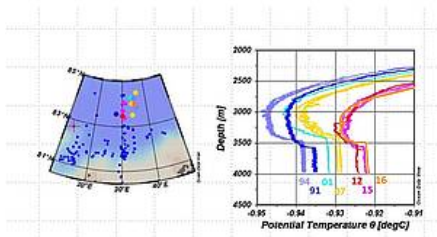


## PS101 KARASIK

[19. September 2016] Die Expedition PS101 KARASIK ist der Untersuchung von geologischen, geochemischen und biologischen Prozessen an Seebergen und Hydrothermalquellen des Gakkelrückens der zentralen Arktis gewidmet. Bisher ist wenig bekannt über die Funktionsweise sogenannter „ultralangsamere Spreizungszonen“ von ozeanischen Platten. Sowohl der Gakkelrücken der Arktis wie auch der Südwestindische Rücken liegen in fernen Arbeitsgebieten mit schwierigen Umweltbedingungen, die von wenigen Forschungsschiffen erreicht werden können.






Wir sind nun mit Polarstern zurückgekehrt, um herauszufinden, wie der Seeberg seine Umwelt beeinflusst. Den Zustand des arktischen Meereis-Ozean-Systems im Herbst 2016 zu erfassen ist ein weiteres wichtiges Expeditionsziel. Dazu gehört auch, Komponenten des FRAM-Observatoriums in der zentralen Arktis auszutauschen. Die Forschung am Seeberg trägt zum Programm „Geosphären-Biosphären Interaktion“ des Exzellenzcluster MARUM an der Universität Bremen bei. Und dabei trifft sich auch Tiefseeforschung mit Raumfahrt: Für die Entdeckung extremer Lebensräume und Erd-Analoge zu Bedingungen auf fernen Himmelskörpern benutzen wir Technologien des Helmholtz Programms ROBEX und des NASA Programms „PSTAR - Planetary Science and Technology Through Analog Research Program“, wodurch der Einsatz des Untereis-Roboter NUI ermöglicht wird. Wir sind ein Team von 46 Wissenschaftlern und Technikern aus fünf verschiedenen Ländern und nun vom 09.09.-23.10.2016 gemeinsam im Nansen Becken der zentralen Arktis unterwegs (Abb 2).






Am 09.09. mittags liefen wir aus Tromsø aus und konnten noch eine Weile die norwegische Küstenlandschaft genießen. An Bord war viel aufzubauen und zu erproben, besonders die kurzfristige Inbetriebnahme zweier Lichtwellenleiterkabel für verschiedene telemetriegesteuerte Geräte war eine Herausforderung. Das Forschungsprogramm begann damit, dass wir in norwegischen Gewässern bei Spitzbergen ozeanographische Bojen für französische Kollegen ausgesetzt haben. Eine erste Teststation am 11.09. verlief erfolgreich mit dem Einsatz des Zooplankton-Rekorders LOKI und des OFOS „Ocean Floor Observation System“. Unser OFOS wurde für die Expedition kurzfristig mit zwei Sonarsystemen für Meeresboden-Vermessungen unter dem Eis ausgestattet. Die Test-Bilder nordöstlich von Spitzbergen zeigten ungestörten, stark belebten Meeresboden in 250 m Wassertiefe. Nun freuen wir uns auf den Einsatz beim Seeberg.

### Kontakt




#### Wissenschaft

 Antje Boetius  
 +49(471)-2269  
 [Antje.Boetius@awi.de](mailto:Antje.Boetius@awi.de)

#### Wissenschaftliche Koordination

 Rainer Knust  
 +49(471)4831-1709  
 [Rainer Knust](mailto:Rainer.Knust@awi.de)

#### Assistenz

 Sanne Bochert  
 +49(471)4831-1859  
 [Sanne Bochert](mailto:Sanne.Bochert@awi.de)

### Weitere Infos

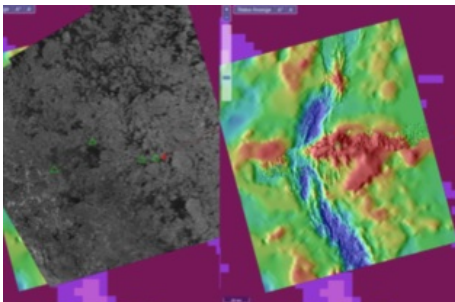
#### Weitere Seiten

[» Forschungseisbrecher Polarstern](#)  
[» Wochenberichte Polarstern](#)

Die Eiskante bei 81.5°N erreichten wir um Mitternacht des 11.09. Damit begann ein engmaschiges Unterwegs-Programm von ozeanographischen Messungen am 30°-Ost-Transekt, bis wir am 13.09. das tiefe Nansen Becken erreichten. Dort konnten wir eine CTD-Wasserschöpfer-Station bis in 4000 m Wassertiefe fahren. Die Daten zeigen eine Fortsetzung des Trends der Erwärmung des Tiefenwassers, der mittels Langzeituntersuchungen von der AWI-Ozeanographie entdeckt wurde (Abb. 3).



Auch die Meereisbeobachtungen auf unserer Reise sollen dazu beitragen, den arktischen Wandel zu dokumentieren und besser zu verstehen. Dazu werden wir eine Reihe von Eisbojen aussetzen, die dann ganzjährig Wetter-, Eis- und Ozeandaten aus der Arktis senden, auch wenn kein Forschungsschiff in der Nähe ist. Den erfahrenen Arktisfahrern auf unserer Expedition - und auch denen, die uns von zuhause aus auf [expedition.awi.de](http://expedition.awi.de) zusehen - ist dabei schon während der Anfahrt ins Arbeitsgebiet bei 87°N und 60°E aufgefallen, dass wir für die Jahreszeit und Eisbedeckung ungehörig schnell voran-kommen. Die Durchschnittsgeschwindigkeit von POLARSTERN von ca. 6 Knoten im Eis bedeutet, dass das Eis dünner ist denn je. Unsere Meereisphysiker an Bord schätzen, dass 2016 ein neues Minimum an Eisvolumen seit Beginn von Satellitenbeobachtungen darstellt. Wir sehen beim ersten Einsatz des nagelneuen Untereis-ROV BEAST, dass die Unterseite der Eisschollen stark abgeschmolzen ist (Abb. 4). Zudem begegnen wir immer wieder großen, kaum überfrorenen Wasserlöchern zwischen den Eisschollen. Eine wichtige Erneuerung an Bord ist für uns dabei das Arbeiten mit dem frisch installierten Meereis-Geoinformationssystem (kurz ICEGIS), das uns eine Vielfalt von Informationen auf interaktiven Karten darstellt (Abb. 5). Dazu gehören hochaufgelöste Radarbilder vom Schiff, Satelliten-Daten zur Eiskonzentration und Eisschollenverteilung, Vorhersagen von Eisdrift und Wind sowie die Meeresbodenkarten. So können wir nicht nur den schnellsten Weg zum Arbeitsgebiet finden, sondern auch noch bessere Entscheidungen zu Probenahmen und Eisstationen treffen. An dieser Stelle Dank an alle beteiligten Programmierer!



In der Nacht vom 14.-15.09. erreichten wir die Position der FRAM-Verankerung bei 85°N und begannen die Arbeiten mit einer tiefen CTD-Wasserschöpfer-Station. Im Rahmen des Infrastrukturprogramms FRAM konnten in 2015 zwei physikalische und pelagobenthische Observatorien südlich und nördlich des Langseth Rückens (Abb. 1) verankert werden. Nach einem Jahr werden diese nun geborgen. Wir haben uns gefreut, die vielen modularen Messgeräte der ersten Verankerung am Morgen des 15.09. wieder heil an Bord zu bekommen. Es gibt viel zu wenige ganzjährige Messungen im zentralen Arktischen Becken. Daher warten wir nun gespannt auf die Ergebnisse der neuen physikalischen und biogeochemischen Sensoren und Probennehmer der FRAM-Observatorien, die erstmals unter Eis eingesetzt wurden. Leider ist mit der Aufnahme der Module nun das Verankerungsprogramm in den zentralen Becken nördlich von 85°N nun für einige Jahre unterbrochen. Es gibt zu wenig eisbrechende Forschungsschiffe, um derzeit einen regelmäßigen Austausch sichern zu können.

Die Station im Nansen Becken wird mit einer ausführlichen Beprobung des Planktons und der Bodenfauna abgeschlossen. Am Meereis finden sich diesen September nur noch wenige Algenfäden (Abb. 4). Auch in der Wassersäule sind nur wenige Algen zu sehen, denn alle Nährstoffe sind aufgezehrt. Dafür fangen die Planktologen aber Unmengen von Ruderfußkrebsen, Flohkrebsen aller Größen und Formen, auch einen Schwarm von Manteltieren (Appendikularien) können wir beobachten. Die Bilder vom Meeresboden mit dem OFOS erinnern auf den ersten Blick an die Situation zum Meereis-Minimums in 2012 - der Tiefseeboden ist bei 4000m übersät von grünlich-braunen Klumpen der Meereisalge *Melosira arctica*, die bei starken Schmelzereignissen oder größerer Bewegung des Eises von der Unterseite der Schollen abreißt und zum Meeresboden sinkt. Auf den zweiten Blick sind wir

erstaunt, dass immer noch kaum Tiefseetiere von dieser unerwarteten Nahrungsquelle zehren und alles den Bakterien überlassen. Die Seegurken- und Haarstern-Herden von 2012 sind auch verschwunden. Wir konnten nur eine Art kriechender Seeanemone dabei beobachten, die Meereisalgen zu füttern (Abb. 6).

