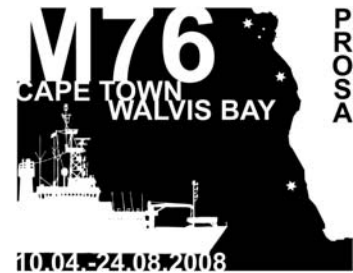


## 1. Wochenbericht Meteor Reise M76/1a

Kapstadt (Südafrika) – Walvis Bay (Namibia)

09.-13.04.2008



Wissenschaftliches Ziel der ersten beiden Abschnitte der Meteor Reise M76 ist die Erforschung der sogenannten tiefen Biosphäre. Nach groben Schätzungen beherbergt dieser, am wenigsten untersuchte Lebensraum auf unserem Planeten einen erheblichen Anteil der lebenden Biomasse der Erde. In den wenigen, im Hinblick auf entsprechende Fragestellungen untersuchten Sedimentkernen deuteten geochemische Porenwasserprofile, intakte Zellen, kultivierbare Bakterien und diverse Ergebnisse verschiedener molekularer Techniken auf mikrobielle Aktivität und die Existenz einer beachtlichen Konzentration mikrobieller Biomasse hin. Hierbei scheint die mikrobielle Aktivität an das ozeanographische Regime gekoppelt. Bei der Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaften wird deutlich, dass vielfach die detektierten Archaeen und Bakterien eine kosmopolitische Verbreitung in tief versenkten Sedimenten aufweisen, ohne dass jedoch zum jetzigen Zeitpunkt eine klare Systematik zu erkennen ist und die zur vertikalen und geographischen Verteilung beitragenden Kontrollparameter bekannt sind. Mit gezielten Tiefbohrungen in einem Hochakkumulationsgebiet am oberen Kontinentalhang vor Namibia soll ein verbessertes Verständnis der Stoffumsatzprozesse und der daran beteiligten Mikroorganismen erreicht werden.

Zur Beprobung der tiefen Sedimentschichten soll insbesondere das am Bremer Zentrum für Marine Umweltforschung (Marum) entwickelte Meeresbodenbohrgerät (MeBo) eingesetzt werden. In den vergangenen Monaten wurde dieses, bereits mehrfach erfolgreich eingesetzte Gerät umgebaut, so dass nun Sedimentkerne mittels Seilkernverfahren entnommen werden können. Mit den sehr umfangreichen Aufbauarbeiten konnte bereits am 9. April an Bord begonnen werden. Alle 10 Container waren zuvor in Kapstadt eingetroffen und befanden sich zu diesem Zeitpunkt bereits teilweise an Bord. Leider stellte sich heraus, dass der Isotopencontainer erheblich beschädigt war. Das gesamte Leitungssystem wie die Warmwasseraufbereitung waren defekt. Die Reparaturarbeiten halten zwar noch an, doch Dank des auch hierbei hervorragenden Einsatzes der Besatzung kann davon ausgegangen werden, dass uns der Container schon morgen, am 14., wieder zur Verfügung stehen wird. Die Aufbauarbeiten des MeBo verliefen bislang planmäßig. Noch im Hafenbecken von Kapstadt erfolgte ein erster Funktionstest. Sowohl das Aussetzmanöver, als auch ein Test der Spülpumpe verliefen dabei sehr erfolgreich. Die Vorbereitungen in den einzelnen Laboren sind ebenfalls schon sehr weit fortgeschritten.

Nach dem Auslaufen am 12.4. um 17 Uhr befinden wir uns derzeit auf der Anfahrt zur ersten Station bei 28°S. Etwa 1,5° südlich des Zentrums des oben angesprochenen Depocenters gelegen, sollen die hier zu beprobenden, weit weniger organischen Kohlenstoff

enthaltenden Sedimente wichtige Hintergrundinformationen liefern. Dank des ausgeprägten Benguela Stroms aus SSE sollten wir die Station am morgigen Vormittag erreichen.



