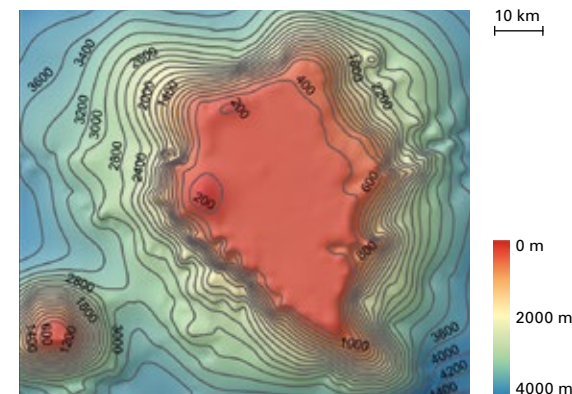


GIPFELSTÜRMER IN DER TIEFE

Forschungsfahrten zum größten atlantischen Seeberg



Zu den am wenigsten erforschten Lebensräumen im Meer gehören die Seeberge. Es sind mitunter riesige Plateaus oder auch steile Gipfel, an ihren Hängen und Kliffen geht es manchmal Tausende Meter in die Tiefe hinunter. Hier entwickeln sich ganz eigene Lebensgemeinschaften.



Karte der Großen Meteorbank mit Isobathen und farbiger Tiefenkennzeichnung. Links unten: die Kleine Meteorbank

von Kai Horst George, Achim Wehrmann & André Freiwald

Noch im 19. Jahrhundert stellte man sich die Tiefsee als riesige gleichförmige Ebene vor. Heute wissen wir, dass unzählige Erhebungen, Seeberge genannt, vom Meeresgrund emporragen. Einer davon, die Große Meteorbank, gilt als der größte Seeberg im Atlantischen Ozean. Aus über 4000 Meter Tiefe erhebt er sich bis auf etwa 300 Meter unter der Wasseroberfläche. Seit ihrer Entdeckung im Jahre 1938 war die Große Meteorbank Ziel zahlreicher wissenschaftlicher Forschungsreisen.

Im Jahre 1938 entdeckte das damalige Vermessungsschiff METEOR etwa 700 Seemeilen westlich der Kanaren einen gewaltigen Seeberg, der, nach dem Schiff benannt, als „Große Meteorbank“ (GMB) seinen Eintrag in die Seekarten fand (Ulrich 1971, s. oben). Die GMB ist einer von mehr als 100 000 weltweit kartierten Seebergen. Zusammen mit einigen weiteren Erhebungen bildet sie den sogenannten Atlantis-Meteor-Seeberg-Komplex, der sich Y-förmig von Süden in Richtung Azoren erstreckt (Grevemeyer 1994). Die GMB hat eine

plateauartige Kuppe, ist also ein Tafelberg oder „Guyot“ (Dietrich et al. 1975). Allein das Plateau umfasst eine Fläche, die etwa der von Hamburg entspricht, und das Volumen der GMB übersteigt das des Fudschijamas um das 95-Fache (Ulrich 1971).

Sedimente als Umweltarchive

Wie fast alle Seeberge ist auch die GMB vulkanischen Ursprungs und besitzt einen basaltischen Kern. Altersdatierungen von Basaltproben aus den höheren Flankenbereichen der GMB ergaben ein Alter zwischen 16,4 und 10,7 Millionen Jahren (Mittel-Miozän; Wendt et al. 1976). Der genaue Beginn des zunächst submarinen Vulkanismus ist unklar, da Proben aus dem Kern fehlen, er wird aber durch das Alter der Ozeankruste in der unmittelbaren Umgebung auf maximal 84 Millionen Jahre (Ober-Kreide) begrenzt (Grevemeyer 1994). Vor rund zehn Millionen Jahren endete die vulkanische Aktivität. ▾

.....
METEOR-Forschungsreise M151 ATHENA // 1. Eintrag vom 23. Oktober 2018
.....