Weiter ging es zum Karasik Seeberg. Zwei Transekte mit der 5m langen Temperaturlanze zur Messung von Wärmequellen im Meeresboden am 16. und 17.9. zeigen im Becken noch Hintergrundwerte und am Fuße des Seeberges erste Anzeichen für Fluidzirkulation im Meeresboden. In der Nacht vom 17. auf den 18.9. haben wir nun den Gipfel des Karasik Seeberges erreicht. Inzwischen gefrieren auch die freien Wasserflächen bei Außentemperaturen von um die  $-5^{\circ}\text{C}$ , und es bilden sich Frostblumen auf der Meeresoberfläche. Auf der Anfahrt zum Seeberg konnten wir mit den Sonarsystemen der FS Polarstern die Kartierung dieses bisher nur teilweise vermessenen Gebietes vervollständigen. Es bleiben aber für die nächsten Wochen noch einige weiße Flecken zu bearbeiten. Die Aufgabe der nächsten Tage ist, mit einer CTD-Tow-Yo-Station nach Fluid- und Gasaustritten auf dem Seeberg Ausschau zu halten, sowie mit den Kamerasystemen und den geologischen Probennahmegeräten das Ökosystem zu erkunden. Tow-Yo bedeutet, dass die CTD in der Wassersäule über dem Meeresboden im Zickzack wiederholt gehievt und gefiert wird, das erhöht die Chance, Vents zu entdecken. Highlight des heutigen Sonntages war aber der lang ersehnte OFOS-Transekt über den Gipfel, mit ersten Bildern vom Meeresboden und den Lebensgemeinschaften dieses riesigen Seeberges. Doch was wir beim ersten Tauchgang gerade eben entdeckt haben verraten wir erst beim nächsten Wochenbericht - Stay tuned

Von Bord grüßen bei bester Gesundheit die wissenschaftlichen Teilnehmer der Karasik-Expedition ihre Familien, Freunde und Kollegen.

Antje Boetius

PS101 - Wochenbericht Nr. 2 | 18. - 25. September 2016

# Leben unter dem Eis am Karasik-Seeberg

[26. September 2016] Die zweite Woche der Expedition PS101 war der Erkundung des riesigen Karasik-Seebergs gewidmet. Er liegt in der zentralen Arktis, ist über 4000 m hoch, und es wimmelt an ihm von Leben.

Schon beim ersten Tauchgang warteten alle gespannt vor den Bildschirmen an Bord. Ozeanische Seeberge gehören zu den sogenannten „Hotspots“ von Lebensvielfalt im Meer. Sie können durch ihre besondere Form und ihren Einfluss auf Strömungssysteme lokal für Nahrungsreichtum sorgen. Manche von Ihnen sind aktiv und stoßen Gase aus, von denen Bakterien leben. Doch würde auch ein Seeberg in der eisbedeckten, nahrungsarmen, zentralen Arktis von Leben wimmeln? Das sollten die Tauchgänge und Probenahmen der zweiten Woche unserer Expedition PS101 zeigen.

Unser erstes Ziel diese Woche war die Erkundung der Gipfel des Langseth Rückens, der von fast 5000 auf 560 m Wassertiefe aufsteigt und zu dem der Karasik-Seeberg mit dem höchsten Gipfel gehört. Wir konnten dabei die neuen Funktionalitäten des Ocean Floor Observation Systems - kurz OFOS - testen. Das OFOS wird an einem Lichtwellenleiterkabel des Schiffes mit einer Höhe von 2 Metern über den Meeresboden geschleppt oder in Eisdrift bewegt. Neben Lichtquellen und einer hochauflösenden Fotokamera sowie einer HD-Videokamera ist unser OFOS nun zusätzlich mit einem Sidescan Sonar und einem vorausschauenden Sonar ausgestattet. Das hat Vorteile: Während die Kamera einen Streifen Meeresboden von fünf Metern fotografiert, können wir mit dem Sonarsystem auf jeder Seite nochmal 40 Meter mehr kartieren und Objekte und Strukturen von bis zu ca. 20 cm erfassen. Das beschleunigt das Entdecken unbekannter Regionen, denn wir sind hier in einem Gebiet, von dem es noch keine Bilder und nur ungenaue Meeresboden-Karten gibt.





Abb. 1: Leben unter dem Eis - Schwammgärten des Karasik Seeberges. (Foto: AWI OFOS-Team)

Der Moment, in dem der Meeresboden eines unbekanntes Meeresgebietes erstmals auf den Bildschirmen auftaucht, ist einfach wundervoll: man weiß nie, was einen erwartet, außer dass es etwas Neues ist. Bei den ersten Bildern vom Karasik Seeberg trauen wir unseren Augen nicht: der Gipfel ist über und über mit riesigen kugeligen Schwämmen bewachsen, die wir sogar im Sonar erkennen können. Zwischen den Schwämmen liegen zentimeterdicke Matten aus Nadeln und Wurmröhren. Wir haben verschiedene Fischarten beobachten können, die hier nicht zu erwarten waren und einen Blick auf die nördlichsten bisher entdeckten Korallen erhascht. Es tummeln sich große weiße Seesterne, blaue Schnecken, rote Krebse und weiße und braune Muscheln zwischen den Schwämmen.




Die Flanken des Karasik-Seebergs sowie der zwei weiteren Gipfel des Langseth Rückens sind dagegen extrem steil und unbewohnt, sie bestehen aus verwitterten Basaltbrocken, die nur sehr spärlich von Glasschwämmen und Seeanemonen besiedelt sind. An den Ausläufern des Langseth Rückens, der in den Trog des Gakkelerückens ragt, gibt es kaum Sedimentbedeckung.

## Kontakt




### Wissenschaft

 Antje Boetius  
 +49(471)4831-2269  
 [Antje.Boetius@awi.de](mailto:Antje.Boetius@awi.de)

### Wissenschaftliche Koordination

 Rainer Knust  
 +49(471)4831-1709  
 [Rainer Knust](mailto:Rainer.Knust@awi.de)

### Assistenz

 Sanne Bochart  
 +49(471)4831-1859  
 [Sanne Bochart](mailto:Sanne.Bochart@awi.de)

## Weitere Infos

### Weitere Seiten

[» Forschungseisbrecher Polarstern](#)  
[» Wochenberichte Polarstern](#)



Abb. 2: Ein Schwamm vom Karasik Seamount. Unter den Nadeln erkennt man das Schwamm-Gewebe. (Foto: B. Slaby, GEOMAR)

Die Interaktionen zwischen dem Leben und der extremen Umwelt der arktischen Tiefsee sind ein Fokus unserer Expedition. Dieser zweite Wochenbericht ist also dem Leben tief unter dem Eis gewidmet. Einige der Schwämme von bis zu einem Meter Größe müssen mehrere hundert Jahre alt sein, sie sind an ihren Rändern über und über von Würmern und Moostierchen überwachsen. Schwämme sind einer der ältesten Tierstämme der Erde und man findet sie in allen Meeren - vom tropischen Flachwasser bis zur arktischen Tiefsee. Sie beherbergen eine komplexe Gemeinschaft von speziellen Mikroorganismen - bekannt dafür ist besonders auch die arktischen Geodia-Schwämme, die wir hier häufig finden.

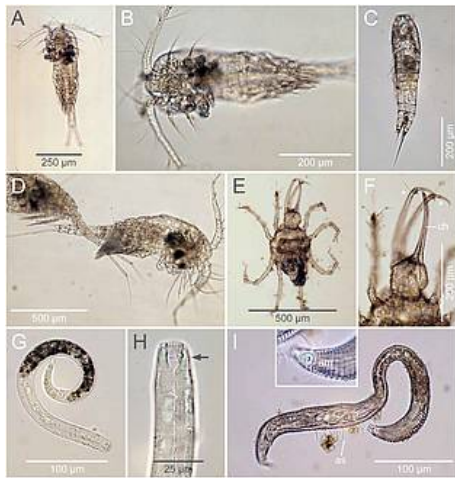


Abb. 3: Meiofauna des Karasik-Seeberges (Foto: Quelle: K George, A Kieneke Senckenberg)

Proben von und um die Riesenschwämme herum erhalten wir durch Kastengreifer und dem Telemetrie-betriebenen Multicorer. Wie die Megafauna, die wir mit der Kamera beobachten können (Organismen >1 cm) ist auch die Makrofauna (Organismen >1 mm) hier im Gegensatz zu den umliegenden Tiefseebecken auf dem Karasik-Seeberg sehr vielfältig. Es gibt Unmengen von Borstenwürmern, Flohkrebse und Scherenkrebse sowie Moostierchen. Die Schwämme sowie ihre Mitbewohner leben auf Schichten von Ablagerungen vergangener Gemeinschaften aus Moostierchen, Schwammnadeln und Röhren von Borstenwürmern, die mit mehreren Zentimetern die dünne Sedimentauflage bedeckt. Darunter ist basaltisches Gestein. Uns interessiert einfach alles was hier lebt. Auch die höchstens einen Millimeter großen Tiere, die in den Zwischenräumen zwischen Schwamm und Schlamm vorkommen: winzige Ruderfuß- und Flohkrebse, Fadenwürmer, Asseln, Milben und viele andere mehr. Einige konnten wir sogar hier an Bord bereits unter der Stereolupe (Abb. 3) aussortieren. Bei unserer Reise in die Welt der Kleinstlebewesen bis hin zu den Mikroorganismen von einem Mikrometer Zelldurchmesser, stellen wir fest, dass die größeren Tiere am Seeberg den Mikroben kaum etwas zu fressen übrig lassen. Das Sediment unter den Schwämmen ist extrem nahrungsarm. Wir finden auch keine Hinweise auf Fluidaustritte - das heißt, die Lebensgemeinschaften am Seeberg müssen wohl von abgesunkenem Plankton leben. Denn die Schwämme wie auch die anderen größeren Lebewesen hier sind Filtrierer, d.h. sie nehmen Nahrungspartikel aus der Wassersäule auf. Jedoch ist für uns immer noch unklar woher die Nahrung stammen könnte, um solch hohe Biomassen in der eisbedeckten Arktis zu unterhalten. Wir werden noch einige Untersuchungen durchführen müssen, um das Rätsel der Nahrungsquelle der Seeberg-Lebensgemeinschaften zu lösen, hoffentlich gelingt dies in den kommenden 2 Wochen.