Funktionstest des Meeresbodenbohrgeräts (MeBo) im Hafen von Kapstadt (Foto V. Diekamp)

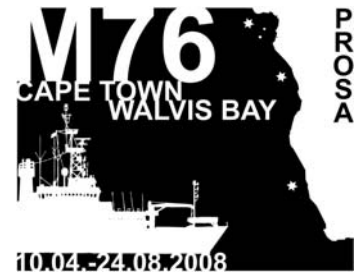
An Bord sind alle wohlauf. Das sehr gute Wetter und der relativ gering Seegang tragen ihr Übriges zur sehr guten Stimmung bei. Im Namen aller Teilnehmer und der Besatzung eine herzlichen Gruß,

Matthias Zabel

## 2. Wochenbericht Meteor Reise M76/1a

Kapstadt (Südafrika) – Walvis Bay (Namibia)

14.-20.04.2008



Am 14. April wurde die erste Beprobungsstation erreicht. Es erfolgten mehrfache Einsätze von Multicorer und Schwerelot. Aufgrund des aus Platzmangel nicht aufgebauten Absatzgestells sind wir bei Letzterem leider auf ein Kernrohr, sprich 6m beschränkt. Relativ raue See und zunehmende Winde aus Süd bis Südost erschwerten die Handhabung des Schwerelots an Deck erheblich. Dank der hervorragenden Arbeit der Besatzung konnten jedoch alle Einätze erfolgreich abgeschlossen werden. Erste geochemische und mikrobiologische Ergebnisse zeigen die erwartet geringen Umsatzraten an.

Die äußeren Bedingungen (mittlerer bis starker Wind aus SSE mit See um 3m) ließen einen Einsatz des MeBo in den ersten Tagen nicht zu. Die Wartezeit auf ruhigere Bedingungen wurde mit der Vermessung eines direkt nördlich anschließenden Gebietes verbracht. Schon im Fahrtbereich der Reise M34 wurde hier 1996 eine ungewöhnliche, nahezu kreisrunde Vertiefung im Meersboden beschrieben. Die genauere Vermessung mit Dem Tiefwasserecholot EM120 ergab nun, dass sich auf einer Fläche von nur ca. 360km<sup>2</sup> mindestens 68 dieser Strukturen befinden (Abb. 1). Ihre Durchmesser schwanken zwischen ca. 200 und 800m. Die tiefsten reichen mindestens 140m in den umgebenden Kontinentalhang, der hier eine Neigung von ca. 1,6° aufweist. Die Wassertiefe beträgt zwischen 1000-1400m. Weder südlich, noch nördlich dieses relativ eng begrenzten Gebietes wurden weitere Senken gefunden. Viele dieser Löcher scheinen entlang von Linien zu liegen. Das es sich, ähnlich wie beispielsweise auf dem Kongofächer, um Kohlenwasserstoff-Seeps handelt scheint eher unwahrscheinlich. Geochemische Ergebnisse auch aus früheren Fahrten belegen relative geringe, benthische Umsatzraten in diesem Gebiet. Soweit aus Parasound-Aufnahmen zu erkennen, erinnern die Vertiefungen an Einsturztrichter. Eine Vermutung ist, dass Lösungsprozesse für die Entstehung dieser sehr interessanten Strukturen verantwortlich sein könnten. Soweit dies die