Die See meint es nicht gut mit uns. Das Forschungsschiff METEOR (s. Seite 74) liegt aufgestoppt über der Nordflanke der GMB und Wissenschaft und Besatzung schauen angestrengt auf die anlaufende hohe Dünung, deren Wellenfronten von einem nahegelegenen Tiefdruckgebiet in unsere Position ausgesandt werden. Die Entscheidung, den Squid-Tauchroboter vom MARUM der Universität Bremen (s. Seite 75) hier und heute einzusetzen, obliegt neben dem Kapitän vor allem dem technischen Einsatzleiter Nicolas Nowald und seinem Team. Die Lage ist zumindest grenzwertig und niemand möchte in diesem Moment mit den beiden tauschen.

**Sogenannten biosedi-
mentären Systemen
galt unser besonderes
Interesse auf der
POSEIDON-Fahrt P397
GroMet (2010).**

Seit dieser Zeit erzählen die zwischen 150 und 600 Meter mächtigen Sedimentgesteine, die das heutige Plateau (1132 km²) der GMB aufbauen, die weitere Entwicklungsgeschichte des größten Seebergs im Atlantik (Dietrich et al. 1975). Weit entfernt von kontinentalen Sedimentquellen sind es vor allem unterschiedliche marine Habitate, die mit ihrem biogenen Skelettmaterial zur Sedimentation beitragen. Diesen sogenannten biosedimentären Systemen galt unser besonderes Interesse auf der POSEIDON-Fahrt P397 GroMet (2010), da sie viele Umweltinformationen beinhalten und zudem eine recht genaue Altersbestimmung erlauben. Die rezenten Sedimente spiegeln dabei die aktuellen Umweltbedingungen und Prozesse wider und erlauben bei einem aktualistischen Forschungsansatz – „the present is the key to the past“ – die Rekonstruktion fossiler Lebens- und Ablagerungsräume.

Blick in die Vergangenheit

So weisen ausgedehnte subtropische Flachwasserkalke mit Corallinaceen (Krustenrotalgen), Bryozoen (Moostierchen) und Großforaminiferen darauf hin, dass bereits zum Ende des Ober-Miozäns die ehemalige Vulkaninsel durch die Kraft der Wellen weitgehend abgetragen war. Zu diesem Zeitpunkt lag das Plateau noch in lichtdurchfluteten Wassertiefen oberhalb von 50 Metern. Phasen der Sedimentation wechselten sich dabei mit Phasen der Erosion und Umlagerung ab. Zeitgleich lagerte sich an den steilen Flanken sehr feinkörniger Kalkschlamm ab, der sich im Wesentlichen aus Globigerinen (planktonischen Foraminiferen) zusammensetzt. Diese kalkigen Einzeller sinken nach ihrem Absterben aus den oberflächennahen Wasserschichten

auf den Meeresboden und bilden auch heute noch den wesentlichen Anteil der Sedimentbedeckung der großen Tiefseeebenen des Atlantiks.

Nach und nach senkte sich die Erdkruste um die GMB (Subsidenz), sodass der Plateaubereich in den Bereich der Dämmerungszone geriet. Das und die oligotrophen Bedingungen führten dazu, dass die Lebensgemeinschaften auf dem Meeresboden (Benthos) keine hohe Diversität ausbilden konnten. Wie unsere Untersuchungen zeigen, spiegelt sich dies auch in den jüngsten Sedimenten wider, die aus biogenen Kalksandsteinen bestehen und deren Hauptkomponenten planktonisch lebende Organismen waren (s. Seite 77 u.).



Forschungsschiff METEOR 2018 im Gebiet der Azoren.

**METEOR-Forschungsreise M151 ATHENA //
2. Eintrag vom 23. Oktober 2018**

Die Expedition M151 ATHENA unter der Leitung von Norbert Frank vom Heidelberger Institut für Umweltphysik hat zum Ziel, lebende und fossile Kaltwasserkorallen an den Flanken von Seebergen im Großraum der Azoren aufzuspüren (Sampaio et al. 2019). Die in den Kalkskeletten hinterlegten Klima- und Ozeansignale lassen sich mithilfe geochemischer Methoden entschlüsseln. Die Senckenberger Forscher*innen aus Wilhelmshaven sind für die Beprobung der fossil erhaltenen sowie der heutigen Lebensgemeinschaften zuständig (Freiwald 2014) und führen die Habitat-Kartierung der tiefen Seebergflanken mit einem kamerabestückten Tauchroboter durch. Ulf Linnemann (Senckenberg Dresden) sammelt Basalte und Sedimente, um die geologisch komplexe Entwicklung der GMB auch hinsichtlich ihrer Plateaubildung zeitlich in den Griff zu bekommen. Dierk Hebbeln vom MARUM holt lange Sedimentkerne vom Meeresboden an Deck, um mit weiteren Paläoumweltdaten zur Rekonstruktion der Lebensbedingungen zentralatlantischer Faunen seit der letzten Kaltzeit beizutragen.