Abb. 4: Das Multinetz wird ausgesetzt. (Foto: F. Schramm, MPI/MARUM)

Und auch das Zooplankton über dem Seeberg ist extrem häufig - dafür finden wir kaum Algen und keine Nährstoffe mehr am Ende der produktiven Sommersaison. Das Zooplankton (passiv driftende, 0,2 - 200 mm große Organismen) wird während unserer Expedition mit zwei verschiedenen Geräten untersucht: dem Multinetz und dem LOKI (Lightframe On-sight Key Species Investigations). Das Multinetz besteht aus vielen Netzen (Maschenweite: 150 µm), die es uns erlauben, während eines vertikalen Fangs verschiedene Tiefenstufen vom Meeresboden bis zur Oberfläche zu beproben. Der Zooplankton-Recorder LOKI macht direkt in der Wassersäule Fotos von den Organismen.

LOKI misst gleichzeitig Tiefe, Temperatur, Salzgehalt, Fluoreszenz und Sauerstoffgehalt. Besonders spannend ist dabei für unsere Zooplanktologen die fast unbekannte Fauna nahe des Meeresbodens - und zwar nicht nur am Gipfel des Seeberges, sondern auch in mehreren Kilometern Tiefe im Gakkelerücken. Erste Ergebnisse zeigen, dass das Plankton auch zwischen 2 und 4,8 km sehr divers ist. Die Biomasse und die Individuenzahlen sind in unserem Untersuchungsgebiet dabei höher als je zuvor auf allen anderen Expeditionen von 1995-2015 in die zentrale Arktis beobachtet. Ist dies eine Besonderheit des Gakkelerückens und auf einen Einstrom von atlantischem Wasser zurückzuführen, oder hat es allein etwas mit der Wasserzirkulation im Gebiet von unterseeischen Bergen zu tun? Und stellen die Zooplankter selbst vielleicht eine wichtige Nahrungsquelle für die Schwämme des Seebergs dar? Doch wovon leben sie selbst, wenn kaum Algenwachstum statt findet? Dies sind einige der schwierigen Fragen, die wir während unserer Expedition beantworten möchten.

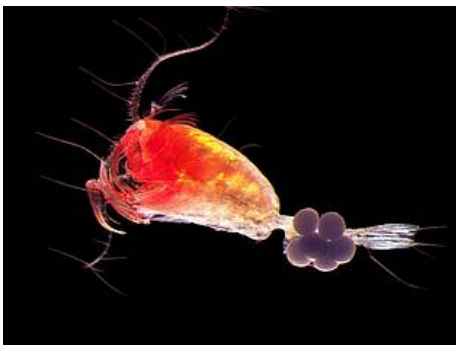


Abb. 5: Der Ruderfußkrebs *Paraeuchaeta polaris* trägt Eier. (Foto: N. Hildebrandt/AWL, K. Kosobokova/IORAS)

An der Vertikalverteilung der Calanus-Arten (Copepoden, auch Ruderfußkrebse genannt), die mit 70% den Großteil der Biomasse im Zooplankton ausmachen, können wir sehen, dass die Zooplanktongemeinschaft im September schon langsam in den Überwinterungsmodus übergeht (Abb. 5). Die Calanus-Individuen haben aufgehört zu fressen und wandern derzeit von der Oberfläche in Tiefen zwischen 200 und 1000 m, wo sie die nächsten neun Monate überwintern werden. Während dieser Zeit ernähren sie sich ausschließlich von Fettreserven, die sie sich im Sommer zugelegt haben. Einige Mitfahrer haben sich inzwischen entschlossen, mit Hilfe des Schiffskochs genau dieser Strategie

zu folgen.

Unsere Planktologen haben inzwischen über 120 verschiedene Arten gefunden, was bereits mehr als die Hälfte aller bekannten Zooplankter in den Tiefen des Arktischen Ozeans darstellt. Diese Arten werden fotografiert und für genetische Analysen vorbereitet, mit deren Hilfe wir eine Gendatenbank zur arktischen Biodiversität aufbauen wollen.

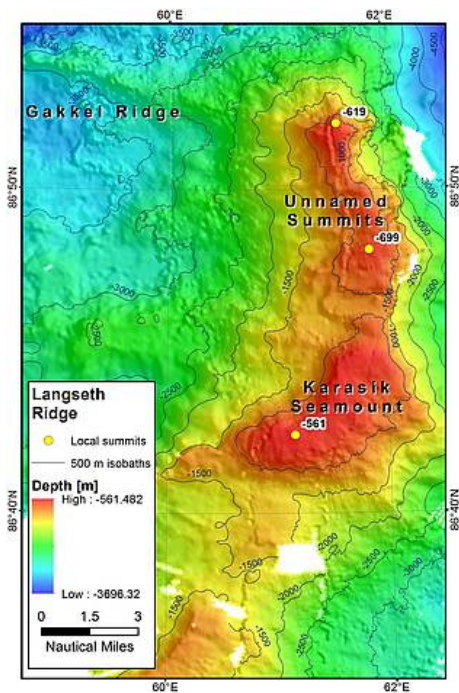


Abb. 6: Der Langseth Rücken mit dem Karasik Seeberg.  
(Foto: AWI Bathymetrie, FIELAX)

Eine zentrale Frage, der wir Biologen auf dieser und weiterer Expeditionen in die Polarregionen nachgehen, ist dabei nicht nur wie vielfältig das Leben unter dem Eis ist, sondern auch wie es auf den Klimawandel und den fortschreitenden Rückgang des Meereises reagiert. Auch der Langseth Rücken selbst und der geologische Ursprung seiner Seeberge gibt uns noch Rätsel auf. Sind sie eine tektonische Verwerfung, oder sind es Vulkane? Gibt es noch aktive Fluidaustritte, und wie beeinflusst der Gakkelrücken und seine Seeberge die Hydrographie und das Nahrungsnetz der Arktis. Das wollen wir in den nächsten Wochen erforschen.

Vor genau einer Woche fand der erste Tauchgang statt, seit dem waren wir fleißig und hatten schon fast alle Forschungsgeräte am Meeresboden, im Wasser oder auf dem Eis. Wir haben zwar kein schönes Wetter - es ist entweder neblig, oder es gibt Schneefall und richtig hell wird es nur noch mittags, die Temperaturen liegen bei -1 bis -10°C. Doch die Eisbedingungen sind durchweg gut, was bedeutet, dass wir mit dem Schiff auch bei geringer Geschwindigkeit wendig durch das Eis kommen. Es ist einfach erstaunlich, was die gute alte Polarstern und ihre Crew kann - gerade eben haben wir gezielt Meeresbodenproben aus einem eisbedecktem Gebiet geholt, nicht größer als das Schiff selbst - bei starkem Wind, schneller Eisdrift und in 3000m Wassertiefe. Die letzte Woche war schon mal sehr aufregend und ein guter Start der Expedition - neben der weiteren erfolgreichen Bergung eines FRAM Observatoriums, der Ausbringung von Eisbojen für die internationale Arktisforschung, sowie mehreren Eisstationen haben wir auch den ersten Testtauchgang des NUI-Untereis-Roboters ausgeführt. Der kleine Roboter hatte sich ganz unerwartet gleich zu Beginn des Tauchgangs verselbstständigt und war nur mit vereinter Mühe davon abzuhalten, in einen Dauertauchgang zu gehen. Wir können das verstehen, denn es ist wirklich schön hier unter dem Eis. Gerade haben wir begonnen neben der Forschung an den hohen Seebergen auch ganz tief in den Gakkelrücken zu schauen. Er ist viel aktiver, als es sein Titel der „ultralangsamsten“ Spreizungszone der Erde vermuten lässt. Mehr von den Entdeckungen heißer Quellen im nächsten Wochenbericht.

Von Bord grüßen bei bester Gesundheit die wissenschaftlichen Teilnehmer der Karasik-Expedition ihre Familien, Freunde und Kollegen.

Antje Boetius

PS101 - Wochenbericht Nr. 3 | 26. September bis 2. Oktober 2016

# Heiß und Kalt am Gakkelrücken des Arktischen Beckens

[04. Oktober 2016] Die dritte Woche der Expedition PS101 war der Erforschung von heißen Quellen in der Tiefsee der eisbedeckten Arktis gewidmet. Und der arktische Herbst hat begonnen.



Abb. 1: Frische basaltische Kissenlaven des Gakkelrückens, mit Glasschwamm und Garnelen (Foto: AWI OFOS-Team)

Tief unter der Wasseroberfläche an den Spreizungszonen der Ozeanplatten entsteht neuer Meeresboden. Die Kraft der tektonischen und vulkanischen Bewegungen formt dabei untermeerische Gebirge, die wir „Ozeanrücken“ nennen – sie durchziehen alle Ozeane. Der Gakkelrücken der Arktis ist noch immer ein Geheimnis, weil er fast unzugänglich ist – außer für das Forschungsschiff Polarstern. Er ist der weltweit am langsamsten spreizende mittelozeanische Rücken, mit durchschnittlich einem Zentimeter pro Jahr. Der Gakkelrücken wurde lange für inaktiv gehalten. Doch auch hier gibt es Vulkanismus und heiße Quellen, Hydrothermalquellen genannt. Wir wollen auf dieser Expedition untersuchen, wie die auffälligen Seeberge des Gakkelrückens entstehen, wie sie die Strömungen beeinflussen und was an ihnen lebt (Abb. 1).

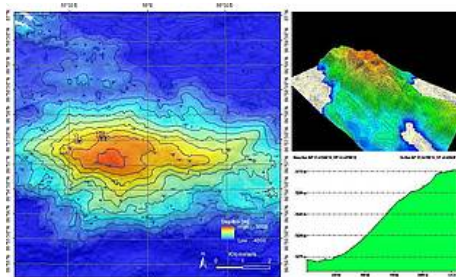




Abb. 2: Ein aktiver Seeberg im Gakkelrücken (Foto: AWI & FIELAX Bathymetrie-Team)




Als zweites Arbeitsgebiet unserer Expedition haben wir uns dazu einen kleinen, steilen Berg von 8 km Durchmesser im Tal des Gakkelrückens nahe des Karasik Seeberges ausgesucht. Dazu konnten wir in der dritten Expeditionswoche zunächst das Gebiet mit dem schiffseigenen Fächerecholot, einem ATLAS Hydrosweep, genau vermessen (Abb. 2). Im Gegensatz zu konventionellen Echoloten, wie sie etwa in der Fischerei und als Tiefenmesser eingesetzt werden, sendet das Fächerecholot zeitgleich 960 Schallwellen (sog. Beams = Strahlen) in einem großen Fächer aus, mit dem man das Profil des darunterliegenden Meeresbodens erfasst. Diese bathymetrischen Informationen werden dann für folgenden Untersuchungen und Probennahmen genutzt. Der Berg erhebt sich mehr als 1000 m über die Umgebung und scheint vulkanisch noch aktiv zu sein.