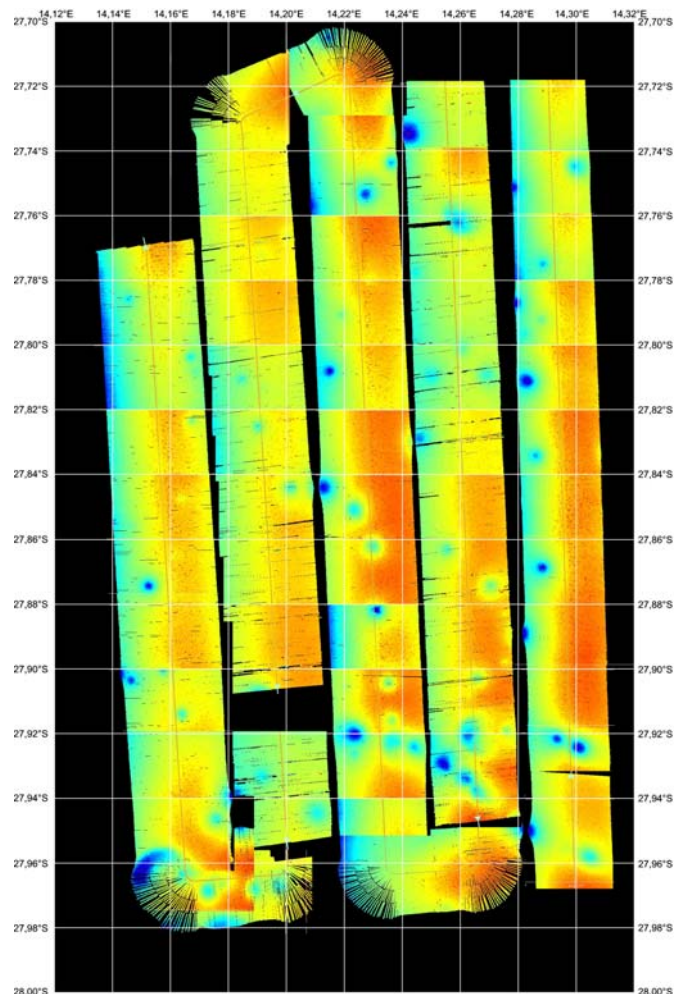


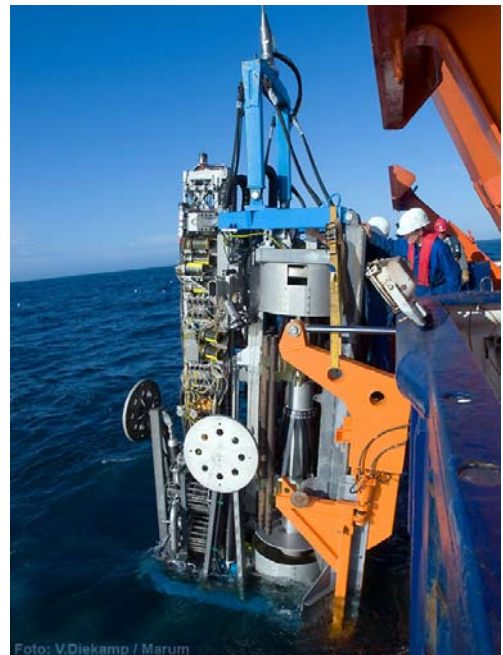
Abb. 1 EM120-Vermessung bei 27,8°S, 14,2°E

Soweit dies die

Reiseplanung zulässt, wollen wir noch im Verlauf dieser Reise in dieses Gebiet zurückkehren um Proben aus dem Innen- und Außenbereich zu gewinnen.

Nach Abschluss der Vermessungsfahrt fuhren wir das Hauptarbeitsgebiet, einen Profilschnitt senkrecht zum Kontinentalhang zw. 25,2°S und 24,6°S. Die erste angefahrene Station liegt bei einer Wassertiefe von 900m im Zentrum des Depocenters. Parasound lieferte hier klare Hinweise auf stellenweise freies Gas relativ dicht unter dem Meeresboden. Insgesamt wurden an dieser Station vier Multicorer- und 3 Schwereloteinsätze erfolgreich gefahren. Wie aus früheren Untersuchungen bekannt (M57/2) konnte die Sulfat-Methan Übergangszone (SMT) in ca. 3,50m Sedimenttiefe festgestellt werden. Neben geochemischen Analysen erfolgten bereit an Bord erste Untersuchungen der mikrobiellen Lebensgemeinschaften und verschiedene Inkubationsexperimente.

