

4.8 Tiefseebiodiversität am Beispiel des Kurilen-Kamtschatka-Grabens

ANGELIKA BRANDT

Tiefseebiodiversität am Beispiel des Kurilen-Kamtschatka-Grabens: Die Tiefsee ist der größte Lebensraum der Erde, dennoch gehört sie mit zu den unbekanntesten Regionen. Trotz der scheinbar unwirtlichen Bedingungen von Temperaturen von 1-2 °C, Dunkelheit, Nahrungsarmut und hohem Druck, finden wir in der Tiefsee oft sehr reiche Lebensgemeinschaften vor. Bis in abyssale Tiefen von ca. 3.500-4.000 m steigen die Artenzahlen in der Regel an, in den Tiefseegräben hingegen nehmen sie wieder ab. Es wird angenommen, dass die Tiefseegräben isolierend wirken und die Verbreitung von Arten in umliegenden abyssalen Regionen verhindern können. Um dieses zu untersuchen, wurde im Sommer dieses Jahres (2016) eine Expedition in den Kurilen-Kamtschatka -Graben durchgeführt. Zu den ersten Ergebnissen an Bord des FS Sonne zählen u.a., dass es auch an tiefen Hadalstationen bis in 9.683 m Tiefe teilweise sehr hohe Abundanzen von verschiedenen Arten, wie Muscheln und Stachelhäutern (Seegurken) gibt und dass viele Arten Weltrekorde in der Tiefenverbreitung zeigen, u.a. Ruderfuß-, Ranzen-, und Mischelkrebse sowie Würmer und Weichtiere.

Deep-sea biodiversity with the example of the Kurilian-Kamchatka moat: The deep-sea is the largest habitat on earth, yet it is one of the least known regions. Despite the seemingly inhospitable conditions of temperatures of 1-2 °C, darkness, food poverty and high pressure, we often find rich communities in the deep-sea. Down to abyssal depths of approximately 3,500-4,000 m species numbers usually rise, however in deep-sea trenches they decrease. It is assumed that the deep-sea trenches isolate species and prevent their biogeographic distribution (disperal) in surrounding abyssal regions. In order to study a hadal trench system, an expedition was performed to the Kuril Trench in the summer of this year (2016). Initial results from on board the RV Sonne include, among others that at hadal stations down to a depth of 9,683 m very high abundances of various taxa can be found, such as in bivalves or echinoderms (sea cucumbers) and that many species show world records in their depth distributions such as, copepods, peracarids, ostracods, worms or molluscs.

Die Tiefsee ist ein Lebensraum der Extreme und Superlative. Die größten Tiefen liegen tiefer als das Himalaya-Gebirge hoch ist. Etwa 62% der Erdoberfläche liegen unterhalb von 1.000 m Tiefe, daher ist das Meer ist der größte Lebensraum. Die Durchschnittstiefe der Meere beträgt 3.970 m und liegt im Abyssal. Es gibt viele Definitionen der Zonierung der Tiefsee. Meist spricht man von Tiefsee schon ab ca. 200 m. Dieses ist die Region der Schelfkante, wo der Übergang zum kontinentalen Hang erfolgt und das Dämmerlicht der lichtdurchfluteten, euphotischen Zone langsam versiegt. Hier herrschen ewige Finsternis, ein Druck von über einer Tonne pro Quadratzentimeter sowie eine Temperatur von ein bis zwei Grad Celsius. Man kann die Tiefsee weiterhin in drei Tiefenzonen unterteilen, das Bathyal von ca. 200 bis 3.500 m, das Abyssal bis 6.000 m Tiefe und das Hadal unterhalb von 6.000 m Tiefe, dies sind in der Regel die Tiefseegräben (Abb. 4.8-1). Die tiefste Stelle des Meeres hat das Witjastief im Marianengraben am Ostrand des Philippinischen Beckens mit 11.034 m.

In der Tiefsee gibt es trotz der dort vorherrschenden »vermeintlich« lebensfeindlichen Umweltbedingungen vielfältiges Leben am Meeresboden. Alle Tierstämme sind dort vertreten. Zu den häufigen Benthosorganismen gehören in der Tiefsee z.B. Faden- und Igelwürmer, vielborstige Meereswürmer, Krebstiere, Weichtiere und Stachelhäuter. Diese Tiere sind angepasst an völligen Lichtmangel, das Fehlen energieproduzierender Pflanzen, Nahrungsarmut, zunehmenden Wasserdruck sowie niedrige, relativ gleichbleibende Temperaturen.