## Kontakt




### Wissenschaft

 Antje Boetius  
 +49(471)4831-2269  
 [Antje.Boetius@awi.de](mailto:Antje.Boetius@awi.de)

### Wissenschaftliche Koordination

 Rainer Knust  
 +49(471)4831-1709  
 [Rainer Knust](mailto:Rainer.Knust@awi.de)

### Assistenz

 Sanne Bochert  
 +49(471)4831-1859  
 [Sanne Bochert](mailto:Sanne.Bochert@awi.de)

## Weitere Infos

### Weitere Seiten

» [Forschungseisbrecher Polarstern](#)  
» [Wochenberichte Polarstern](#)





Abb. 3: Frisches Gesteinsglas vom Wurmfortsatz einer Kissenlava (Foto: A. Diehl/MARUM)

Mit dem OFOS (Ocean Floor Observatory System) landen wir beim ersten Tauchgang auf riesigen Schutthaufen von Basaltgestein. Doch immer wieder finden wir auch unverwitterte basaltische Kissenlaven. Das sieht aus, als wäre gerade frische Lava aus dem Boden gepresst worden, um im eiskalten arktischen Tiefseewasser sofort zu erstarren. Die Abschreckungsränder aus Gesteinsglas an den Basaltkissen, die wir besonders am Gipfel des Seeberges finden, weisen auf sein geologisch junges Alter hin (Abb. 3). Vulkanische Aktivität fördert Wärme aus dem Inneren der Erde und liefert damit Energie für Zirkulationssysteme im Meeresboden.

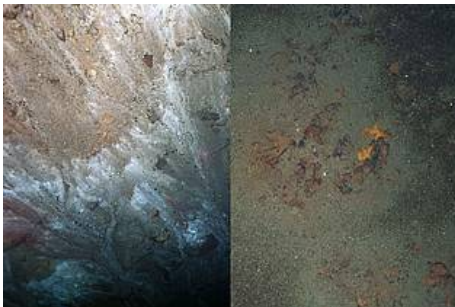


Abb. 4: Verschiedene hydrothermale Ausfällungen nahe des Gipfels (Foto: AWI OFOS-Team)

Wo das kalte Ozeanwasser mit heißem Gestein aus der tiefen Erde zusammenkommt, entsteht eine wahre Hexenküche. Aufgeheizte, energiegeladene Fluide strömen aus Rissen, Löchern und Kaminsloten zurück ins Meer. Der Typus der heißen Quellen hängt dabei von der vorhandenen Wärmemenge und der Art des anstehenden Gesteins ab, durch welches die Fluide zirkulieren. Nahe des Vulkangipfels haben wir schon beim ersten Tauchgang am Meeresboden verschiedene bunte hydrothermale Ausfällungen entdecken können (Abb. 4). Nun wollen wir natürlich auch noch die zugehörigen Quellen am Meeresboden finden. Ihre Form, die Farbe ihrer Schloten und Rauchfahnen und die Lebewesen darum können uns viel über die geologischen Zusammenhänge verraten. Wir suchen dabei auch nach charakteristischen Lebensformen von Tieren und Bakterien, die zusammen die Produkte der chemischen Reaktionen im Meeresboden nutzen wie Wasserstoff und Methan oder auch reduziertes Eisen und Schwefel.

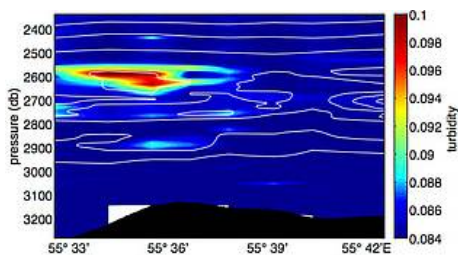


Abb. 5: Der Trübesensor zeigt Rauchfahnen von heißen Quellen des Gakkelrückens. (Foto: Quelle: J. Köhler und M. Walter, IUP Uni Bremen)

Die Suche nach den „Rauchfahnen“ von heißen Quellen am Meeresboden werden vor allem mit dem Wasserschöpfer und seinen vielen Sensoren durchgeführt. Wie bei einem Jojo-Spiel wollen wir den Wasserschöpfer im Zickzack hoch und runter fahren und dabei über den Meeresboden ziehen - so kann man viel schneller Rauchfahnen aufspüren. Doch wie gelingt das im zunehmend dickeren Eis ? Dazu parken wir Polarstern zunächst an einer Eisscholle. Die Eisforscher steigen dann aus und können um uns herum auf der Scholle ihre Studien zeitgleich betreiben. Das Schiff driftet dann mit dem Wasserschöpfer am Kabel über unsere Zielgebiete - soweit die Theorie. Beim ersten Versuch mussten wir den Schnitt allerdings bald wieder abbrechen, plötzlich spielte die Eisdrift nicht mit und zog uns von

unserem Ziel weg. Beim zweiten Versuch hatten wir mehr Glück: Wir fanden die ersten Anzeichen für hydrothermale Aktivität in Form eines schwachen Trübe- und Temperatursignals in einer Tiefe von 2600 Metern – also 300-500 Meter über dem Gipfel des Berges. Die Sensoren schlugen dabei deutlich aus: Anomalien in Temperatur, Trübe und chemischem Potential der Wasserschicht über dem Vulkan deuten auf frische, heiße und recht starke Fluidaustritte hin. Diese sind aber dennoch zu verdünnt, um sie mit bloßem Auge zu sehen. Die nächsten erfolgreichen Tow-yo Drift-Stationen erlaubten die Aufzeichnung der für unsere Augen unsichtbaren Rauchfahne über unserem kleinen Berg (Abb. 5). Klar ist, dass sich die frischesten Signale durch Temperaturerhöhungen und scharfe Abfälle im chemischen „Redox“ Potential, sowie hohem Silikat-, Methan- und Wasserstoffgehalt auszeichnen, dabei aber keine Erhöhung der Trübe zu beobachten ist. Wenn sich die Rauchfahne weiter von der Quelle entfernt, wird das chemische Signal schwächer, und die Trübe steigt an. Unter jeder dieser Rauchfahnen zeigen sich Terrassenstufen in der Topographie des Berges. Und auch wenn der mit den gleichen chemischen Sensoren ausgestattete Kameraschlitten über die Terrassen fährt, sehen wir die Rauchzeichen in den Daten.

Was für eine Art von heißer Quelle kann solche Rauchfahnen erzeugen? Bei den typischen Schwarzen Raucher-Schlotten fallen Sulfide aus, sobald die 350°C heißen Fluide in Kontakt mit dem kalten Seewasser kommen. In diesem Fall treten Trübe- und chemische Redox-Signale gleichzeitig auf. Das Fehlen eines Trübesignals bei den stärksten Temperatur- und Redox-Anomalien deutet stattdessen darauf hin, dass die Trübeartikel erst nach und nach aktiv in Plume gebildet werden. Eine mögliche Erklärung wäre ein Vent mit niedrigerer Temperatur (um 300°C); in diesem Fall bilden sich die Sulfide bereits unterhalb des Meeresbodens, und die Ventfluide treten als klare Flüssigkeit aus, die reich an gelöstem Eisen und Gasen ist. Dabei könnte das gelöste Eisen nach und nach mit dem Sauerstoff im Meerwasser reagieren und langsam 'Rost' Partikel bilden, die als Trübeplume in unseren Messungen zu sehen wären. Bei diesem Szenario suchen wir auf dem Meeresboden also nicht nach rauchenden Schornsteinen, sondern eher nach Hydranten, die klares, heißes Wasser speien.

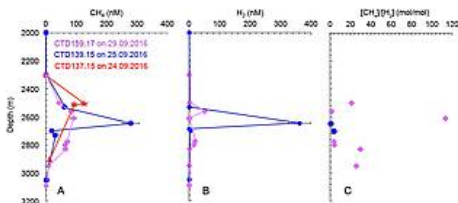


Abb. 6: Methan- und Wasserstoffprofile der Rauchfahnen (Foto: Quelle: J McDermott, Lehigh Univ. und G Wegener, MPI Bremen)

Die Gase Wasserstoff und Methan gehören dabei zu den wichtigsten reduzierten Verbindungen, die an hydrothermalen Quellen in die Wassersäule austreten. Wir können ihre Emission mithilfe gaschromatographischer Methoden schon an Bord quantifizieren und so auch ihre Bedeutung für Mikroorganismen untersuchen. Diese holen wir uns mit dem Wassers schöpfer an Bord und versuchen sie mit verschiedenen Energiequellen zu füttern, um herauszufinden, welche von ihnen von den Rauchfahnen in der arktischen Tiefsee leben. In den frischen Rauchfahnen sind die Methan- und Wasserstoffkonzentrationen sehr hoch. (Abb. 6).

Auffallend ist, dass die Verhältnisse beider Gase zueinander stark schwanken. Dies könnte möglicherweise auf verschiedene hydrothermale Quellen hinweisen. Wahrscheinlicher ist es jedoch, dass beide Stoffe unterschiedlich schnell durch Mikroorganismen abgebaut werden. Für die Mikroben stellen die reduzierten Verbindungen in den Fahnen eine potentielle Energiequelle dar, mit der sie ähnlich wie Pflanzen Kohlendioxid in Biomasse umwandeln können – und dazu brauchen sie kein Licht. Erste Ergebnisse von den mikrobiologischen Experimenten zeigen, dass die Einzeller der Rauchfahnen tatsächlich eine gegenüber normalem Tiefenwasser vielfach erhöhte Kohlenstofffixierung zeigen. Ein neues spektrometrisches Gerät an Bord hat dem Methanrauch auch schon erste Informationen über seinen Ursprung entlockt. Es ist isotopisch sehr schwer gegenüber dem atmosphärischen Methan und lässt uns vermuten, dass es direkt in der Hexenküche des tiefen Meeresbodens entsteht.

