

## Wochenbericht M69/1, Gran Canaria - Cartagena

8. – 13. August

Samstag, 13. August 2006

Auf See, 35° 57'N, 005°39'W

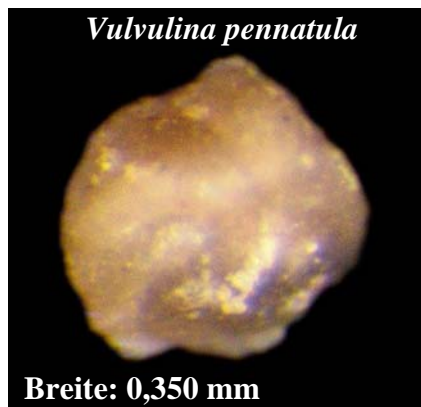
Gran Canaria – viele assoziieren mit diesem Namen Sonne, Urlaub und blaues Meers, einige auch Schnitzel unter Palmen. Für die wissenschaftlichen Fahrtteilnehmer des CARBMED Projektes war Gran Canaria jedoch Ausgangsort für die Messfahrt M69/1 mit dem Forschungsschiff FS *Meteor*. Die Insel empfing uns mit dem erwarteten guten Wetter, gerade zu dem Zeitpunkt, an dem das Wetter in Deutschland kühler wurde. Die siebenköpfige Vorgruppe betrat das Schiff am Montag das erste Mal, um die in sechs Containern verstaute Ausrüstung an Bord zu bringen. Am Dienstag dann bezogen wir Quartier auf dem Schiff und begannen unverzüglich mit dem Auspacken von über 200 Kisten. Zügig wurden die Gerätschaften in den während der letzten Werftzeit hervorragend renovierten Labore installiert. Die Mannschaft empfing uns gewohnt freundlich und hilfsbereit, so dass zum Abend hin Labore und Deck seeklar waren. Nach dem Auslaufen am Mittwoch begannen zunächst intensive Tests mit dem Parasound-System, das am späten Nachmittag beendet war. Dann begann die herbei gesehnte „richtige“ Seefahrt mit Kurs Nordost. Tagsüber liefen weitere vorbereitende Arbeiten, abends unterrichteten wir uns in Form von Kurzvorträgen über Ziele und Methodiken des Arbeitsprogramms.



Unsere vordringliche Aufgabe während des Transits war die Bergung von zwei Tiefsee-Observatorien (IFM-GEOMAR „modular lander“). Sie sind auf der Maria S. Merian – Fahrt M01/3 im Golf von Cadiz abgesetzt worden. Nach Funksignalen die von der ARGOS Satellitenüberwachung registriert wurden, bestand Grund zu der Annahme, dass eines der Observatorien Anfang Juli aufgeschwommen war. Wir haben während der Anreise die Frequenzen des Argos- und VHF-Peilsenders vom betreffenden Lander in regelmässigen Abständen überwacht und besetzten während der Tagesstunden den Ausguck. Zweimal wurde ein Argos-Sendesignal empfangen, das nach der jeweiligen Kennung von

anderen Einheiten stammte. Der Lander wurde nicht gesichtet. Am 12.8.2006 konnten wir um 3 Uhr GMT ein Observatorium (PWPL-Lander) vom Captain Arutyunov Schlammvulkan bei ruhiger See und Mondlicht erfolgreich bergen. Die Instrumente (CTD, Strömungsmesser und Porenwasserlanze) sind unbeschädigt, die Instrumentengehäuse und der Rahmen des PWPL-Landers sind nach 88 Tagen in 1300 m Wassertiefe nur mässig und stellenweise korrodiert. Um 6 Uhr GMT haben wir auf dem Renard Ridge vor Marokko bei 575 m Wassertiefe erfolglos versucht, das zweite Observatorium (DOS-Lander) hydroakustisch anzusprechen. Nach zahllosen Versuchen auf zwei verschiedenen Positionen in unmittelbarer Nähe der Absetzposition haben wir die Suche enttäuscht eingestellt.