Der Tauchroboter Squid vom MARUM wird zu Wasser gelassen.





Im Jahr 1998 mithilfe eines Kastengreiflers auf dem Plateau der GMB gesammelt: *Meteorina magnifica* George, 2004. Diese Art wurde bislang nur dort gefunden. Das gezeigte Tier ist etwa 0,7 mm lang.

„Trittstein“ bei der Ausbreitung von Kleinsttieren?

Auf dem Grund der Weltmeere lebt eine überwältigend große Zahl von Kleinsttieren. Diese Tiere, die man unter dem Namen „Meiofauna“ zusammenfasst, werden kaum über einen Millimeter groß und leben im oder auf dem Sediment. Weil sie schlechte Schwimmer sind und in keinem Lebensstadium die Wassersäule besiedeln, gilt ihre Fähigkeit, sich in den Ozeanen auszubreiten, als äußerst beschränkt (Giere 2009). Und trotzdem kennt man viele Meiofauna-Arten, die weit bis weltweit verbreitet sind. Da eine Art nicht an mehreren Orten der Erde zugleich entstehen kann, müssen ihre Vertreter sich vom Ort ihrer Entstehung her ausgebreitet haben. Aber wie haben sie das geschafft? Wir stehen vor einem Rätsel. Das wird umso größer, wenn man auf die Vertreter des Flachwassers schaut. Der offene Ozean mit seinem in etwa 5000 Meter Tiefe liegenden Meeresboden müsste eigentlich eine unüberwindliche Ausbreitungsbarriere sein. Und doch wurden beispielsweise Vertreter einzelner Ruderfußkrebsarten (s. oben) sowohl an den Küsten des Mittelmeers als auch an denen Argentiniens und sogar Chiles gefunden (Packmor & Riedl 2016, Packmor et al. 2015).

METEOR-Forschungsreise M151 ATHENA // 3. Eintrag vom 23. Oktober 2018

Gegen acht Uhr kommt das „Go“ von Nicolas Nowald und setzt damit eine Reihe ineinandergreifender Seemanöver zum Aussetzen des Tauchroboters in die See in Gang. Schon eine Stunde später ist der Roboter in 980 Meter Tiefe am Meeresboden angekommen und die wissenschaftliche Erkundung der Nordflanke der GMB kann beginnen (s. Seite 77 o.). Überraschend für uns sind sogenannte Hartgründe, die sich auch während anderer Tauchgänge an den Flanken der Bank nahezu durchgängig finden. Dabei handelt es sich um einen „versteinerten“, fossilen Meeresboden, der als Harts substrat für die Korallen- und Schwammgemeinschaften beste Ansiedlungsmöglichkeiten bietet. Der Tauchroboter überquert fossile *Madrepora*-Korallenriffe, Basaltbrockenfelder und einen ausgedehnten Oktokorallengarten, der maßgeblich von der Art *Narella bellissima* (Kükenthal 1915) gebildet wird. Dazwischen immer wieder vereinzelte Pionierstadien der Steinkoralle *Madrepora oculata* (Linnaeus 1758), die es offensichtlich nicht mehr schaffen werden, Riffe zu bilden. Warum das so ist und welche Bedingungen in vergangener Zeit günstiger als heute waren, werden die Senckenberger*innen gemeinsam mit ihren Heidelberger und Bremer Kolleg*innen im Labor klären.

Kurz nach Sonnenuntergang wird der Tauchroboter wieder sicher auf dem Arbeitsdeck der METEOR gelascht und während einige Teammitglieder sich um die mitgebrachten Proben kümmern, planen andere bereits den Tauchgang des kommenden Tags.