In den kommenden Wochen wechseln wir immer wieder zwischen dem jungen, heißen Berg und dem alten, großen Seeberg hin und her, um unsere verschiedenen Aufgaben und Forschungsgeräte zeitlich optimal miteinander zu verschränken. Zur Abkühlung gibt es alle 2-3 Tage eine Eisstation. Auch der Untereis-Roboter NUI hat sein schwieriges Werk aufgenommen und uns 2 hochauflösende Karten und ein Photomosaik beschert. Es ist schon eine besondere Kombination von Extreme-Lebensraum-Forschung, wenn ein Teil der Forscher Tausende von Metern unter dem Schiff die seltsamen Lavafelsen nach heißen Quellen absucht, während gleichzeitig um das Schiff herum die anderen Mitfahrer in Eis und Schnee Kerne bohren, Bojen aussetzen und den gerade beginnenden Gefrierprozess an jungen Schollen beobachten. Wir sind jedenfalls alle froh, uns für Ruhepausen in den gemütlichen Bauch des Schiffes zurückziehen zu können. Denn inzwischen ist der arktische Herbst eingekehrt, es gibt nur noch wenig Sonnenstrahlen, dafür viel Wind und Schnee, und die ersten Tage unter -10°C. Wir haben gerade zusammen mit der Mannschaft das Bergfest gefeiert mit einem Empfang auf der Eisscholle und BBQ an Bord. Die Hälfte der Fahrt ist also um, doch wir haben noch so

viel vor. Drückt uns die Daumen, dass weiterhin Wind, Wetter und das Eis mitspielen.

Von Bord grüßen bei bester Gesundheit die wissenschaftlichen Teilnehmer der Karasik-Expedition ihre Familien, Freunde und Kollegen.

Antje Boetius

PS101 - Wochenbericht Nr. 4 | 02. Oktober bis 09. Oktober 2016

# Neue Messsysteme für die Beobachtung des arktischen Wandels

[11. Oktober 2016] Die Expedition PS101 erprobt verschiedene neue Messsysteme für Eis, Ozean und Meeresboden der zentralen Arktis. Ziel ist, die Veränderungen des Meereises sowie die Ursachen und Konsequenzen für Ozean und Leben zu beobachten und zu verstehen.



Abb. 1: Neues Meereis (graue Flächen) bildet sich zwischen den alten Schollen, die den vergangenen Sommer überlebt haben. (Foto: Alfred-Wegener-Institut / M. Nicolaus)

Zudem haben wir in der vierten Woche der Polarstern Expedition PS101 weiter an dem hydrothermal aktiven Seeberg im Trog des Gakkelerückens bei 87°N und 55°O sowie den großen Seebergen des Langseth Rückens bei 86°N und 60°O gearbeitet und wertvolle geologische und biologische Proben gewonnen, die im nächsten Wochenbericht gewürdigt werden. Dieser Wochenbericht ist von dem Meereis-Forscher Marcel Nicolaus gemeinsam mit dem FRAM Team an Bord verfasst und berichtet von den Fortschritten mit neuen Messsystemen für die Polarforschung.





Abb. 2: Aufbau einer Eisstation mit dem ROV „Beast“. Das ROV wird durch das Loch im Eis zu Wasser gelassen und aus dem Kontrollstand, der auf Schlitten montiert ist, gesteuert. (Foto: Alfred-Wegener-Institut / M. Schiller)




Die Grundlage moderner Ozean- und Meereisforschung sind immer weiter entwickelte und zugleich stärker automatisierte Messmethoden, die es erlauben von klassischen Punktmessungen bei Stationen zu zeitlich und räumlich hochaufgelösten Datensätzen für eine Vielzahl von Beobachtungen von Physik, Chemie und Biologie zu gelangen. Zugleich ist es jedoch auch unabdingbar die Qualität der einzelnen Messungen beizubehalten und dafür zu sorgen, dass Messungen mit neuen Instrumenten mit den klassischen Methoden vergleichbar sind. Seit gut zwei Jahren unterstützt die Helmholtz-Gemeinschaft das Infrastrukturprogramm FRAM, welches es uns ermöglicht verschiedene neue Messsysteme zu entwickeln und zu modernen Observatorien zu kombinieren. Während PS101 testen wir diese Systeme unter Realbedingungen und vergleichen die Ergebnisse mit denen etablierter Methoden. Inzwischen ist auch das Forschungsschiff Polarstern selbst durch „underway“ Messungen zu einer komplexen Messplattform ausgebaut worden, die mit verschiedenen Sensoren bis hin zu einer automatischen Filtrationseinheit eine Vielzahl biologischer und geochemischer Parameter entlang der gesamten Fahrstrecke erfasst. Für die Meereisuntersuchungen wurde ein neuer Tauchroboter, das

## Kontakt




### Wissenschaft

 Antje Boetius  
 +49(471)4831-2269  
 [Antje.Boetius@awi.de](mailto:Antje.Boetius@awi.de)

### Wissenschaftliche Koordination

 Rainer Knust  
 +49(471)4831-1709  
 [Rainer Knust](mailto:Rainer.Knust@awi.de)

### Assistenz

 Sanne Bochert  
 +49(471)4831-1859  
 [Sanne Bochert](mailto:Sanne.Bochert@awi.de)

## Weitere Infos

### Weitere Seiten

[» Forschungseisbrecher Polarstern](#)  
[» Wochenberichte Polarstern](#)

Untereis-ROV (remotely operated vehicle) „Beast“, mit einer Vielzahl an Sensoren ausgestattet; während zeitgleich ähnliche Sensorik in autonomen Messsystemen wie Bojen und Verankerungen in Eis und Ozean integriert wird. Die Eisbojen driften auch nach Abschluss unserer Arbeiten weiter durch den arktischen Ozean und senden eine Vielzahl von Daten über Satellitenkommunikation. Während unserer Fahrt durch das Meereis erhalten wir sehr viel Unterstützung durch das neue Eisinformationssystem (IceGIS) an Bord, das die Navigation und Entscheidungsfindung bei komplizierten Eis- und Sichtbedingungen deutlich verbessert.



Abb. 3: Bojenstation bestehend aus einer Massenbilanzboje zur Messung der Eisdicke, Temperaturen und solarer Einstrahlung über und unter Meereis, und einer Schneeboje zur Messung der Schneedicke und Lufttemperatur. (Foto: Alfred-Wegener-Institut / M. Nicolaus)

Die Hauptarbeit während der zahlreichen Eisstationen zur Untersuchung des Meereises erledigt für uns ein neuer Tauchroboter. Er ermöglicht es, die Eigenschaften des Meereises und vor allem deren räumliche Variabilität direkt an der Unterseite des Eises zu untersuchen. Das „Beast“ zeichnet sich gegenüber anderen ROV Systemen dadurch aus, dass es physikalische, biologische und geochemische Eigenschaften gleichzeitig messen kann und die Tauchgänge durch mehrere Kameras dokumentiert. Dadurch lernen wir mehr über das arktische Klima- und Ökosystem und darüber wie sich diese Systeme aufeinander auswirken. Mit dem neuen ROV, das zu den besten mobilen Plattformen für die Untereisforschung gehört, können wir unsere Beobachtungen in den Meereisgebieten in den kommenden Jahren stark verbessern. Die ROV Messungen werden mit Untersuchungen der Oberflächeneigenschaften der Eisdecke wie Schneeaufgabe und Eisdicke kombiniert, um ein umfassendes Bild des aktuellen Zustands zu erstellen.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil unserer Arbeit an Bord ist das Ausbringen von Bojen, die die Atmosphäre, den Schnee, das Meereis und den Ozean über die kommenden Monate beobachten. Auch hier setzen wir auf aktuelle Neu- und Weiterentwicklungen, die neue genauere Sensoren sowie verschiedene interdisziplinäre Sensorik zum Einsatz bringen. Diese Bojen speisen ihre Daten unmittelbar nach Erhebung in internationale Messnetzwerke ein und tragen so z.B. zu täglichen Wettervorhersagen bei. Zeitgleich empfangen wir die Positionsdaten auch auf Polarstern, so dass diese unmittelbar im IceGIS für die Driftvorhersage genutzt werden können.



Abb. 4: IceGIS auf Brückenmonitor im Einsatz: Dargestellt wird das Brückenradar mit Schiffsposition, projiziert auf eine aktuelle Satellitenaufnahme sowie die Bodentopographie. (Foto: Alfred-Wegener-Institut / T. Krumpen)

Nur wenige Schiffe können Eis brechen, daher war ein Großteil der Arktis bisher unzugänglich und unerforscht. Es ist kaum möglich, auf der für Schiffe relevanten lokalen Skala der Navigation genau vorher zu sagen, wie sich die Drift dicker und dünner Eisschollen durch Wind und Gezeiten verhält und welcher Weg durchs Eis schnelle Fahrt oder das zügige Erreichen bestimmter Stationen erlaubt. Daher wird auf dieser Expedition ein neues Geoinformatisches System „IceGIS“ zur Beobachtung und Vorhersage der Eisdrift und Navigation durchs Eis erprobt. Denn auf der PS101 setzt ein Großteil der Messungen in der Wassersäule und am Meeresboden eine besonders gute Kenntnis des Meereises und seiner Drift voraus. Sind die Forschungsgeräte einmal am Draht im Wasser, ist Eisbrechen nicht mehr möglich. Das Schiff treibt dann mit den Eisschollen, doch es gilt, mit verschiedenen Instrumenten Messpunkte in der Größe eines Fußballfelds in Tiefen von bis zu 3500m zu treffen. Das IceGIS

unterstützt dieses schwierige Unterfangen, in dem es Satellitenbilder sowie Bojendaten, Radaraufnahmen und Modellvorhersagen von Meereis abbildet, die aus verschiedenen Quellen so zeitnah wie eben möglich an Bord bereitgestellt werden. Zusätzlich wird die Drift des Schiffes im Eis mit Hilfe verschiedener Modelle an Bord simuliert und gemeinsam mit den Model- und Satellitendaten im IceGIS dargestellt. Durch eine Kombination dieser verschiedener Informationen erhöhen sich die Erfolgchancen der Operationen im Eis, wertvolle Schiffszeit kann künftig effizienter genutzt und Ressourcen geschont werden.