Der PWPL-Lander war im oberen Teil von einem dünnen, grüngrauen Biofilm aus anastomosierenden Schleimfäden überzogen. An den Schleimfäden hafteten Schlammflocken und vereinzelt grobe Komponenten (Lithoklasten und Planktonforaminiferen) Sie belegen, dass der Lander einem staken hydrodynamischen Umfeld ausgesetzt war. Er ist nur sehr spärlich mit Epizoen (Hydrozoen, Komokiazeen und Benthosforaminiferen) bewachsen. An Benthosforaminiferen konnten wir mehrere Exemplare von *Vulvulina pennatula* (Batsch 1791) absammeln. Die Individuen sind mit 0,350 mm Grösse und nach maximal fast drei



Monaten Lebenszeit noch nicht im adulten Stadium. Von dieser am westeuropäischen Kontinentalrand nicht seltenen Art sind aus dem Golf von Cadiz bislang nur zwei lebende Exemplare beschrieben worden. *Vulvulina pennatula* ist an starke Bodenströmungen angepasst, und hatte sich auf dem Lander in ca. 130 cm über dem Meeresboden angeheftet. Die neuen Funde untermauern die Unverzichtbarkeit von Tiefsee-Observatorien für geo-biologische Untersuchungen.

Noch am gleichen Tag erreichten wir das erste Arbeitsgebiet mit einer geologisch-neotektonischen Fragestellung. Dieses Gebiet liegt nahe der Küste zwischen der Straße von Gibraltar und dem Kap Trafalgar. Dort soll nach der Ursache zweier Erdbeben gesucht werden, die um 50 nach Chr. und 400 nach Chr. das römische Fischerdörfchen Baelo Claudia (heute Bolonia) bei Tarifa zerstörten. Der Tunfischreichtum an der Costa de la Luz und der wirtschaftlich wichtige Export von Garum, einer Tunfischpaste, ins gesamte Römische Reich waren wohl die Gründe für den Wiederaufbau. Die Ursache, das Epizentrum und die Intensität der Beben sind unklar. Eine mögliche seismogene Quelle, eine aktive Verwerfung, liegt nahe bei Baelo Claudia und streicht am Cabo de Gracia in den Golf von Cadiz. Sie ist an Land zum einen nicht lang genug, um ein Erdbeben der geschätzten Richtermagnitude 5,5-6 zu erzeugen, zum anderen zeigten Kartierungen an Land, dass das Epizentrum vermutlich im Meer lag. Mit dem Auslegen des Streamers begannen auch die Aufzeichnungen mit Parasound und Simrad zum Kartieren des Meeresbodens und der Verlängerung der Störung mit reflexionsseismischen und hydroakustischen Methoden. Ähnlich wie bei einer ärztlichen Ultraschalluntersuchung werden in unterschiedlichen Frequenzen Schallwellen ausgesendet, die durch die Wassersäule in den Meeresboden eindringen und an geologischen Schichtgrenzen reflektiert werden. Entlang des Schiffskurses werden so Erdstrukturen bis in Tiefen von 1-2 km unterhalb des Meeresbodens abgebildet. Diese Untersuchungen sollen zum einen dazu dienen, geologische Störungen zu erfassen, die einen Hinweis auf die für diese Erdbeben verantwortlichen Strukturen liefern können. Zum anderen sollen geeignete Sediment-Probennahmegebiete gefunden werden, die Aussagen über karbonatische Ablagerungsprozesse ermöglichen könnten.

Ab heute wird rund um die Uhr gearbeitet, die Phase der regelmäßigen Arbeitszeiten ist mit Aufnahme der profilierenden Messungen endgültig vorbei. Die für die Region typischen, starken Meeresströmungen von über 10 km/h stellen allerdings für die außenbords geschleppten seismischen Gerätschaften eine ziemliche Belastung dar. Mit den ersten hereinkommenden, ohne Frage sehr ermutigenden Daten steigt die Spannung spürbar, in wie weit wir unsere Fragestellungen werden beantworten können.

Alle Fahrtteilnehmer sind wohlauf und senden Grüße nach Hause.

Dr. Christian Hübscher  
(Fahrtleiter)

## 2. Wochenbericht M69/1, Gran Canaria - Cartagena

14. – 20. August

Samstag, 20. August 2006 (auf See, 35° 47'N, 000°34'W)

Die reflexionsseismischen und hydroakustischen Untersuchungen im Arbeitsgebiet zwischen Kap Trafalgar und Tarifa verliefen sehr erfolgreich. Aus den vorprozessierten Daten lassen sich sehr markant die tektonischen Bruchmuster der Region ableiten und damit die Verbindungen zu den Verwerfungen an Land nachvollziehen. Die neotektonisch gestörten pliozänen Sedimente konnten gut abgebildet werden, die Deformation muss also jünger sein.