Sauerstoff ist für die meisten Organismen in der Tiefsee in ausreichender Menge vorhanden. Sauerstoff wird im Meer durch den Abbau toter Organismen, (z.B. Algen) verbraucht, welche zuvor in der obersten Wasserschicht, nahe der Wasseroberfläche, lebten. Daher liegen die Zonen minimaler Sauerstoffsättigung im Meer meist zwischen 200 m bis 1.000 m Tiefe. Die

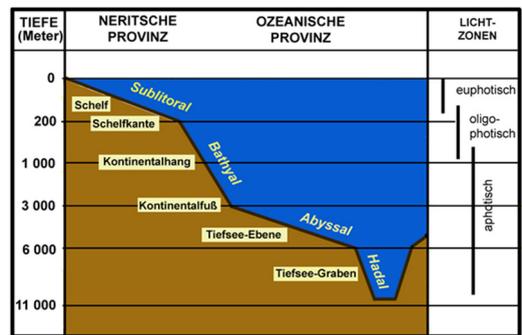


Abb. 4.8-1: Die Zonierung der Meere (verändert nach GERLACH 1994). Die küstennahe, meist hochproduktive pelagische Meeresregion wird als neritische Provinz bezeichnet und der küstenfernen, meist oligotrophen, ozeanischen Provinz gegenübergestellt. Tiefenabhängig wird die lichtdurchflutete oder euphotische Zone, in der sich die Primärproduktion abspielt, von der oligophotischen Dämmerungszone abgelöst; und in der aphotischen Zone darunter herrscht ewige Dunkelheit. Am Meeresboden reicht das küstennahe Sublitoral bis zur Schelfkante. Über das Bathyal mit dem Kontinentalhang und -fuß geht es in die ausgedehnten Tiefsee-Ebenen des Abyssals, die in den Tiefseegräben in das Hadal übergehen.

bedeutendsten natürlichen Sauerstoff-Minimum-Zonen befinden sich in den tropischen Regionen der Ozeane.

Die Nahrungsversorgung zählt zu den stärksten limitierenden Faktoren für das Leben am Tiefseeboden, denn fast die komplette marine Nettoproduktion wird in der Oberflächenschicht der Meere rezirkuliert. In den meisten Meeresregionen sinken auch die aus der euphotischen Zone exportierten organischen Partikel so langsam, dass sie erst nach Monaten oder sogar Jahren das Abyssal erreichen. Diese Partikel, zusammen mit Kotballen und Exuvien (Häuten) von Tieren, oft auch als »Meeresschnee« bezeichnet, werden in der Wassersäule durch die mikrobielle Schleife bereits weitestgehend abgebaut, ständig umgebaut und teilweise hunderte von Kilometern verdriftet. Im Abyssal ist daher die Sedimentationsrate mit nur ca. 1 mm pro 1.000 Jahren im Durchschnitt sehr gering. Die Sedimente des küstenfernen Abyssals bestehen neben Ton fast nur aus Partikeln, die aus dem Oberflächenwasser abgesunken sind, wie Schalen und Skelette vieler Planktontiere. Bei den Kieselalgen (Diatomeen) und den Silikoflagellaten bestehen diese Sedimente vor allem aus Opal (wasserhaltiger Kieselsäure) bei den Coccolithophoriden aus Kalk. Da man annimmt, dass sich in diesen Skeletten unter hohem Druck der Kalk auflöst, gibt es nur in Wassertiefen bis ca. 4.000 m kalkhaltigen Globigerinenschlamm (nach der pelagischen Foraminiferengattung *Globigerina*). Es wird häufig in Meeresbiologischen Abhandlungen berichtet, dass es im Abyssal unterhalb von ca. 4.500 m kaum Kalk im Sediment gibt und auch nur wenige große Organismen mit kalkigen Gehäusen (Muscheln oder Schnecken) dort leben (z.B. GERLACH 1994). Unsere Befunde der letzten Expedition in das Hadal des Kurilen-Kamtschatka Grabens bestätigen diese Annahme jedoch nicht, auch in 9.500 m Tiefe leben in dieser Region Muscheln (*Bivalvia*) in hohen Abundanzen.