Während im Winter der Arktische Ozean wieder überfriert und sich neues Eis bildet, spielen sich viele Prozesse ab, die abhängig von der Sonneneinstrahlung sind. Dazu gehört unter anderem das Wachstum von Algen, die neben der Sonnenenergie auch Nährstoffe (Nitrat, Nitrit, Phosphat, Silikat) im Wasser für das Wachstum benötigen. Da bisher die Anwesenheit des Meereises die Menge der Sonnenenergie, die für die Algenblüte benötigt wird, regulierte, könnte man nun vermuten, dass durch die abnehmende Meereisbedeckung nicht mehr das Licht sondern die im Wasser vorhandenen Nährstoffe der Algenblüte eine Grenze setzten und der arktische Ozean sich somit von einem lichtkontrolliertem in ein nährstoffkontrolliertes System wandelt. Um diese ökologischen Auswirkungen nachvollziehen zu können, ist ein Verständnis über die Arten- und Partikelverteilung, sowie über biogeochemische Parameter wie die Karbonatchemie, Nährstoffkonzentrationen und deren dynamisches Verhalten notwendig. Eine alt bewährte und präzise Methode ist es, zu diesem Zweck Wasserproben zu nehmen, um zum einen die Partikel und Organismen herauszufiltern (für z.B. DNA-Analysen und Chlorophyllextraktion) und andererseits mit chemischen Verfahren im Labor zu analysieren. Da diese Methode jedoch nur eine räumliche und zeitliche beschränkte Einsicht ermöglicht, ist es von immer höherer Bedeutung moderne Sensortechniken für diesen Zweck zu verwenden, die ein kontinuierliches Messen dieser Parameter ermöglichen, z.B. auch in der Winterzeit, wenn Polarstern die Passage durch zu dickes Eis verwehrt wird. Liegt der Vorteil der sogenannten „Unterwegs-“ (Underway-) Sensoren gegenüber herkömmlichen chemischen Verfahren in räumlicher und zeitlicher Messung, können diese jedoch oft nicht mit der Präzision der von Menschenhand kontrollierten chemischen Verfahren mithalten. Gründe dafür liegen zum einen in der Messtechnik selber aber auch in Umwelteinflüssen wie Temperatur oder Biomasse, die sich auf den Sensoren oder innerhalb der Wasserleitungen des Schiffes ablagern und verfälschende Effekte hervorrufen können. Um sicher zu gehen, dass trotzdem qualitativ hochwertige Sensordaten erhoben werden können, ist eine Kontrolle durch einen Vergleich zu chemisch analysierten Proben unumgänglich.



Abb. 5: Bestimmung eines kontinuierlichen Nitrat- und CO<sub>2</sub>-Profils durch ein Sensoren-Modul am Kranzwasserschöpfer (v. Oberfläche bis max. 550m Wassertiefe). (Foto: AWI / D. Scholz)

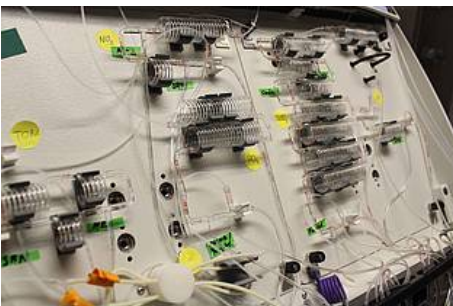


Abb. 6: Automatisierte Chemische Nährstoffanalyse. Zur Verifizierung der Sensoren und Durchflussmessungen werden präzise nasschemische Analysen eingesetzt. (Foto: AWI / L. Wischnewski)

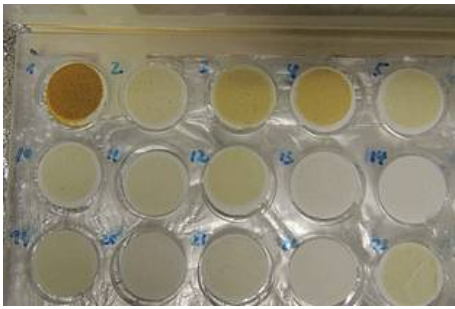


Abb. 7: POC Filter - Glasfaserfilter nach Filtration von Meerwasser der oberen 100 m. (Foto: AWI / A. Stecher)



Abb. 8: Der RAS 500 Wasserprobennehmer bei der Aufnahme einer Verankerung in der zentralen Arktis. (Foto: AWI / A. Purser)



Abb. 9: Sinkstofffallenflaschen aus der Verankerung mit abgesunkenen Partikeln (Foto: Alfred-Wegener-Institut / D. Scholz)

Ein weiterer Typ von multidisziplinären Observatorien sind Verankerungen, welche für ein Jahr mit einer Vielzahl an neuen Sensoren ausgestattet in der zentralen Arktis ausgebracht wurden und nun für die Auswertung geborgen sind. Neben innovativen Sensoren wie ADCPs welche die Strömungsverhältnisse basierend auf der Bewegung von Partikeln im Wasser bestimmen, gibt es auch noch alt bewährte CTDs, die uns Informationen über die Temperatur und Salzgehalt in bestimmten Tiefen liefern. Um Aussagen über die saisonale Veränderung von biologischen und chemischen Parameter machen zu können, haben wir auf dieser Expedition zum ersten Mal erfolgreich einen zusammen mit Sinkstofffallen verankerten Wasserprobennehmer geborgen. Während der Wasserprobennehmer die im Wasser gelösten Nährstoffe beprobt, fangen die Sinkstofffallen absinkende organische Partikel auf und erlauben uns somit einen Einblick in die Zusammensetzung des Planktons sowie des Kohlenstoff- und Nährstoffflusses in die Tiefen des Arktischen Ozeans, die noch so viele Geheimnisse bergen.

Mit herzlichen Grüßen von Bord, Marcel Nicolaus und das FRAM Team

PS101 - Wochenbericht Nr. 5 | 09. Oktober bis 16. Oktober 2016

# Entdeckungen in der eisbedeckten arktischen Tiefsee : von Robotern, Mineralien und Mikroben

[19. Oktober 2016] Die fünfte Woche der Expedition PS101 bringt Fortschritte in der Erkundung heißer Quellen an Seebergen des Gakkelerückens unter dem Eis. Tauchroboter NUI beprobt den Meeresboden

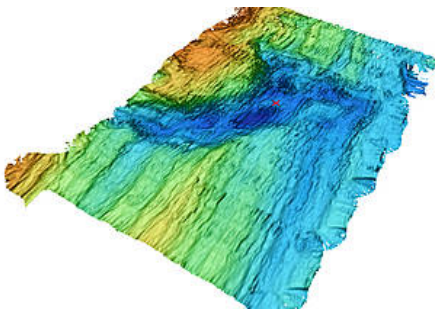
Im Oktober ist es in der Arktis dunkel, eiskalt und windig. Die wenigen freien Wasserflächen gefrieren, es formen sich Frostblumen und Schneewehen vom Eisabrieb. Die Drift ist manchmal ein Knoten schnell. Wir stecken unsere Köpfe noch tiefer in die Tiefsee, die nun wesentlich wärmer ist als die Luft um uns herum und auch bunter und lebensfreundlicher erscheint. Zum Einsatz kommt der neue Untereis-Tiefseeroboter NUI, der den Gipfel des Karasik Seeberges am Gakkelerücken kartiert und spezielle Proben der Fauna vom Meeresboden besorgt (Abb. 1).



Abb. 1 Der Hybrid-Roboter NUI taucht unters Eis. (Foto: NUI-Team (WHOI))

„NUI“, kurz für Nereid Under Ice (Neireide unter dem Eis) ist ein neu für eisbedeckte Ozeane konstruierter Unterwasserroboter des Forschungsinstitutes Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI), den wir in zwei verschiedenen Verfahren erproben: Als „Autonomous Underwater Vehicle - AUV“, ein vom Schiff unabhängiges Unterwasserfahrzeug, oder als „Remotely Operated Vehicle - ROV“, das mit einem haarfeinen Lichtwellenkabel mit dem Schiff verbunden ist. Ein Team von Ingenieuren war während der Reise mit der Erprobung und Weiterentwicklung dieses neuen Roboterkonzeptes unter echten Umweltbedingungen beschäftigt. Obwohl aus Wettergründen NUI nicht so viele Tauchgänge absolvieren konnte, wie wir uns vor der Reise erhofft hatten, sind die wissenschaftlichen und technischen Ziele erreicht.

Nach einem schwierigen ersten Tauchgang mit der Unglücksnummer 13 musste NUI noch aus einer Eisscholle ausgesägt werden, unter der er sich schlafen gelegt hatte. Doch dann führte der Roboter im autonomen Modus als AUV gleich zwei erfolgreiche wissenschaftliche Tauchgänge durch. Er kartierte die beeindruckenden Schwamm-Landschaften des Gipfels des Karasik-Seebergs bei 650 m (Abb. 2A). Der Karasik Seeberg ist einer der drei großen Seeberge, die den Langseth Rücken bilden (Abb. 2B).