Ein wichtiger Themenkomplex der Expedition ist die Charakterisierung der Karbonatproduktion in flachen Schelfgewässern temperierter Breiten. Flachwasserkarbonate werden eigentlich in den flachen, warmen, oligotrophen und lichtdurchfluteten Gewässern der Tropen gebildet, es wurde in den letzten Jahren aber nicht zuletzt durch die federführenden Arbeiten deutscher Geowissenschaftler immer klarer, dass es auch in temperierten und kalten Gewässern erhebliche biogen gebildete Karbonatvorkommen gibt. Das Mittelmeer mit der Straße von Gibraltar ist daher ein hervorragendes natürliches Labor. Der Meeresboden wurde mittels Backen- und Kastengreifer, sowie mit dem Schwerelot beprobt. An mehreren Lokalisationen wurde eine reiche Karbonatfauna und Flora geborgen und in einer ersten Beschreibung erfasst. Als vielversprechendes Zwischenresultat dieser ersten Katalogisierung lässt sich festhalten, dass in den Sedimenten vor allem Bryozoen und Mollusken vorkommen, es sich also um eine sogenannte Bryomol-Assoziation von Organismen handelt. Überraschend war der Fund diverser Korallengattungen, die aus dieser Region bisher unbekannt sind.

Trotz starker Strömung haben wir in der Strasse von Gibraltar erfolgreich an zwei Stationen Wasser- und Planktonproben genommen. Die Gibraltarstrasse ist eine Schlüsselregion für den Wasseraustausch zwischen dem Mittelmeer und dem Atlantik. Das atlantische Wasser strömt an die Oberfläche in das Mittelmeer hinauf während das salzige Mittelmeerwasser in Tiefen unter 200 m in den Atlantik strömt. Die Strasse ist nur wenige Meilen breit und stellt eine ideale Stelle für die Beobachtung von Plankton- und Chemikalien Transport dar. Die sog. Multischließnetze (Abb. 1) beinhalten eine reiche und diverse Fauna planktischer Foraminiferen. So konnten wir einen deutlichen Unterschied zwischen der Fauna in dem tiefen Ausstrom und dem Flachwasser nachweisen. In den tiefen Netzen haben wir seltene, einzigartig gut erhaltene Arten von Foraminiferen gefunden. Die Foraminiferen werden später genetisch untersucht, um den Genaustausch zwischen Mittelmeerplankton und atlantischem Plankton besser zu verstehen.



Abb.1. Das Multischließnetz kommt an die Oberfläche.

Das nächste von der METEOR angelaufene Arbeitsgebiet, der submarine Alboran Rücken, der mit der 17 m hohen Alboran Insel auch bis über die Meeresoberfläche reicht, war nach nur wenigen Stunden Transitzeit erreicht. Der Alboran Rücken bildet im westlichen Mittelmeer ein isoliertes Hochgebiet und somit ein reines, von siliziklastischem Einfluß geschütztes Karbonatsedimentationsgebiet. Die reflexionsseismischen Untersuchungen am Alboran Rücken dienen unter anderem der Kartierung von Driftsedimenten. Letztere sind Zeugen der Einwirkung von Meeresströmungen auf die Sedimentation. Ihre internen und externen Strukturen ermöglichen es Rückschlüsse über die Richtung der Strömung sowie über ihre Variabilität zu ziehen. Zudem lassen sich auch Aussagen über das Störungsregime in der Vergangenheit

ableiten. Über die Tiefenlage der Driftkörper kann die Bewegung bestimmter Wassermassen rekonstruiert werden, wie z.B. das Levantische Zwischenwasser, welches in 200-600 m Mittelmeerwasser über die Gibraltar Schwelle in den Atlantik transportiert. Wassermassen müssen auf dem Weg in das östliche Mittelmeer bzw. in den Atlantik den Alboranrücken umfließen. In ihrem Strömungsschatten können sich dann Driftsedimente akkumulieren.

Einen repräsentativen Einblick in die Karbonatproduktionstätte, in die sogenannte "carbonate factory", rund um die Alboran Insel vermittelt Abb. 2. Es handelt sich hier um eine Probe, die mit dem Backengreifer in einer Wassertiefe von 60 m genommen wurde. Es kommen an dieser



Stelle Rhodolithe mit einem Durchmesser von mehr als 10 cm vor, die in reine bioklastische Karbonatsande eingebettet sind. Die Kernbohrungen wurden so gewählt, dass wir entlang eines Tiefenprofils von 40 m bis in eine Wassertiefe von 65 m Erkenntnisse über die Veränderung der Karbonatproduktion mit zunehmender Wassertiefe, zum anderen aber auch über die zeitliche Dynamik des Sedimentationsraums gewinnen konnten. Zum Einsatz für die Kernbohrungen kam das *Vibrocorer* Gerät vom IOW in Warnemünde. Dank der überragenden Leistungen der Techniker hier an Bord und der Decksmannschaft der METEOR ist es uns bei optimalen Wetterbedingungen gelungen, die diffizilen Kernbohrungen mit einem vollen Erfolg an drei Lokationen durchzuführen.