Dank der zwischenzeitlich günstigen Wetterverhältnisse konnte an dieser Position auch das Meeresbodenbohrgerät (MeBo) erstmals eingesetzt werden. Das war der erste Einsatz nach einer größeren Umbauaktion zum Seilkernverfahren. Neben dem Einbau einer Seilwinde, Seilumlenkungen und eines weiteren hydraulisch schwenkbaren Arms wurden auch eine neue digitale Telemetrie sowie neue Lampen integriert. Die Systemtests verliefen sowohl in der Wassersäule als auch am Boden in etwa 800m Tiefe erfolgreich. Zu Beginn der Kernarbeiten traten jedoch Schwierigkeiten in der Ansteuerung einzelner Funktionen des Rohrmagazins und des Greifarms auf, so dass ein kontrolliertes und sicheres Arbeiten nicht gegeben war. Dennoch wurde bewusst ein Risiko eingegangen und ein Kernrohr mit 3,40m Länge ins Sediment gedrückt, um die Funktion der neuen Kernrohre und Kernfänger zu testen. Nach etwa 12h war das MeBo wieder sicher an Deck. Trotz mehrfacher und länger anhaltender Ausfälle des DP-Systems, konnte das Schiff durch die Besatzung der Brücke hervorragend auf Position gehalten werden. Die meteorologischen Aussichten lassen für den Anfang der kommenden Woche abnehmenden Wind und niedrigere See erwarten. Ein zweites Aussetzen des Gerätes ist daher im Verlauf des Montag geplant.



**Abb. 2** Aussetzen des MeBo bei 25,5°S, 13,5°E

In der Zwischenzeit wurde die Beprobung der Sedimente mit Schwerelot und Multicorer in etwa 2000m Wassertiefe fortgesetzt. Mittlere Windstärke um 9 Bft und 5m See lassen zurzeit keine Stationsarbeiten zu. Mit Aussicht auf ruhigere Bedingungen in der kommenden Woche befinden wir uns momentan auf einer weiteren Profilfahrt mit Parasound. Trotz des Seegangs sind die Aufzeichnungen relativ gut, ein deutliche Verbesserung gegenüber der alten Anlage. Die Aufzeichnungen sollen dazu dienen die Ausdehnung des lokalen Hochakkumulationsgebietes in Raum und Zeit zu erfassen.

Alle an Bord sind guter Laune und wohlauf. Im Namen aller Teilnehmer und der Besatzung einen herzlichen Gruß,

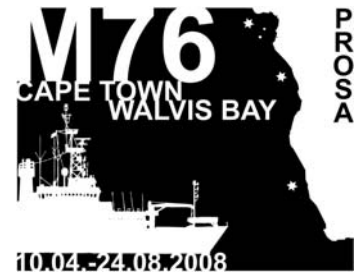
Matthias Zabel



### 3. Wochenbericht Meteor Reise M76/1b

Kapstadt (Südafrika) – Walvis Bay (Namibia)

21.-27.04.2008



On Monday, April 21, while waiting for weather conditions to improve for MeBo operations, we returned to the area of the sinkholes just north of 28°S – now nicknamed “Neptune’s Golf Course”. The recently upgraded dynamic positioning system and increased bow thruster capability on *Meteor* allowed us to park directly over a sinkhole (Site GeoB 12804 “Das Loch” : 27° 44.14’ S and 14°14.54’E, water depth 1250 m) and deploy sediment coring devices directly into the middle of the 140 deep by 200 meter wide hole in the sediment surface. Sediment samples obtained with the multi-corer exhibited a large degree of surface sediment patchiness. Unlike the nearby surface sediments that are comprised of a pale green nannofossil ooze, with a significant foraminiferal sand fraction, the sinkhole sediments were darker olive color with black mottling. *Beggiatoa*-like mats were found on the surface of some of the multicorer sediments, and a peak in dissolved sulfide exists at 5 cm. Some sediment cores were also occupied by several very thin (mm) black worms. Some of the cores had a gassy appearance, but no significant quantities of methane were measured. The overlying water was fully oxygenated, and the first chemical analyses also suggest that we are not dealing with a brine intrusion.