## Kontakt




### Wissenschaft

 Antje Boetius  
 +49(471)4831-2269  
 [Antje.Boetius@awi.de](mailto:Antje.Boetius@awi.de)

### Wissenschaftliche Koordination

 Rainer Knust  
 +49(471)4831-1709  
 [Rainer Knust](mailto:Rainer.Knust@awi.de)

### Assistenz

 Sanne Bochert  
 +49(471)4831-1859  
 [Sanne Bochert](mailto:Sanne.Bochert@awi.de)

## Weitere Infos

### Weitere Seiten

» [Forschungseisbrecher Polarstern](#)  
» [Wochenberichte Polarstern](#)



Abb. 2A. Karte des nördlichen Gipfels des Karasik Seebergs. Die hochauflösende Bathymetrie aus dem NUI Tauchgang zeigt einen tiefen Graben (dunkelblau) auf dem Gipfel (braun und grün), der in der Schiffsbathymetrie nicht sichtbar ist. Das rote "X" mark (Grafik: WHOI)

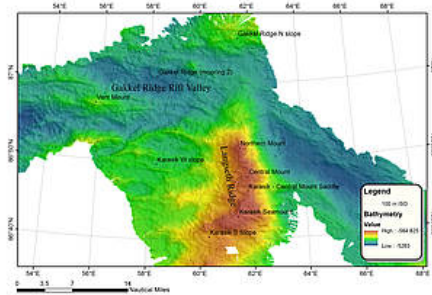


Abb. 2B. Karte des Gakkel Rückens und des Langseth Rückens mit seinen Seebergen und unseren Forschungsgebieten. (Grafik: FS Polarstern Schiffsbathymetrie, AWI/FIELAX)

Neben hochauflösenden bathymetrischen Karten kann der Roboter auch Fotokartierungen durchführen und chemische Anomalien in der Wassersäule erfassen, um nach Fluidaustritten am Meeresboden zu suchen. Dann wurde er in ein ROV umgebaut. NUI erhielt ein Probennehmer-Schlitten und ein Greifarm (Manipulator) sowie eine zusätzliche Steuerung. So konnte er sein kilometerlanges haardünnes Glasfaserkabel auslegen, und wir konnten direkt bei jedem Schritt des Tauchgangs zusehen. Als ROV kann NUI nämlich auf Sicht gesteuert werden und mit seinem Manipulator geologische und biologische Proben vom Meeresboden sammeln, sowie mit HD Videoaufnahmen in Makro das Verhalten auch von kleinen Tieren dokumentieren. Leider war das Wetter tagelang zu schlecht für einen Tauchgang mit hohen Windstärken und schneller Drift. Doch im Auge eines durchziehenden Sturms war zu Ende der Woche endlich die Gelegenheit zum Tauchen da: Auf dem Gipfel des Karasik Seebergs konnten wir das Verhalten von Tieren, wie den dort dominierenden Riesenschwämmen, Seesternen, Kaltwasser Korallen und Shrimps filmen. Besonders aufregend war es, der Roboter-Pilotin Casey bei der Probenahme zuzusehen - der Roboter-Steuerraum war zeitweise mit 20 Zuschauern von Wissenschaft und Mannschaft gefüllt. Wir sahen zu, wie Schwämme in Netze jongliert wurden, kleine Stechproben aus dem Meeresboden entnommen wurden, und die Strudelbewegungen von Bakterienmatten-fressenden Garnelen gefilmt wurden. Es fühlte sich fast an, als würden wir alle zusammen in einem U-Boot unter Wasser sitzen. Die gesammelten Proben beinhalten Riesenschwämme in verschiedenen Altersstufen, Seesterne und mikrobielle Matten, die sich auf absterbenden Schwämmen formen (Abb. 3-6). Beim Ab- und Aufstieg durch die Wassersäule konnten wir zudem hochauflösende HD-Videoaufnahmen des Planktons erhalten, das nach wie vor in dichten Schwärmen durch das dunkle Meer zieht.



Abb 3. Nahaufnahme eines Shrimp auf dem Karasik Seeberg, der an einer Bakterienmatte knabbert. (Foto: WHOI)

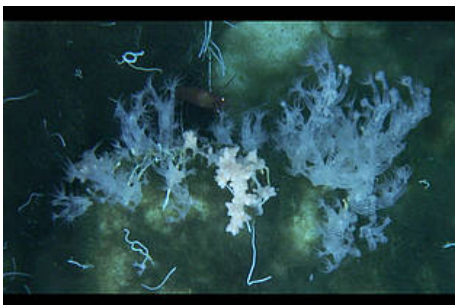


Abb 4. Eine Kaltwasserkoralle vor der Beprobung durch NUI. (Foto: WHOI)

Tauchgänge in die eisbedeckte Tiefsee mit einem videogesteuerten Roboter durchzuführen ist eine wichtige technische Innovation. Bisher gibt es kaum solche Robotertypen, die frei im Eis ausgesetzt werden können, weil die Unterwassernavigation unter Eis und an einem dünnen Kabel zwischen den Schollen sehr schwierig sind. Doch ein einziger erfolgreicher Tauchgang mit einem Roboter wie NUI ersetzt viele Stunden windengetriebener Forschungsgeräte, und manche Proben sind anders gar nicht zu erhalten. Der Prototyp NUI ist nun für Tiefseeforschung unter dem Eis einsetzbar, doch zeigt auch er eine Abhängigkeit von Wind, Wetter und Eisbedingungen. Es ist immer noch eine technische Herausforderung aber wichtig, dass künftige eisbrechende Forschungsschiffe einen Moonpool in den Schiffsbauch bekommen, durch die die Roboter und andere Geräte geschützt ausgesetzt und aufgenommen werden können.



Abb 5: Arktische Nachtschicht mit erfolgreich eingesetzter Kettensackdredge. (Foto: A. Diehl)

Neben den neuen Technologien wie Untereisroboter und Fotoschlitten mit Sonarsystem nutzen wir aber auch ganz klassische Geräte wie die Dredge, um das Gestein der Seeberge zu beproben. Immer wieder stellen wir uns die Frage: gibt es einen Zusammenhang in der Entstehung der aktiven Seeberge inmitten des Gakkel Rückens und den großen, quer zum Gakkel Rücken abgespreizten Seebergen wie dem Karasik Seeberg (Abb. 2B). Ein Vergleich der Gesteine soll Aufschluss bringen, nachdem sich schon die Tiergemeinschaften als sehr unterschiedlich erweisen. Die Kettensackdredge (Abb. 5) besteht aus einem soliden Metallrahmen mit einem dahinter hängenden grobmaschigen Metallkettensack. Dies wird einige hundert Meter über den Meeresboden gezogen, wobei größere Gesteinsstücke im Kettensack aufgefangen werden, Sedimente aber durch die groben Maschen hindurchfallen. Auf diese Weise konnten wir etwa 700 kg Gesteinsmaterial bergen. Weitere Mineralien brachten Kastengreifer, Multicorer und Schwerelot aus der Tiefe mit. Diese Geräte dienen eigentlich der Sedimentbeprobung, ab und zu findet aber auch das ein oder andere Gesteinsstück seinen Weg in die Behältnisse. Anhand von diesem Probenmaterial haben wir gute Einblicke in die hiesige Geologie erarbeiten können.



Abb 6: Kissenbasalt mit typischer radialstrahliger Klufstruktur und Obsidianrändern. (Foto: E. Albers)

Während die Gesteine vom kleineren hydrothermalen Seeberg (Vent-Mount) im Gakkel-Rücken (Abb 2B), ausschließlich Kissenbasalte darstellen, konnten wir an den großen alten Seebergen des Langseth Rücken neben den Kissenbasalten (Abb 6) auch vielfältigere Gesteinsarten identifizieren. Diese umfassen unter anderem feinkörnige Basalte mit großen Olivinkristallen, Plagioklas- und Pyroxen-führende Dolerite, und ein auffällig brekziöses Gestein, welches ebenfalls aus vulkanischen Gesteinsfragmenten aufgebaut ist. Dazu brachte die Dredge außerdem ein stark grün gefärbtes Gestein an Deck, das sehr an serpentiniertes Mantelgestein erinnert. Insbesondere die Funde des potentiellen Mantelgesteins zusammen mit der Brekzie von dem nördlichsten Seeberg deuten auf tektonische Aktivität im Graben hin, die den Vulkanismus begleiten. Die Gesteinsproben bieten gute Voraussetzungen um mit detaillierten petrologischen und geochemischen Arbeiten die magmatisch-tektonische Entwicklung der Seeberge zu entschlüsseln.

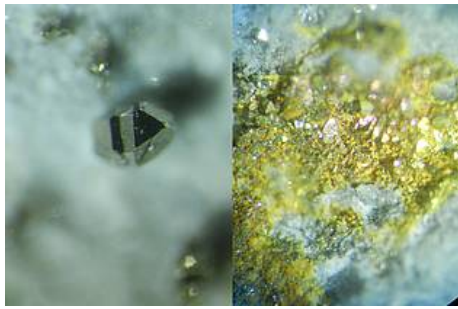


Abb 7: Eisenhaltige Sulfidminerale (links: Pyrit, recht: Chalkopyrit). (Foto: A. Diehl)

So fanden wir sowohl am Vent Mount im Spreizungsgraben als auch an der Nordflanke des alten Seebergs eindeutig hydrothermal beeinflusste Mineralien (Abb 7-9). Besonders interessant sind dabei die hydrothermalen Ausfällungen im Bereich unter der großen Rauchfahne des Vent Mounts im Gakkel-Rückens.