In vielen Tiergruppen nehmen die Artenzahlen der Bodenbewohner bis ca. 3.500 m zu und erst danach langsam ab. Schwämme, vor allem Glaskschwämme (Hexactinellida) sind bis ca. 2.500 m sehr häufig, ab dieser Tiefe dominieren Stachelhäuter wie Seegurken, Seesterne und Schlangensterne. Borstenwürmer, Sternwürmer, Weichtiere und Krebse sind in fast allen Tiefen entdeckt worden, sie zeigen aber keine klare Tiefenpräferenz. Auch für die häufigen und artenreichen Meeresasseln gilt, dass die Artenzahlen im Abyssal bei ca. 3.000-4.000 m Tiefe am höchsten liegen und dann wieder

abnehmen (BRANDT et al. 2007). Eine kleine Menge des Kohlenstoffs aus der Primärproduktion des Phytoplanktons erreicht den Meeresboden durch Sedimentation (s.o.), oder über die Nahrungskette oder in Form von Detritus oder Kotballen. Große Nahrungsbrocken können den Aasfressern hin und wieder auch über Kadaver, z.B. von Fischen oder Walen, zur Verfügung stehen. Weil der Tiefseeboden sehr arm an Nahrungsressourcen ist, kann er auch in der Regel keine großen Populationen größerer Tiere beherbergen, besonders derer, die Energie zur Fortbewegung aufwenden müssen, um Nahrung zu suchen, wie z.B. Aasfresser oder auch Räuber. Daher sind die Dichten der Organismen in großen Tiefen oft sehr gering, und man sieht im Durchschnitt auf 10 m² nur eine Seegurke, einen großen Krebs, einen Schlangensterne oder andere größere Organismen auf Tiefseefotos oder Videoaufnahmen. Bodenlebende Fische sind sogar noch seltener, sie können natürlich aber auch leichter vor Fanggeräten fliehen. Je nach Nahrungsverfügbarkeit findet man die omnivoren Organismen am Meeresgrund fleckhaft oder geklumpt verteilt. In den Tiefen der Meere gibt es jedoch sehr vielfältige Ernährungsstrategien. Es wird z.B. von vielen Organismen das Sediment des Meeresbodens gefressen und dann das organische Material daraus verdaut, es kommen aber auch Räuber oder Aasfresser in hohen Artenzahlen am Tiefseemeeresboden vor. Auch Symbiosen sind in großen Tiefen nicht selten (Parasitismus, Mutualismus, Kommensalismus). Eine besonders interessante und faszinierende Erscheinung in der Tiefsee ist die Biolumineszenz, das »kalte Leuchten des Meeres«. Hierbei handelt es sich um einen enzymatischer Vorgang, bei dem

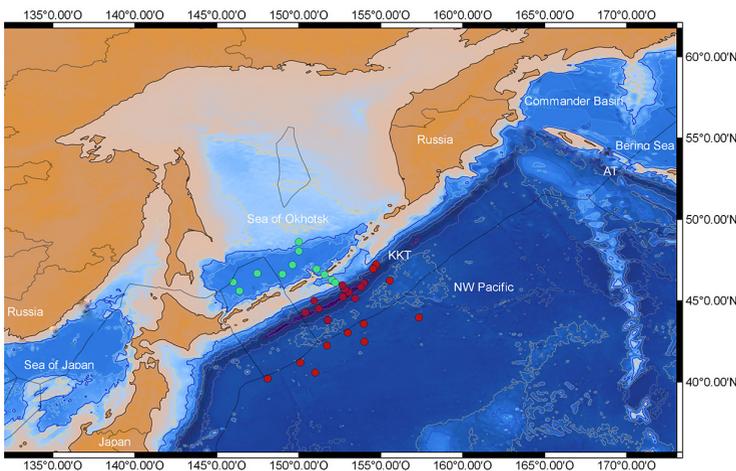


Abb. 4.8-2: Der Kurilen-Kamtschatka-Graben (KKT) und die Stationen der Expedition SO250 Kurambio II.

symbiontische Bakterien der Gattung *Photobacterium* eine Rolle spielen.