Hier kommen Seeberge ins Spiel: Als „emporgehobener Meeresboden“ bieten sie den Tieren der Meiofauna, die von den Küsten fortgetrieben wurden, potenziell eine neue Heimat. Der erste Seeberg, an dem dieser Frage intensiv nachgegangen wurde, ist die GMB. Zwar reichen ökologische Studien der Meeresfauna an der GMB in die 1960er Jahre zurück (z. B. Thiel 1970), umfassende Untersuchungen zur Meiofauna dieses Seebergs begannen aber erst Ende der 1990er Jahre. Neben der wenig überraschenden Erkenntnis, dass die GMB eine Fülle von Arten beherbergt, die sich als Nachfahren einst zufällig dort



Lithifizierter Meeresgrund an der Nordflanke der GMB mit *Narellabellissima*-Oktokorallen, in 770 m Tiefe lebend. Der Abstand der Laserlinien = 30 cm

„gestrandeter“ Arten neu entwickelten (z. B. George 2004; Pointner 2017), konnten auch Arten nachgewiesen werden, die schon aus anderen Regionen bekannt sind (z. B. George & Schminke 2002; Koller & George 2011). Daraus schlossen wir, dass die GMB als eine Art „Trittstein“ für die Ausbreitung von Arten dienen könnte: Organismen, die etwa mittels Treibgut das nur 300 Meter tiefe Plateau der Bank erreichen, anstatt ihrem sicheren Tod in der Tiefsee entgegenzusinken, können unter günstigen Umständen neue Populationen bilden. Falls deren Nachkommen später wieder von der Bank fortgetrieben werden, erreicht ein Teil von ihnen vielleicht einen anderen Seeberg und kolonisiert dann dessen Kuppe – bei mehr als 100000 weltweit bekannten Seebergen durchaus denk-

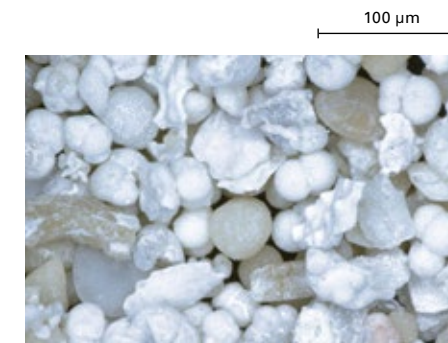
Literatur

- Büntzow, M. (2011): Vergleichende gemeinschaftsanalytische und taxonomische Untersuchungen der Harpacticoidenfauna der Seeberge „Sedlo“ und „Seine“ (nördlicher Mittelatlantik). Dissertation, Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften, Carl-von-Ossietzky-Universität, Oldenburg, 226 S.
- Dietrich, G., Kalle, K., Krauss, W. & Siedler, G. (1975): Allgemeine Meereskunde. – 593 S.; Gebrüder Bornträger Verlag, Berlin
- Freiwald, A. (2014): Kaltwasserkorallen – aus der Grundlagenforschung auf die politische Agenda. Natur, Forschung, Museum 144: 6–17.
- George, K. H. (2004): *Meteorina magnifica* gen. et sp. nov., a new Idyanthidae (Copepoda, Harpacticoida) from the plateau of the Great Meteor Seamount (Eastern North Atlantic). *Meiofauna Marina* 13: 95–112.
- George, K. H. & Schminke, H. K. (2002): Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) of the Great Meteor Seamount, with first conclusions as to the origin of the plateau fauna. *Marine Biology* 141: 887–895.
- Giere, O. (2009): Meiobenthology — The microscopic motile fauna of aquatic sediments. – 527 S.; Springer-Verlag, Berlin
- Grevemeyer, I. (1994): Der Atlantis-Meteor-Seamount-Komplex. Dissertation, Berichte aus dem Zentrum für Meeres- und Klimaforschung 5, 126 S.
- Koller, S. & George, K. H. (2011): Description of a new species of *Zosime* Boeck, 1872 (Copepoda: Harpacticoida: Zosimeidae) from the Great Meteor Seamount, representing one of the few eurybathic Harpacticoida among the distinct plateau and deep-sea assemblages. *Meiofauna Marina* 19: 109–126.
- Packmor, J. & Riedl, T. (2016): Records of Normanellidae Lang, 1944 (Copepoda, Harpacticoida) from Madeira island support the hypothetical role of seamounts and oceanic islands as stepping stones in the dispersal of marine meiofauna. *Marine Biodiversity* 46: 861–877.
- Packmor, J., Müller, F. & George, K. H. (2015): Oceanic islands and seamounts as staging posts for Copepoda Harpacticoida (Crustacea) — Shallow-water Paramesochridae Lang, 1944 from the North-East Atlantic Ocean, including the (re-)description of three species and one subspecies from the Madeiran Archipelago. *Progress in Oceanography* 131: 59–81.
- Pointner, K. (2015): Description of a new species of *Microcanuella* Mielke, 1994 (Copepoda: Polyarthra: Canuellidae) from the Great Meteor Seamount plateau (subtropical NE Atlantic Ocean), with remarks on the geographical distribution of the genus. *Zoologischer Anzeiger* 259: 97–112.
- Pointner, K. (2017): Description of two new species of *Zosime* (Copepoda: Harpacticoida: Zosimeidae), including remarks on its phylogeny and distribution on the Great Meteor Seamount plateau (North-east Atlantic Ocean). *Journal of Natural History* 51 (37–38): 2283–2330.
- Sampaio, I., Freiwald, A., Porteiro, F. M., Menezes, G. & Carreiro-Silva, M. (2019): Census of Octocorallia (Cnidaria: Anthozoa) of the Azores (NE Atlantic) with a nomenclature update. *Zootaxa* 4550: 451–498.
- Thiel, H. (1970): Bericht über die Benthosuntersuchungen während der „Atlantischen Kuppenfahrten 1967“ von F. S. „Meteor“. „Meteor“ Forschungs-Ergebnisse D 7: 23–42.
- Ulrich, J. (1971): Zur Topographie und Morphologie der Großen Meteorbank. „Meteor“ Forschungs-Ergebnisse C 6: 48–68.
- Wendt, I., Kreuzer, H., Müller, P., von Rad, U., Raschka, H. (1976): K-Ar age of basalts from Great Meteor and Josephine seamounts (eastern North Atlantic). *Deep-Sea Research and Oceanographic Abstracts* 23 (9): 849–862.