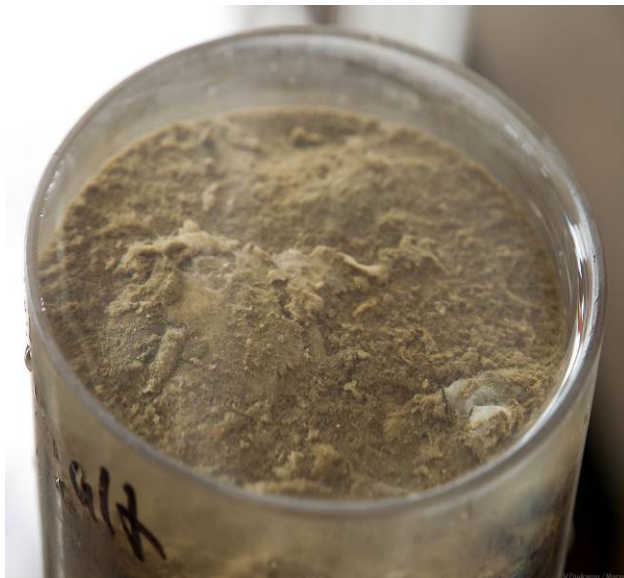


Figure 1: „Beggiatoa“ mat on surface of multi-core from Station GeoB12804, Photo: V. Diekamp, MARUM

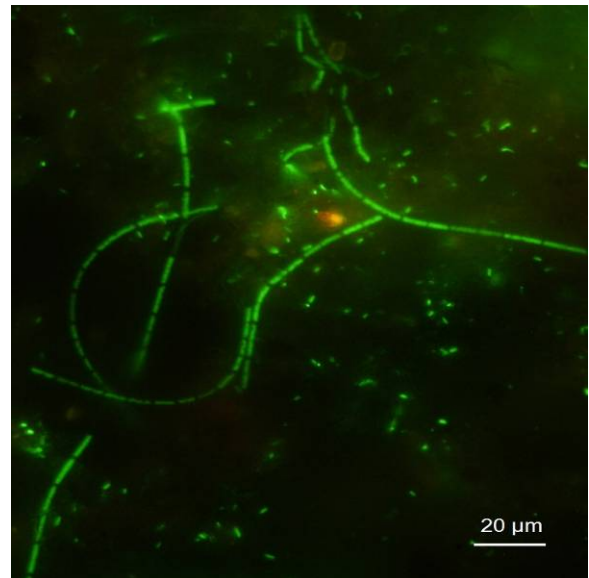


Figure 2: Filamentous bacteria from GeoB12804 mate, stained with Sybr-Green. Photo: B. Engelen, U. Oldenburg

With the onset of better weather, we returned to Site GeoB 12802 (25°30’S, 13°27’E). By Tuesday morning we were able to deploy the MeBo drilling rig. Initial problems with the wire-line operation caused us to retrieve MeBo, but it was soon again in the water. The rapidly accumulating MeBo experience paid off and the wire-line operations were successfully set into motion. Drilling and coring re-commenced on Wednesday. After drilling and wire-line coring with 6 sections to approximately 14 mbsf, problems unrelated to the wire-line operation required the retrieval MeBo on Thursday a few short hours before we would have had to break

operations off due to the impending end of Leg 1a. Samples from material retained in the core catchers from the various core barrels retrieved were sub-sampled for geochemical and microbiological analysis. Now that the MeBo team has gained considerable experience with the new wire-line operation, we can concentrate on obtaining high quality cores.

Friday morning found the *Meteor* lying just off Walvis Bay. There we exchanged 3 scientists off, and took 2 scientists onboard. T. Ferdelman assumed chief scientist responsibilities at this point from M. Zabel, one of the departing scientists. Due to deteriorating wave and wind conditions (swell at 3 to 3.5 m and wind to Bft. 5-6) further MeBo operations were postponed. In the meantime, we sailed to our proposed shelf site in the well-known Namibian coastal mud-belt. This extremely organic-rich diatomaceous ooze underlies anoxic, often sulfide-rich bottom waters. These sediments are also home to the famous *Thiomargarita namibiensis* – the world's largest bacteria. On Saturday, April 26, Site GeoB12806 (25° 00'S and 14°23'E; 130 meter water depth) in the middle of the southern stretch of the mud-belt was extensively sampled by multi-corer and gravity corer operations. The surface sediment was, as expected, very soupy mud with minor amounts of foraminifers and accessory amounts of diatoms, small snails, fish bones and fish scales. On the surface of the cores filaments of *Thiomargarita* were quite easy to see with the naked eye. H<sub>2</sub>S odor was present below the surface of the core. After some fine-tuning of the core-catcher, we were successful with our 6 m long gravity core in obtaining two 3 meter long gravity cores.

