ertrunkenen Riffe ist in Abb. 3 gezeigt. Diese Meeresbodenkarte zeigt in der nördlichen Verlängerung des Nord Male Atolls 4 Stufen ertrunkener Riffkomplexe. Dies verdeutlicht, daß das Ertrinken der Riffe kein isochrones Ereignis war, sondern daß dieser Prozeß schrittweise ablief.

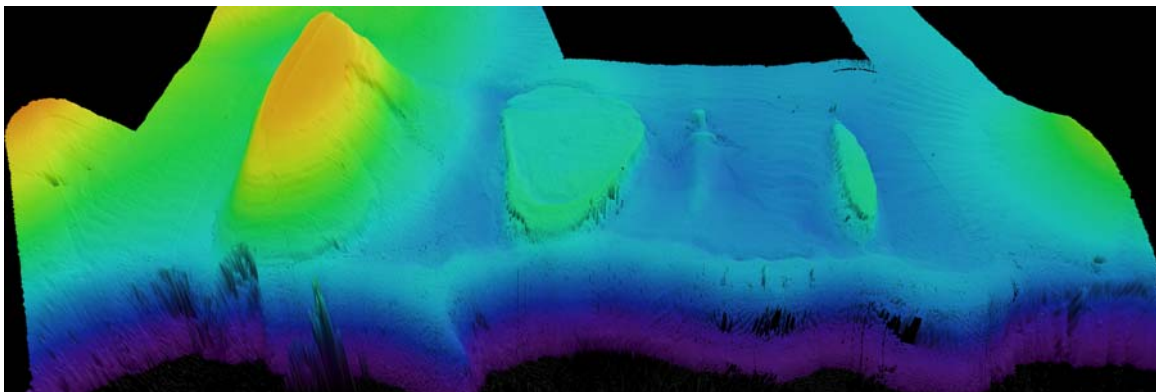


Abb. 3: Kette von ertrunkenen Riffkomplexen in der nördlichen. Blickrichtung von Ost nach West.

Äußerst erfolgreich waren die Einsätze des Kolbenlots, mit dem in der Inner Sea 13 Kerne mit Längen von 10 – 15 m gezogen wurden. Bisher wurden an Bord 6 der Kerne untersucht und beprobt, die restlichen werden auf dem Transit nach Port Louis bearbeitet werden. Eine vorläufige stratigraphische Interpretation der Schichtenfolge, basierend auf einer Korrelation der Farbscandaten und einer publizierten benthischen Sauerstoffisotopenkurve, ist in Abb. 4 gezeigt. Es resultiert daraus, daß die Sedimentationsraten in den unterschiedlichen Arbeitsgebieten der Inner Sea zwischen 1.5 und 6 cm pro tausend Jahre variiert. Bei den Sedimenten handelt es sich um Kalkschlämme und Kalksande mit pelagischen Komponenten und Flachwasserpartikel. Auf eine Beprobung entlang eines Transektes, welcher im Ari Atoll vermessen wurde, verzichteten wir nach der Auswertung der Parasounddaten, die im gesamten vermessenen Bereich nur eine sehr dünne Sedimentdecke anzeigen. Ein Kern am Fuße des Atollhangs in 172.5 m Wassertiefe belegt mit Schutt der Grünlage *Halimeda*, Rhodolithen und Riff-Detritus deutlich den Eintrag von Flachwasserkomponenten in das Becken.