Ein weiteres Ziel unserer Reise ist ein vertieftes Verständnis der Funktionsweise von Tiefsee-Ökosystemen und ihre Reaktion auf Umweltveränderungen. Hierzu wurde in der Region nördlich von Alboran ein sogenannter *Multicorer* eingesetzt, mit dem der Sediment-Wasser-Grenzbereich ungestört beprobt werden kann. Wesentliches Augenmerk galt hierbei den benthischen Foraminiferen, einzelligen Organismen, die sehr kunstvolle Gehäuse aufbauen und in großer Zahl und Artenvielfalt in den obersten Sedimentzentimetern leben. Eine erste Einschätzung der Faunen zeigt, dass im Alboran Meer sehr viel organisches Material zum Meeresboden absinkt und dort eine hochdiverse Mikrofauna hervorbringt. Entsprechende Ökosysteme aus vergleichbaren Wassertiefen des nährstoffarmen östlichen Mittelmeeres sind sehr viel artenärmer. Dies zeigt, dass die Ökosysteme der Tiefsee eng an die Bedingungen im oberflächennahen Ozean gekoppelt sind und somit auch auf Klimaänderungen reagieren können. Die Schwerelote entlang der Carboneras-Störung lieferten sehr schöne und auch lange Kerne feinkörniger Sedimente, der längste maß knapp 6 m. Die Carboneras-Störung mündet in den Golf von Almeria und setzt sich im Mittelmeer noch ca. 70 km fort. Auch hier veranlassten uns historische Überlieferungen aus dem Jahr 1522 über Erdbeben und tsunami-ähnlichen Überflutungen im Hinterland nach dem aktiven Segment der Carboneras-Störung zu suchen. In Kooperation mit der CSIC und Univ. Barcelona, eine Wissenschaftlerin ist bei uns Gast an Bord, wurde die Bohrplätze ausgewählt. Mit den Kernen wollen wir für diesen Raum ein Alters- und Sedimentationsmodell erstellen, um die Aktivität der beobachteten Störungen am Meeresboden datieren zu können. Mit dem langen Kern decken wir den Bereich bis in das letzte Glazial ab. Die Bohrkerne werden dann später an Land bearbeitet, auf die Ergebnisse sind wir sehr gespannt.

Die Woche endete mit dem Transit zur algerischen Küste vor Oran, wo bei schönstem Wetter umfangreiche geophysikalische und geologische Arbeiten aufgenommen wurden.

Alle Fahrtteilnehmer sind wohl auf und senden Grüße nach Hause.

Dr. Christian Hübscher  
(Fahrtleiter)



### 3. Wochenbericht M69/1, Gran Canaria - Cartagena 21. – 29. August

Sonntag, 28. August 2006 (auf See)

Die dritte Woche der Ausfahrt M 69/1 erlaubte es den Sedimentologen und Paläontologen zwei unterschiedliche neritische Karbonatsysteme des westlichen Mittelmeers in Augenschein zu nehmen: die Bucht von Oran an der algerischen Küste und der flache Kontinentalschelf vor der Südküste Mallorcas. In beiden Fällen wurde nach dem bewährtem Muster der geophysikalischen Vorerkundung und Auswahl geeigneter Beprobungspunkte und der darauf aufbauenden Sedimentbeprobung an ausgesuchten Lokalitäten vorgegangen. Es stellte sich bei der Vorerkundung der Bucht von Oran überraschenderweise heraus, daß der Meeresboden der Bucht aus einem äußerst komplexen Mosaik lokaler Depozentren und Felsgründen besteht. Nach Auswahl der Probenpunkte arbeiteten wir 30 Stunden am Stück, um die zur Verfügung stehende Schiffszeit optimal zu nutzen. Mit der großartigen Unterstützung der marinen Techniker und der Mannschaft ist es uns dabei gelungen, das gesamte gesteckte Programm durchzuführen und sogar noch mehr Proben zu gewinnen, als ursprünglich erwartet. Auch das Arbeitsgebiet vor Mallorca erfüllte alle gestellten Erwartungen. Die Bedienung des *Vibrocorers* war jetzt schon Routine und es gelang uns hier acht Kerne mit z.T. sehr guter Qualität zu ziehen.