Am Meeresboden in mehreren tausend Metern Tiefe beproben geschleppte Geräte wie das Agassiz-Trawl oder der Epibenthoschlitten eine Strecke von bis zu mehreren Kilometern, so dass auch die Anzahl der gefangenen Meeresbodenorganismen und der Arten teilweise relativ hoch sein kann. So wurden zum Beispiel in der südpolaren Tiefsee aus 13.046 Individuen 674 Meeresassel-Arten identifiziert (BRANDT et al. 2007). Je feinmaschiger die Netze der Geräte sind, desto höher ist auch die Anzahl der Organismen, die gefangen werden. In dem russischen Kurilen-Kamtschatka-Graben und dem angrenzenden Abyssal waren während 10 Expeditionen mit dem FS Vityaz zwischen 5.000-6.000 m Tiefe ca. 300 Arten für die Wissenschaft determiniert und zwischen 1950-1970 beschrieben worden. In 2012 ist mit dem deutschen FS Sonne diese Region noch einmal mit einem feinmaschigen Epibenthoschlitten (300 µm Maschenweite) beprobt worden. In diesem Material wurden 84.651 Invertebraten mit mehr als 1.780 Arten in diesen Tiefen auf nur 12 Stationen nachgewiesen (BRANDT et al. 2015). Die tiefste Probe mit einem Epibenthoschlitten wurde bisher im Puerto-Rico-Graben in 8.350 m Tiefe genommen, dafür mussten 11.000 m Tiefseekabel des neuen Tiefseeforschungsschiffes Sonne während ihrer Jungferneexpedition Vema-TRANSIT (DEVEY 2015) ausgesteckt werden. Generell kann man sagen, dass im Bathyal der Tiefsee bei ca. 3.000-3.500 m die Diversität der Organismen am höchsten ist und

im Abyssal ab ca. 4.000 m Tiefe langsam wieder abnimmt (GAGE & TYLER 1991, REX & ETTER 2010). Die tiefsten Zonen unserer Meere, die der Tiefseegräben (das Hadal) stellen nur etwa ein Promille der Fläche des Weltmeeres dar. Wir wissen aber, dass es dort auch reichhaltiges Leben gibt. So wurden z.B. laut JAMIESON (2015) im Hadal zwischen 5.800-10.687 m bisher 130 Meeresasselarten nachgewiesen. Es gibt eine Vielzahl von Theorien mit Erklärungen zu der hohen Artenvielfalt in der Tiefsee. Die bekannteste ist die »Stability-time hypothesis«, nach der die hohe Diversität durch das hohe Alter des Lebensraumes bei relativ gleichbleibenden, stabilen Umweltbedingungen erklärt werden kann. Es gibt aber auch Theorien, die die hohe Diversität z.B. durch Störungen (Turbidite, Seebeben, Räuber-Beute -Beziehungen, etc.), Produktivität oder Habitatheterogenität erklären.

Vom 16.8. bis 26.9.2016 hat die Expedition SO 250, KuramBio II, eine deutsch-russische Expedition zum Studium der Biodiversität im Kurilen-Kamtschatka-Graben mit dem Forschungsschiff Sonne stattgefunden. In diese Region des NW-Pazifik wurden bereits mehrere Expeditionen unter deutscher oder russischer Leitung durchgeführt. Das Japanische Meer ist durch Meeresstraßen relativ stark isoliert und wurde während der russisch-deutschen Expedition So-JaBio (*Sea of Japan biodiversity study*) in 2010 von dem russischen Forschungsschiff Akademik M.A. Lavrentjev untersucht. 2012 sind wir dann mit dem alten Forschungsschiff Sonne in das offene Abyssal der Kurilen-Kamtschatka-Region gefahren, um die faunistische Zusammensetzung dieser beiden Regionen zu vergleichen, wobei wir damals zwischen ca. 4.700-5.700 m operiert hatten. Das Ochotskische Meer zeichnet sich durch eine ähnliche Tiefe wie das Japanische Meer aus (ca. 3.500-3.700 m), ist jedoch weniger stark isoliert als das Japanische Meer und durch die Krusenstern-Straße (1.920 m) und Bussol-Straße (ca. 2.500 m) mit dem NW-Pazifik verbunden. Dazwischen liegt jedoch der Kurilen-Kamtschatka-Graben (KKT) mit mehr als 9.500 m Tiefe. Es stellt sich daher die Frage, ob der Graben möglicherweise eine Isolationsbarriere für die Fauna des Ochotskischen Meeres darstellt, oder ob er von allen Tiergruppen passiert werden kann, egal ob die Arten Brutpflege betreiben oder sich über pelagische Larven verbreiten. Aus diesem Grunde haben wir verschiedene Tiefenstufen im Grabensystem beprobt, um Aussagen über mögliche biogeographische Beziehungen der Fauna verschiedener Größenklassen im KKT und den umgebenden Meeren machen zu können. Wir haben während dieser Expedition mit 40 Wissenschaftlern aus neun Nationen 11 Stationsareale beprobt und ins-