The selection of an appropriate secondary site for testing MeBo on more consolidated sediments was the object of a PARASOUND survey on Saturday night and Sunday morning. We have identified outcropping strata at the shelfbreak, where through drilling with the MeBo, we can access older sediment layers. A gravity core and surface multi-core samples obtained on Sunday morning suggest that Site GeoB12807 (25°21'S and 13°47'E; 300 meter water depth) is suitable for both meeting MeBo testing and cruise science objectives.

The weather is expected to improve after Wednesday, and we are optimistic about our chances to restart MeBo operations in the middle of the week. Presently, the ship finds itself on course to a deep water site on the lower continental slope.

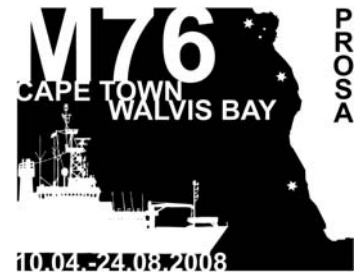
All is well on board. On behalf of the scientific party and ship's crew, our very best regards,

Timothy G. Ferdelman

#### 4. Wochenbericht Meteor Reise M76/1b

Kapstadt (Südafrika) – Walvis Bay (Namibia)

28.-04.05.2008



The week began as *Meteor* arrived at the continental rise site GeoB12808 (26°22'S , 11°53'E, 3794 meter water depth) in the mid morning hours of Monday April 28<sup>th</sup>. Here, we expected to obtain organic-poor, carbonate-rich sediments from beyond the continental margin depocenter. After some initial difficulties with the gravity coring – the coring device was simply too short and too heavy and thus “shot through” the creamy deep lying sediments – we were able to retrieve an excellent 5.6 meter long core. A matching Multicorer set of surface samples completed the coring operation at GeoB12808.

As expected, surface sediments consisted of a high carbonate fraction (foraminiferal/nannofossil ooze) with manganese oxides providing a darker brown coloration in the surface 10 cm. Sediment color alternates between dark (generally olive gray) and light (generally light grey) intervals throughout the core and exhibits clear indications of massive bioturbation throughout. The darker layers are expectedly comprised of higher organic, low carbonate-content sediments. Sediment pore water geochemistry indicates further ongoing microbial activity in the deeper, dark layers of sediment. Hydrogen sulfide, the product of microbial sulfate reduction, was detected at depths below 2 meters. The diffusion of hydrogen sulfide and subsequent precipitation of iron sulfides also leads to the prominent formation of the not only scientifically fascinating but aesthetically pleasing “Liesegang Rings” in the upper carbonate bearing sections of the cores (See figure 1).

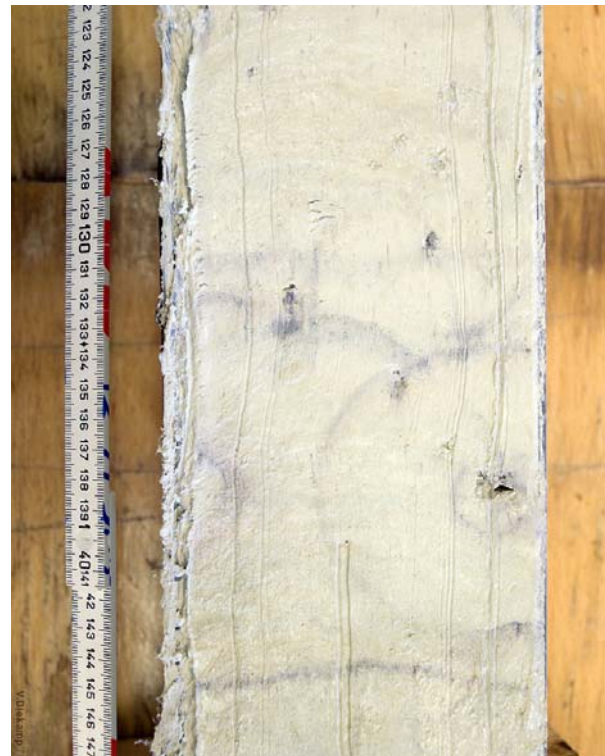


Figure 1. Dark purple „Liesegang Rings“ in depths of 3,1 to 3,6 meters below surface at SiteGeoB12808 (Photo: V. Diekamp, MARUM).