Alle während der Ausfahrt gezogenen Sedimentkerne und Backengreifer- und Kastenlotproben sind bereits aufgenommen und beschrieben. Obwohl eine tiefgehende Untersuchung der Proben und Kerne natürlich erst an Land stattfinden kann, liegen schon jetzt eine Reihe von vielversprechenden Zwischenergebnissen zur Sedimentologie und Paläontologie der temperierten Karbonate des westlichen Mittelmeers vor. So haben wir z.B. in vielen Fällen in den Bohrungen das Substrat erreicht und haben somit die Möglichkeit die Entwicklung der Systeme im Holozän zu rekonstruieren. Weiter zeichnet es sich ab, daß die Karbonate in Oran und Alboran eine gewissen Ähnlichkeit der Faziesabfolge haben, Mallorca hingegen eine andere Faziesvergesellschaftung beherbergt. Hier überraschte vor allem der hohe Kalkschlammgehalt im Sediment. Alle Systeme haben die Gemeinsamkeit, daß die Rotalgen die Karbonatproduktion dominieren.

Bei der Anfahrt auf das Arbeitsgebiet Mallorca kam wie schon in der Strasse von Gibraltar und der Alboran See der Hydro-Bios Grossraumwasserschöpfer (Edelstahl) mit einem



Fassungsvermögen von 400 Litern zum Einsatz. Die Wasserproben wurden in 150, 500 und 1500m Tiefe genommen, jeweils stellvertretend für die Wassermassen MAW (Modified Atlantic Water), LIW (Levantine Intermediate Water) und WMDW (West Mediterranean Deep Water). Südlich von Mallorca erfolgte die letzte Probenahme aus den o.g. Wassermassen aus einer Wassertiefe von 1800 m. Die im Wasser gelösten organischen Inhaltsstoffe (DOM) werden mit Tangentialflussfiltration in hoch- und niedermolekulare Fraktionen

getrennt, aus denen in weiterer Folge mittels Festphasenextraktion die gelösten Huminsäuren (auch „Gelbstoff“ genannt) für Element- und Isotopenanalytik isoliert werden sollen, zur Bestimmung von Herkunft und Diagenese dieses Materials.

Die reflexionsseismische Erkundung am Südrand Mallorcas dokumentiert zum ersten Mal das Auftreten von Driftsedimenten im Bereich des Mallorca Kanals. Sie sind vermutlich auf die Einwirkung des Levantinischen Zwischenwassers zurückzuführen, dass in einer Tiefe von 200-600 m vom östlichen Mittelmeer, wo es gebildet wird, in den Atlantik strömt. In 250 m Tiefe, wo die Strömung vermutlich am stärksten ist, lassen sich Sedimentwellen-Felder beobachten. Im Untersuchungsgebiet können in der Auswertephase mehrere Generationen von Driftkörpern auskartiert werden, die auf der Messinischen Erosionsdiskordanz (M-Reflektor) aufliegen und somit über 5 Millionen Jahre alt sind. Dies impliziert, dass sich bereits nach dem Messin und der Flutung des Mittelmeeres ein dem heutigen Strömungsregime ähnliches Zirkulationsmuster etabliert haben muss.

Zwischen 5.4 und 5.9 Millionen Jahre vor heute war das Mittelmeer vom Atlantik weitgehend abgeschnitten. Die Verdunstungsrate war höher wie heute, was zu einem Absinken des Meeresspiegels von vielen hundert Metern führte. Der trocken gefallene Meeresboden wurde diskordant erodiert, was sich in den seismischen Daten widerspiegelt. Überraschender Weise gibt es deutliche Hinweise auf flächig ausgedehnte Ansammlungen von Gas unterhalb dieser M-Reflexion. An Störungen steigt das Gas auf und sammelt sich in wenig permeablen Lagen innerhalb der plio-quartären Sedimentdecke. Nahe der Küste von Mallorca ist der Gasgehalt sogar soweit angestiegen, dass die seismischen oder hydroakustischen Signale nicht in den Meeresboden eindringen können.

Am heutigen Sonntag nach dem Frühstück endeten die wissenschaftlichen Messungen. Seitdem läuft Meteor mit Kurs Südwest Richtung Cartagena, wo wir am Montag früh einlaufen



werden. Die Datenakquisition während der Fahrt kann schon jetzt als voller Erfolg gewertet werden. Zu verdanken ist dies der hervorragende Zusammenarbeit zwischen Mannschaft und Wissenschaft, aber ganz sicher auch dem phantastischen Einsatz der Studierenden hier an Bord.

Auch im Namen meiner Kolleginnen und Kollegen bedanke ich mich bei Kapitän Keil und seiner Mannschaft für die gute Zeit an Bord.

Alle Fahrtteilnehmer sind wohl auf und senden Grüße nach Hause.

Dr. Christian Hübscher  
(Fahrtleiter)