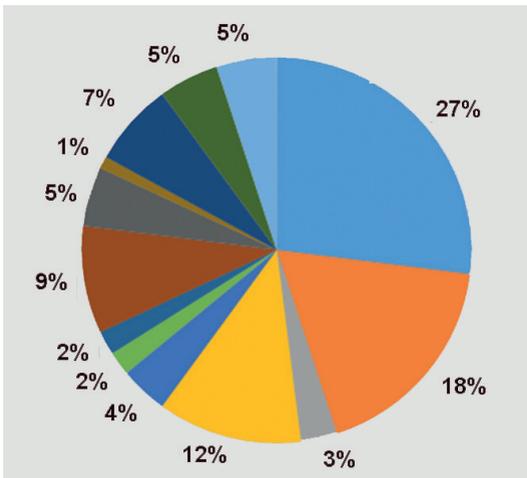


Abb. 4.8-3: Relative abundance of the most frequent macrofaunal taxa occurring with 2% and more in the epibenthic samples: Polychaeta (27%), Copepoda (18%), Ostracoda (3%), Isopoda (12%), Amphipoda (4%), Tenaidacea (2%), Cumacea (2%), Bivalvia (9%), Gastropoda (5%), Scaphopoda (1%), Holothuroidea (7%), Nematoda (5%), andere Taxa (5%).

gesamt 106 Stationen mit unserem standardisiert eingesetzten Gerätepark gefahren (Abb. 4.8-2). Neben den obligatorischen Wochenberichten haben wir auch die Öffentlichkeit über unsere Arbeit informiert, indem wir 42 Tagebucheintragen in drei Sprachen (deutsch, englisch, russisch) über das Senckenberg-Museums publiziert haben (www.senckenberg.de/root/index.php?page_id=5253&blogEntryID=450). Unsere Datenbank verzeichnet 869 Einträge für Proben-Gefäße sowie 3.123 Inventarnummern für bereits weiter sortiertes Probenmaterial. Wir bringen sehr umfangreiches Tiermaterial und PCR-Produkte (DNA-Extraktionen) sowie hervorragende erste Daten mit nach Hause.

Bisher wurden von den vergangenen deutsch-russischen und russisch-deutschen Expeditionen sehr viele Publikationen verfasst. Dies sind allein in 2 Sonderbänden von Deep-Sea Research II insgesamt 57 Publikationen. Die Daten in den Sonderbänden repräsentieren jedoch nur einen Teil der Ergebnisse der SoJaBio- und KuramBio-Expeditionen, da die Analysen mit dem neuen Material zusammen fortgesetzt werden und wir derzeit z.B. einen weiteren Sonderband zu der Expedition SokhoBio planen. Während der KuramBio-Expedition in 2012 wurden bereits mehr als 1.780 benthische Arten identifiziert, davon sind viele Arten neu für die Wissenschaft (>50%), also bisher unbeschrieben. Diese Zahl ist jedoch bereits drei Mal höher als die Zahl der Arten, die vor der KuramBio-Expedition für die Tiefsee im NW-Pazifik bekannt war. In der Vergangenheit waren nach den 10 Expeditionen mit FS Vityaz in dieser Region über einen Zeitraum von 40 Jahren 660 Arten in allen Tiefenstufen beschrieben worden. Die artenreichsten Proben hatten wir jedoch am Hang des Kurilen-Kamtschatka-Grabens gewonnen. Daher nahmen wir an, dass die v-förmige Morphologie des Kurilen-Kamtschatka-Grabens zusammen mit der Advektion

(durch Strömungen) für eine gute Nahrungsverfügbarkeit auch im Hadal sorgt und zu einer erhöhten Biodiversität in großen Tiefen führt. Während der Expedition KuramBio II haben wir daher die großen Tiefen des Hadals des Kurilen-Kamtschatka-Grabens beprobt (s. Tafel 3-4 auf S. 350-351), unter anderem um herauszufinden, ob das Hadal des Grabens auch so eine hohe Artenzahl beherbergt und ob das Hadal des Kurilen-Kamtschatka-Grabens die Artenverbreitung vom Ochotskischen Meer zum angrenzenden Abyssal im Nordwestpazifik behindert und isoliert.