Although, the microbial activities are certainly an order of magnitude lower than comparable depths from the center of the high organic carbon content depocenter, these first indices of microbial activity in the sub-surface sediments at 4000 meter water depth clearly demonstrate the magnitude of this deep sub-seafloor microbial habitat. At the second scientific site meeting held onboard on Friday afternoon, scientists were pleased with the consistency between results from pore water geochemistry, lithology and microbial cell counts, the latter using the newer and perhaps more accurate Sybr Green stain (see 2. *Wochenbericht*). These preliminary data

demonstrate the importance of paleoceanographic events on the ongoing sub-seafloor microbial processes, and, moreover, the importance of the Benguela Upwelling system as an organic carbon depocenter of significance in the ocean carbon cycle.

With the completion of work at Station GeoB12808 on Monday night and with a short reoccupation of Station 12803 to obtain surface sediments, we had nearly completed our planned non-MeBo coring program. While we were waiting on the wind and wave conditions to improve for deployment of MeBo, we used Tuesday and the days following to complete the PARASOUND survey in the area north of 25°30'S to 24°00'S.

Diminishing swell and wind conditions finally allowed us to deploy the MeBo on late morning on May 2. Unfortunately problems with electrical insulation on the cable and with the MeBo winch meant that we had to bring MeBo back on deck. Thus, on Saturday we decided to use the break in MeBo operations to sample further sites in the mudbelt on the continental shelf.

Two additional sites north of the former Site GeoB12806 were sampled with Multicorer and gravity corer (GeoB12809, 24°17.1'S, 14°16.1'E, water depth 120 m; and GeoB12810, 24°03.2'S, 14°15.7'E, water depth 112 m). The 14,5° C water on the shelf was noticeably filled with a enormous abundance of large flocculent particles (estimates of hundreds per liter, cm in diameter). We recovered surface sediments, which were highly enriched in sulphur bacteria including thick mats of very large *Beggiatoa* and abundant *Thiomargarita* filaments. Snails and worms were observed on and in the surface sediments, consistent with the presence of a well oxygenated water column as measured by Winkler titration. Gravity cores successfully returned with cores (>3 m length) that penetrated to a known shelly layer, whose probable origin was from the sea-level low stand during the last glacial epoch.

On this first Sunday morning in May the weather remains friendly, and promises to remain so. We expect to test and deploy MeBo early this afternoon. Pleased with our last round of sediment samples, and optimistic with the expectation of obtaining more interesting samples, we look forward to the last full week of operations on **Meteor** Expedition 76-1. On behalf of the scientific party and ship's crew, our very best regards,

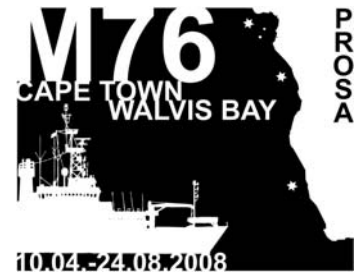
Timothy G. Ferdelman



## 5. Wochenbericht Meteor Reise M76/1b

Kapstadt (Südafrika) – Walvis Bay (Namibia)

05.05 -11.05.2008



This Pentacost (Pfingsten) Sunday marks the completion the fifth and and last week of the M76-1 expedition. **Meteor** is on a course for Walvis Bay and the science staff of M76-1 is homeward bound with samples and data from the surface and subsurface sediments of the Benguela Upwelling region. With a last PARASOUND profile, the last chemical analysis and packing, and arrival in Walvis Bay on Tuesday, the thirty day, sea-going leg of this expedition will come to a close.