bar. So könnten sich selbst Meiofauna-Arten langfristig in den Ozeanen ausbreiten und weit entfernte Küsten erreichen.

Weitere Funde in den letzten Jahren untermauern diese Vermutung: Auch auf anderen Seebergen (und Inseln) in der Region um die GMB, zum Beispiel auf dem Seine-Seeberg oder der Insel Madeira, fanden sich Arten und Gattungen, die man bislang nur von weit voneinander entfernt liegenden Küstenregionen kannte (Büntzow 2011; Packmor & Riedl 2016; Packmor et al. 2015; Pointner 2015).

Von den mehr als 100000 bekannten Seebergen wurden bislang weniger als 300 erforscht. Es gibt also noch sehr viel zu tun für zukünftige Generationen von Meeresforscher*innen. ◀



Sediment vom Plateau der GMB bestehend aus den kalkigen Schalen planktonischer Einzeller und Flügelschnecken.

DIE AUTOREN



Dr. Kai Horst George studierte Biologie in Oldenburg. 2002 kam er zu Senckenberg am Meer, seit 2006 ist er Fachgebietsleiter „Meiobenthonische Arthropoda“. Seine Forschungsschwerpunkte: phylogenetische Systematik, Faunistik und Biogeografie mariner Ruderfußkrebse der Tiefsee sowie von Seebergen und ozeanischen Inseln.



Dr. Achim Wehrmann ist Geologe und leitet seit 1998 das Fachgebiet Aktuopaläontologie bei Senckenberg am Meer. Sein Interesse gilt vor allem biosedimentären Systemen von Küstenregionen, Schelfgebieten und Seebergen sowie den Folgen von Bioinvasionen auf das Wattenmeer.



Prof. Dr. André Freiwald ist seit 2010 Leiter der Abteilung Meeresforschung und derzeit Standortleiter von Senckenberg am Meer in Wilhelmshaven, zugleich Professor für Meeresgeologie an der Universität Bremen. Seit 25 Jahren widmet er sich Kaltwasserkorallen und hat seitdem an mehr als 30 Hochseee Expeditionen teilgenommen.

Kontakt: Dr. Kai Horst George, Senckenberg am Meer, Abteilung Deutsches Zentrum für Marine Biodiversitätsforschung, Südstrand 44, D-26382 Wilhelmshaven kai.george@senckenberg.de