Auf allen oben genannten Expeditionen im NE-Pazifik waren wie in anderen Meeresgebieten innerhalb der Meiofauna (Organismen $\geq 63\mu\text{m}$) die Fadenwürmer (Nematoda) die häufigste Tiergruppe, sie wurden gefolgt von den Ruderfußkrebsen (Copepoda). Die Makrofauna (1 mm bis wenige cm große Organismen) wird dominiert von Meeresborstenwürmern (Polychaeta), gefolgt von Ranzenkrebsen (Peracarida der Taxa Isopoda, Amphipoda, Cumacea, Tanaidacea und Mysidacea) sowie Weichtieren (Mollusca), vor allem Muscheln (Bivalvia). In der Megafauna (mehrere cm große Organismen, die man auf Unterwasserfotos erkennen kann) dominieren vor allem Stachelhäuter (Echinodermata) wie Seegurken (Holothuroidea) oder Schlangensterne (Ophiuroidea).

Während der Expedition KuramBio I haben wir zum Beispiel innerhalb der artenreichen Makrofauna die folgende prozentuale Zusammensetzung in den Fängen des Epibenthoschlittens gehabt (Abb. 4.8-3; nach BRANDT et al. 2015). Eine sehr ähnliche Zusammensetzung finden wir ganz generell in allen Proben, die wir bisher im NW-Pazifik während unseren gemeinsamen Expeditionen gesammelt haben.

Die Auswertungen der Expedition KuramBio II in den KKT haben gerade erst begonnen. Daher können

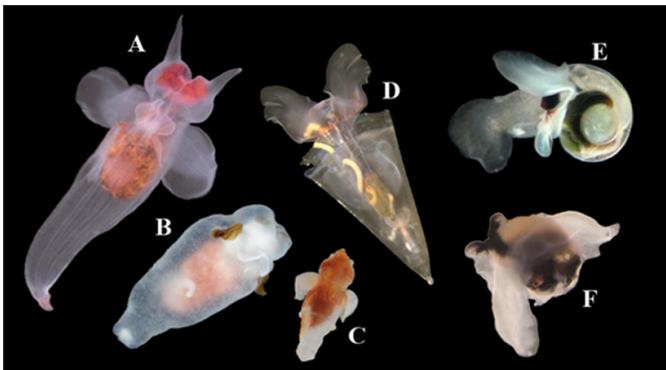


Abb. 4.8-4: Beispiele von Flügelschnecken, die mit dem Multinetz während KuramBio II gefangen wurden: A: *Clione limacina*; B: unidentifizierte gymnosome Flügelschnecke; C: *Clione limacina*; D: *Clio spec.* E: *Limacina helicina*; F: *Peracle spec.* Fotos: P. Kohnert, Bayerische Staatssammlung München.

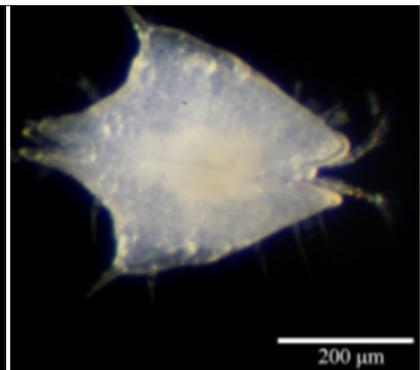


Abb. 4.8-5: Ostracode der Gattung *Cythreopteron* in Dorsalansicht. Dieser Muschelkrebs stammt vom Meeresboden in 8.700 m des Kurilen-Kamtschatka Grabens und ist der tiefste Nachweis, der jemals für einen Muschelkrebs erbracht wurde. Foto: H. Tanaka.



Abb. 4.8-6: Urmollusk (*Monoplacophora*) - ein lebendes Fossil. Skala = 1 mm. Foto: T. Riehl.

wir derzeit nur darüber berichten, was an Bord direkt aussortiert wurde.

Dazu gehört z.B., dass die mit dem Multinetz gefangenen Flügelschnecken (Pteropoden) neben den für diese Breitengrade häufigen Arten *Clione limacina* und *Limacina helicina* auch mehrere Individuen von *Peracle spec.* beinhalteten (Abb. 4.8-4). Vertreter dieser Art waren schon während der letztjährigen SokhoBio-Expedition im Ochotskischen Meer gefangen worden, allerdings in schwer beschädigtem Zustand. Die uns nun aus unserem Material vorliegenden unbeschädigten Individuen ermöglichen eine eindeutige Zuordnung zu der Gattung *Peracle*, die bisher weder im Ochotskischen Meer noch im Nordwestpazifik nachgewiesen worden war.