The last week began with planned MeBo drill rig testing and deployment. A leak somewhere in the electrical insulation meant that we unfortunately had to retrieve the MeBo. Isolation of the failure indicated that the problem lay somewhere in the cabling or cable termination to the MeBo. The cable not only carries the 10 tons of weight of MeBo, but is also the conduit for electrical power and telemetry. The break in MeBo operations allowed us to obtain samples from an intermediate station along our depth-transect of nearly 3000 meter water depth. From there we returned to 28° South and the area of pockmarks, known to us as Neptune's Golf Course. There, we completed mapping of this area, and obtained surface and sub-surface sediment from three structures in addition to the original Site GeoB12804 ("Das Loch").

These additional soundings confirmed our first impression that the distribution of sediment within these depressions is patchy, with some areas of the bottom accumulating more sediment than others. The surface sediments are typical fine-grained, hemipelagic sediments, sometimes exhibiting extensive networks of worm burrows, and at Site 12804, dense deposits of fecal pellets. The genesis of the structures remains unclear – at least for us here onboard **Meteor**. However, we speculate that they may be relict structures and, at present, act as efficient traps of fine-grained, organic-rich material in this otherwise sediment starved region of the continental slope.

After departing the region the weather prognosis for Friday was not promising for another MeBo deployment, so we detoured to 10°E. This put us not only in the center of the high pressure system, but also well outside the continental slope sediment depocenter, and in deep

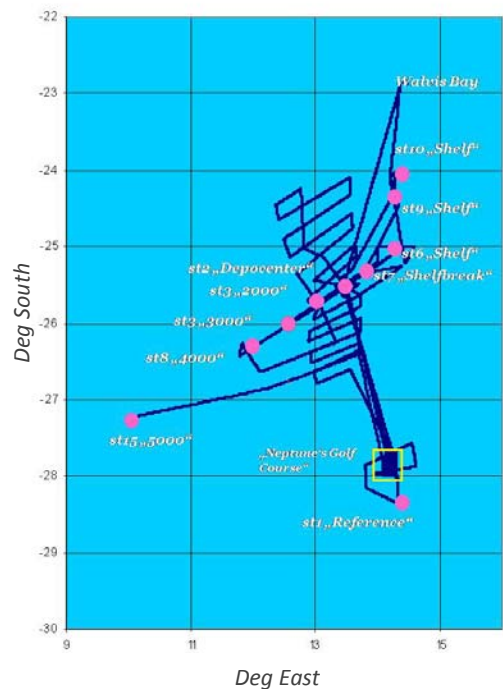


Figure 1. M76-1 cruise track and Station Location as of Friday evening, May 9, 2008

water of over 4600 meters. With this, our deepest station, we have completed a transect of over 275 nautical miles, ranging from the hypereutrophic sedimentary system that reigns on the Namibian shelf to the oligotrophic sediments of the Cape Abyssal Plain. The data collected during this expedition will add substantially to the current ongoing quantification of biomass and microbial activity in the global sub-seafloor ocean.

On Saturday, after a several days of re-engineering and very hard work in the face of mounting difficulties, MeBo was ready for another deployment. Wire-line operations commenced



Figure 2: The MeBo team preparing for the next deployment. (Photo: V. Diekamp/MARUM)

Saturday evening and by Sunday morning, drilling had extended to 24 meters below surface. The recovery of sediment in the cores was only modest, but initial impressions are that the samples came from the proper depths. A second deployment was planned at Station GeoB12807 on the shelfbreak to test methods to optimize core yield. However, wind and wave conditions precluded prospects for safe recovery and MeBo operations were concluded.

As **Meteor** Expedition M76-1 comes to a close, we look back on a productive five weeks of sample collection and analysis. Technical problems and weather more than once interfered with our original goals of several MeBo deployments. But a great deal of experience was gained with this highly promising technology. The Bremen proverb: *“Buten and Binnen, wagen und gewinnen.”* still very much captures the spirit of this expedition.

On behalf of the science party and **Meteor** crew, our very best regards,

Timothy G. Ferdelman

*On Friday, May 9, the flag on **Meteor** was flown at half-mast and, in concert with the **FS Polarstern** and the **FS Maria S. Merian**, the ship's horn was sounded at exactly 13:30 (MESZ) in memory of Prof. F. Schott (Kiel), who passed away last week after a long illness. Prof. Schott was intimately involved in German oceanographic research, sailed often on the **Meteor**, and served on the Advisory Board for **Meteor**.*