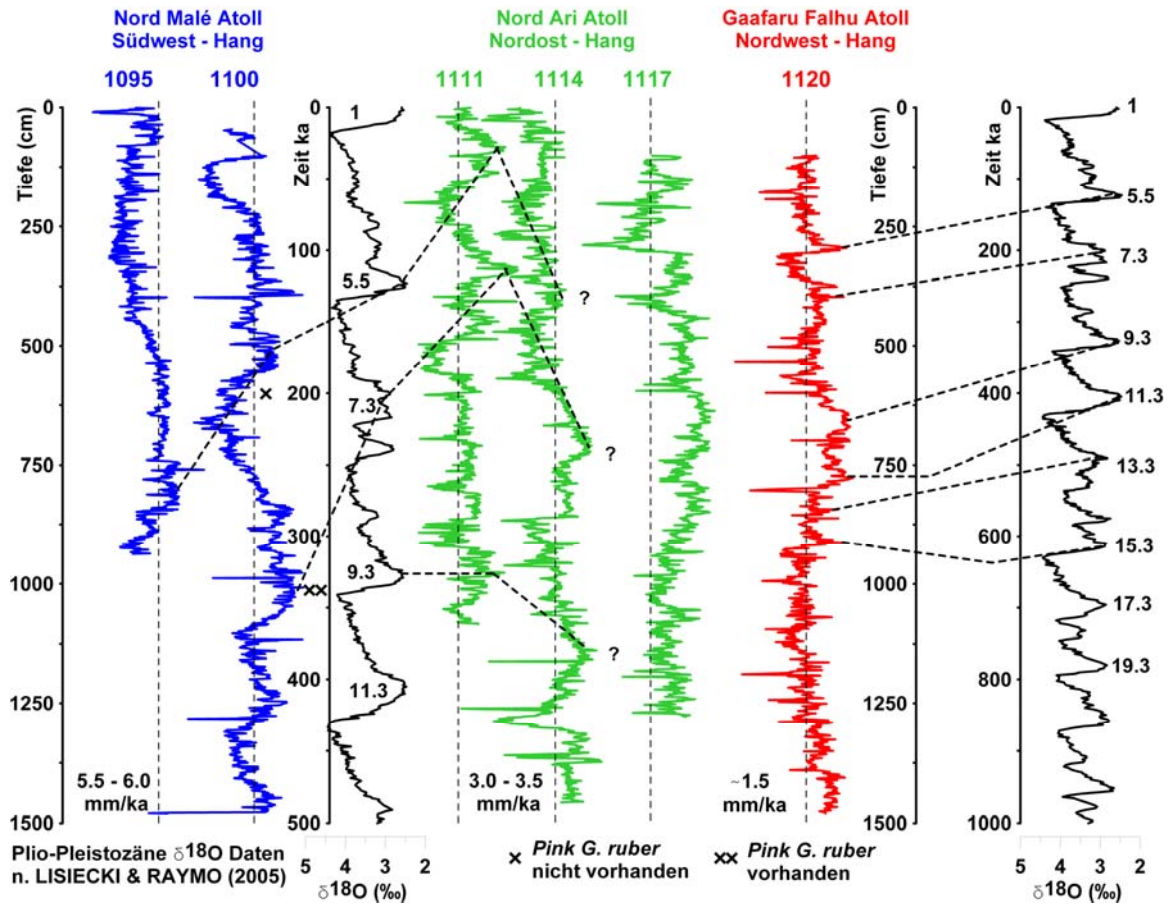


Abb. 4: Farbscan-Kurven der Kolbenlotkerne und Korrelation mit der Specmap Kurve.

Die während der laufenden Ausfahrt entdeckten submarinen Krater wurden nach der Auskartierung eines Teilgebietes auch geologisch beprobt. Die Wahl des zu beprobenden Kraters fiel dabei auf eines der kleineren Gebilde, der einem der Riff-Atolle nur wenige Kilometer vorgelagert ist, und einen Durchmesser von 500 m und einer Tiefe von 145 m hat (Abb. 5).

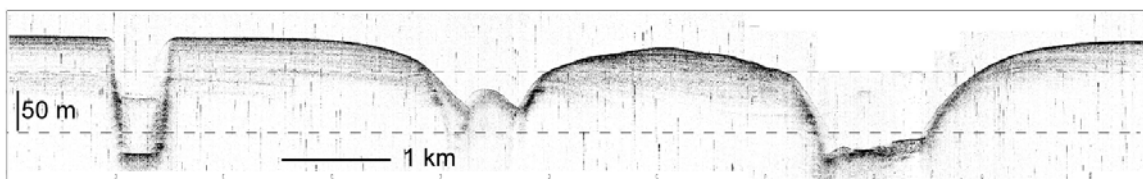


Abb. 5: Parasound Profil durch einige der submarinen Krater der Inner Sea. Der glattwandige Krater links im Bild, der auch geologisch beprobt wurde, wird als jünger interpretiert als die anderen Krater, in denen z.T. schon Rutschmassen vorkommen.

Es wurde eine Kastengreiferprobe genommen und ein 15 m Kolbenlotkern gezogen. Die obersten 30 cm der Kastengreiferprobe bestehen aus einem sehr feinkörnigen gradierten Kalzsilitt bis Kalkschlamm mit Holzstücken und Kunststoffhäckseln. Es wurde ca. 5 cm unter der Sedimentoberfläche auch ein Kunststoffbecher gefunden. Unsere Hypothese ist, daß es sich bei dieser Debritlege um den vom Tsunami im Dezember 2004 ausgelösten Tsunamit handelt.

Insgesamt haben wir während dieser Ausfahrt einen reichen Datensatz gewonnen, und die Ziele der Ausfahrt wurden erreicht. Wie oft ist der Erfolg das Ergebnis der

Bemühungen vieler, und hier geht der besondere Dank aller Wissenschaftler an die Mannschaft, die auch in den letzten Tagen der Ausfahrt, als einige technische Probleme aufkamen, mit immenser Flexibilität, Hilfsbereitschaft und Engagement ein Beprobungsprogramm ohne jegliche Abstriche ermöglichte.

Es grüßt im Namen aller Fahrtteilnehmer,

Christian Betzler
(Fahrtleiter)