Die tiefsten Stationen von 8.000 bis 9.583 m haben – wie zu erwarten war – neue Rekorde und verblüffende Funde an Deck gebracht. Zum Beispiel waren in mehr als 8.000 m Tiefe Macrouriden (bodenlebende Tiefseefische) im Agassiz-Trawl, die bisher nur bis maximal 3.700 m bekannt waren.

In der Meiofauna haben wir im Labor des FS Sonne bereits eine reiche Gemeinschaft an Ruderfußkrebsen (Copepoden), Fadenwürmern (Nematoden) und Hakenrüsslern (Kinorhynchen) entdeckt, sowie den bisher tiefsten Nachweis von Muschelkrebsen (Ostracoden), der jemals gemacht wurde (Abb. 4.8-5). Diese Entdeckung war besonders überraschend, da man bisher angenommen hatte, dass Ostracoden in diesen Tiefen aufgrund des enormen Druckes von 800 Atmosphären nicht existieren können, weil durch den Druck ihre Kalziumkarbonat-Gehäuse aufgelöst werden würden.

Wir haben auch festgestellt, dass die Artenzahlen bei den tieferen Stationen unterhalb von 5.000 m zurückgehen, aber die Häufigkeiten der präsenten Arten teilweise sehr hoch sind. Außerdem sind in den großen Tiefen viele der Arten tatsächlich riesig. Damit unterstützen wir die Theorie des Gigantismus von Arten mit zunehmender Tiefe. Auch bei den Isopoda (Abb. 4.8-8) finden wir im Hadal teilweise sehr große Arten. Besonders erwähnenswert für die Stationen in der Area 6 (siehe Abb. 4.8-2) in der Verlängerung der Bussol-Straße ist interessanterweise, dass hier Arten gefunden wurden, die wir auch im Ochotskischen Meer gesammelt hatten, die wir aber aus KuramBio 1-Proben vom offenen Abyssal teilweise nicht kannten.

Ein sehr interessanter und seltener Fund ist noch erwähnenswert: Wir haben mit dem Epibenthoschlitzenfang einen Urmollusken oder »lebendes Fossil« (*Monoplacophora*) ge-



Abb. 4.8-7: Biogene Hartstrukturen, wie Wurmröhren, werden von anderen Borstenwürmern, Nesseltieren, oder für die Eiablage benutzt. Foto: A.V. Lavrenteva.

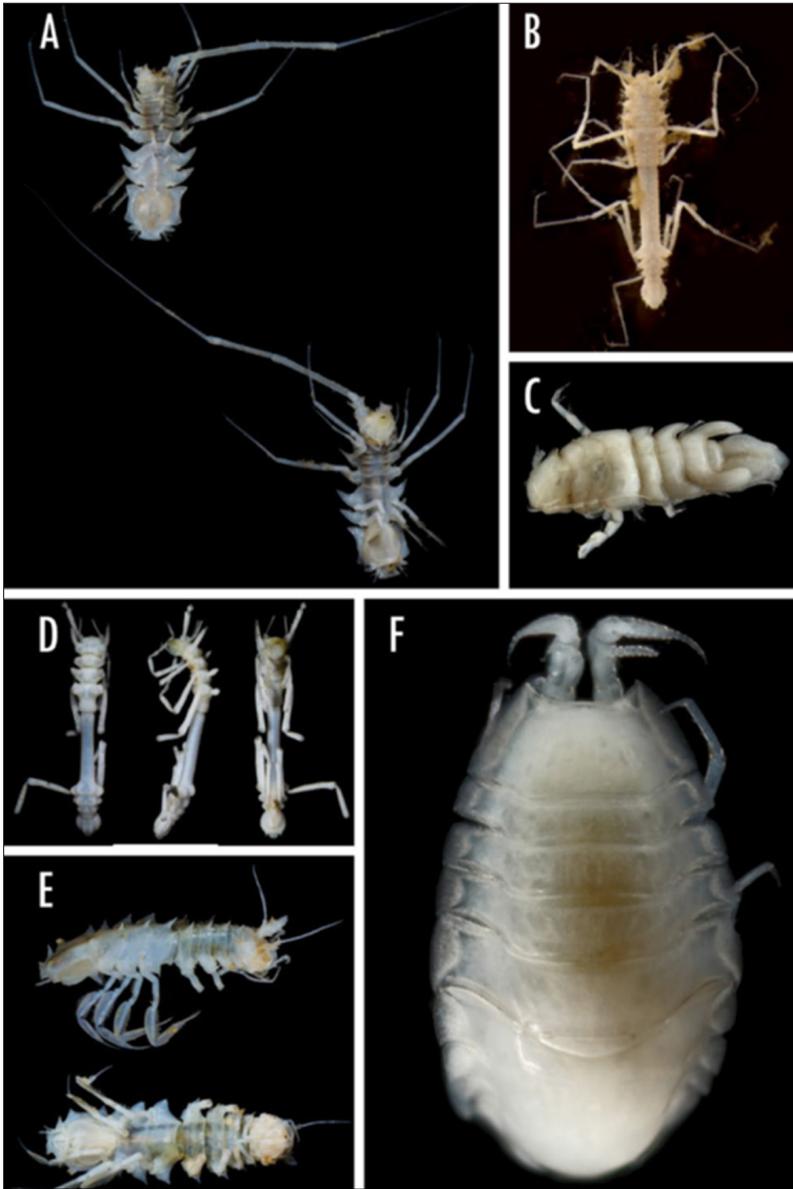


Abb. 4.8-8: Asseln aus abyssalen bis hadalen Tiefen des Kurilen-Kamtschatka-Grabens. A, E: Munnopsidae; B, D: Ischnomesidae; C: Macrostylidae; F: Haplonicidae. Die Tiere sind nicht großen-proportional abgebildet. Fotos: A.V. Lavrenteva (A, D, E), S. Brix (B), T. Riehl (C, F).

borgen, der nun in den Heimatlaboren morphologisch, anatomisch und genetisch weiter analysiert werden wird (Abb. 4.8-6).

Hartstrukturen sind in den Sedimentflächen des Hadals und Abyssals selten. Daher werden auch »künstliche« Strukturen, wie die von Meeresborstenwürmern gebauten Röhren, als Harts substrat besiedelt (Abb. 4.8-7). Hier fungieren diese Organismen als »Bioingenieure«.

Sobald die Proben mit den Containern im November 2016 Deutschland erreichen, werden in den Heimatlaboratorien viele weitere interessante Entdeckungen erwartet.

Literatur:

- BRANDT, A., A. J. GOODAY, S. B. BRIX, W. BRÖKELAND et al. (2007): The Southern Ocean deep sea: first insights into biodiversity and biogeography. *Nature* 447: 307-311.
- BRANDT, A., N. ELSNER, N. BRENKE, O. A. GOLOVAN et al. (2015): Abyssal macrofauna of the Kuril-Kamchatka Trench area collected by means of a camera-epibenthic sledge (Northwest Pacific). *Deep-Sea Research II* 111: 175-188. 10.1016/j.dsr2.2014.11.002
- DEVEY, C. W. & SHIPBOARD SCIENTIFIC PARTY (eds) (2015): RV SONNE Fahrtbericht / Cruise Report SO237 Vema-TRANSIT : bathymetry of the Vema-Fracture-Zone and Puerto Rico Trench and Abyssal Atlantic Biodiversity Study, Las Palmas (Spain) - Santo Domingo (Dom. Rep.) 14.12.14 - 26.01.15 GEOMAR Report, N.Ser. 023 . GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, Kiel, 130 pp. DOI 10.3289/GEOMAR_REP_NS_23_2015.
- GAGÉ, J. D & P. A. TYLER (1991): Deep-sea biology: a natural history of organisms at the deep-sea floor. Cambridge Univ. Press, 1-504.
- GERLACH, S. A. (1994): Spezielle Ökologie: Marine Systeme. Springer, Heidelberg.
- JAMIESON, A. (2015): The Hadal Zone. *Life in the Deepest Oceans*. Oxford University Press, 1-372.
- REX, M. A. & R. J. ETTER (2010) Deep-Sea Biodiversity: Pattern and Scale. Harvard University Press, 1-354.

Kontakt:

Prof. Dr. Angelika Brandt
 Centrum für Naturkunde,
 Zoologisches Museum
 Universität Hamburg
 abrandt@uni-hamburg.de

Brandt, A. (2016): Tiefseebiodiversität am Beispiel des Kurilen-Kamtschatka-Grabens. In: Lozán, J. L., S.-W. Breckle, R. Müller & E. Racher. (Hrsg.). Warnsignal Klima: Die Biodiversität. pp.260-265. Online: www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de. doi:10.2312/warnsignal.klima.die-biodiversitaet.42.