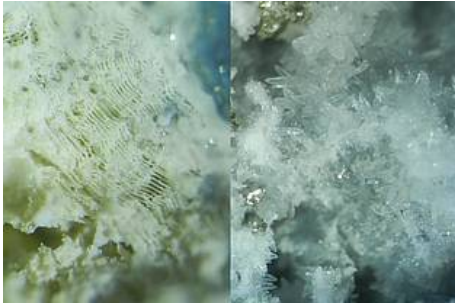


Abb 8: Sulfate in verschiedenen Ausbildungsformen. (Foto: A. Diehl)



Abb 9: Hydrothermale Ausfällung vom Vulkan im Spreizungsgraben (möglicherweise Opal oder Azurit). (Foto: A. Diehl)

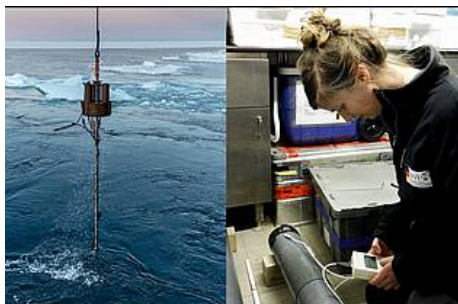


Abb 10. Links: An der T-Lanze sind bis zu sieben miniaturisierte Temperaturlogger angebracht. Rechts: Die Wärmeleitfähigkeit wird anhand von Kernmaterial mit der Nadelsonden Technik gemessen. (Foto: L: F. Tardeck, FIELAX/R: P. Müller, Uni Bremen)

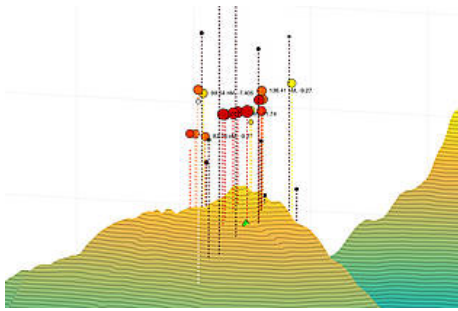


Abb. 11: Eine Karte der Methankonzentrationen und seiner schweren Kohlenstoffisotopie von  $-11\text{‰}$   $^{13}\text{C}$  über den Fluidaustritten am Gakkel Rücken bei  $87^\circ\text{N}$ ,  $56^\circ\text{E}$ . (Grafik: K Hand, JPL; J McDermott, Lehigh University)

➤ 5 (in plume)    B. PS101/0175 bottle 5 (out c

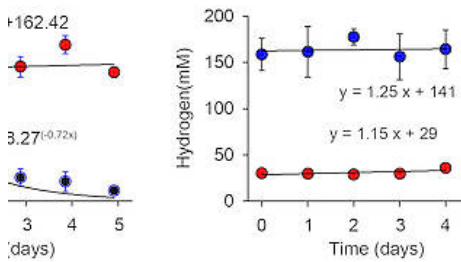


Abb 12: Umsatz von Methan und Wasserstoff an den Gakkelrücken Vents. (Grafik: J McDermott, Lehigh University und G Wegener, MPI Bremen)

Um die Wärmeverteilung des Meeresbodens an den Seebergen zu vergleichen, kommt unsere vier Meter lange Temperaturlanze zum Einsatz (Abb 10). Sie soll klären, ob die Seeberge im und neben dem Gakkelrücken hydrothermal aktiv sind. Die Lanze ist der Träger für bis zu sieben miniaturisierte Temperaturlogger (MTL), die sie beim Eindringvorgang ins Sediment bringt. Sie ist robust, aber dabei messtechnisch sehr präzise, und deshalb ideal für den Einsatz in rauem und unkartiertem Gelände. Die Logger werden in bestimmten Abständen außen entlang der Lanze montiert und messen autonom die Temperatur im Meeresboden mit einer Messrate von 1 Hz. Nach jeder Messung können die Daten exportiert und der Temperaturgradient bestimmt werden.

Doch das Tal und die Berge des Gakkelrückens bestehen zumeist aus Gestein und bieten wenig Raum, um das vier Meter lange „Meeresboden-Fieberthermometer“ ins Sediment zu stecken. Daher bringen wir die Logger auch am Schwerelos und am TV-gesteuerten Multicorer an, sowie am Kameraschlitten, um die Temperaturen auch im Bodenwasser zu messen. Nach 37 erfolgreichen Temperaturmessungen im Meeresboden können wir nun Aussagen über das Temperaturfeld der Seeberge treffen. Wir fanden Werte für die Wärmestromdichte zwischen  $0.5\text{ mW/m}^2$  und  $>130\text{ mW/m}^2$ , dabei wurde es immer wärmer, je näher wir dem Chimneyfeld am Vent-Mount kamen. Die Wärmeleitfähigkeiten der Sedimente in diesem Gebiet sind dabei ziemlich hoch mit Werten zwischen  $0.9$  bis  $1.3\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ . Der Grund dafür ist vermutlich der hohe Gehalt an vulkanischem Glas, Sulfiden und Aschen.

Inzwischen passen alle Messungen gut zusammen. Während die großen Seeberge des Langseth Rückens erkaltet sind und auch keine hydrothermalen Fahnen zeigen - dafür von Leben nur so wimmeln, ist der Vent-Mount im Gakkel Rücken sehr aktiv, hat aber noch wenig Fauna, außer Amphipoden Schwärmen und Seeanemonen Feldern. Wir konnten einen kleinen Bereich von 50 mal 100 Meter Ausdehnung eingrenzen, direkt unter der großen Fahne der hydrothermalen Fluide, mit vielen kleinen Schloten, Schwefelaustritten und warmen Fluiden, die an den Rändern der steilen steinigen Terrassen austreten. Die Fahne zeichnet sich durch eine dem Umgebungswasser erhöhte Temperatur sowie hohe Konzentrationen von Methan und Wasserstoff aus. Die gelösten Gase bieten besonderen Mikroorganismen eine einzigartige Energiequelle in der ansonsten nahrungsarmen Tiefsee. Wir wollen auch die mikrobiellen Gemeinschaften der Seeberge vergleichen, und nutzen Tiefsee-Pumpen, die in 90 Minuten bis zu 500 l Meerwasser durch Filter mit winzigen Poren saugen, um die Bakterien zu gewinnen. Wir können vom Schiff aus die Pumpen genau in die hydrothermale Fahne hängen, die viel Methan transportiert (Abb 11).

Es gibt viele Bakterienarten, die die Gase Wasserstoff und Methan als Energiequelle nutzen können, doch kommen sie auch hier in der arktischen Tiefsee vor? Wir füttern sie mit beiden möglichen Energiequellen, um herauszufinden, welche auf Methan oder Wasserstoff mit Wachstum reagieren. Dazu messen wir den Verbrauch dieser Substanzen in gasdichten Glasgefäßen über einen Zeitraum von 5 bis 6 Tagen. In den Wasserproben des Vent-Mounts konnten wir einen schnellen Verbrauch des Wasserstoffs durch die Mikroorganismen aus der Fahne ermitteln, wohingegen Methan nicht verbraucht wurde. Die Mikroorganismen im „normalen“ Tiefseewasser können dagegen weder

Wasserstoff noch Methan zehren. Doch warum das Methan so schlecht verarbeitet wird ist uns noch unklar. Weitere Untersuchungen an den Wasserproben müssen zeigen, ob die Methanoxidierer hier vielleicht gar nicht vorkommen. Überhaupt fehlt am Vent Mount die für Hydrothermalquellen typische Besiedlung von Tieren wie Muscheln und Röhrenwürmern. An den alten kalten Seebergen am Rand des Gakkelrückens finden wir Muschelschalen und Röhren, die vielleicht auf vergangene hydrothermale Aktivität hindeuten. So ist das mit der Wissenschaft: für jedes gelöste Rätsel entstehen viele neue.

Nun sind wir kurz davor unsere Arbeiten abzuschließen, die Zeit rennt und wir zählen die Einsätze, die wir uns vor der Rückfahrt durch das zunehmende Eis noch leisten können. Es geht darum, Lücken im Messprogramm zu erkennen und zu schließen, bevor wir die Rückreise antreten. Schon jetzt freuen wir uns über die vielen aufregenden technischen Fortschritte und Ergebnisse in unserer langjährigen deutsch-amerikanischen Zusammenarbeit zur Erkundung extremer Lebensräume, mit Technologiekonzepten an der Schnittstelle zwischen Weltraum- und Tiefseeforschung. In Deutschland wird diese Zusammenarbeit durch die ROBEX Initiative (Robotic Exploration of Extreme Environments, Robotische Erforschung von extremen Umgebungen) vorangetrieben, in den USA werden die Arbeiten durch NASA's PSTAR (Planetary Science and Technology Analog Research, Planetarische Wissenschaft und Technologie Analogien Forschung) Programm getragen. Die eisbedeckte Tiefsee der Arktis ist dabei einerseits eine der letzten völlig unbekannt Zonen der Erde, sie ist aber auch ein geeignetes Analog, um erste Schritte in Richtung der Erforschung anderer Ozeanwelten zu erproben. Denn die Erde ist nur einer von vermutlich 10 planetaren Körpern unseres Sonnensystems, auf denen eisbedeckte Ozeane vermutet werden.

Von Bord grüßen bei bester Gesundheit die wissenschaftlichen Teilnehmer der Karasik Expedition ihre Familien, Freunde und Kollegen.

Antje Boetius

PS101 - Wochenbericht Nr. 6 | 16. Oktober bis 23. Oktober 2016

## Auf Heimweg durchs Eis

[24. Oktober 2016] In der sechsten Woche der Expedition PS101 sind wir auf Heimweg durch das herbstliche Eis der Arktis nach Bremerhaven. Eine FRAM „Superbuoy“ Station will noch vor Einlaufen gerettet werden.



Abb. 1: Polarstern im Eis. (Foto: Marcel Nicolaus, AWI)

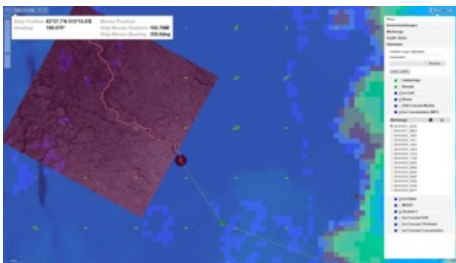




Abb. 2: Die Darstellung eines Stück Heimweges auf den Radarbildern des Meereis-Geoinformationssystems IceGIS. (Grafik: T. Krumpen, AWI)

Es lagen gut 2000 nautische Meilen Heimweg zwischen unserem Untersuchungsgebiet, den Seebergen des Gakkelrückens bei 86°N und 60°O - und Bremerhaven, dem Heimathafen von FS Polarstern. Davon 350 Meilen durch das herbstliche Eis. Die Mikrowellen-Satellitendaten zur Eisbedeckung auf unserem Heimweg zeigten schon eine weitgehend geschlossene Eiskecke, doch die hoch auflösenden Radarbilder von ESAs Satelliten Sentinel ließen hier und da noch Wege entlang frisch überfrorener Wasserkanälen um die wachsenden Schollen erkennen, die wir für eine rasche Heimfahrt nutzen konnten (Abb. 2) Schon ab dem Nachmittag des 11.10. mussten wir die heißen Quellen und Schwammgärten des Gakkelrückens hinter uns lassen, um in Richtung Spitzbergen auf zu brechen. Nicht nur weil die Zeit drängte, um pünktlich in Bremerhaven anzukommen, sondern weil wir auch noch die Geräte einer großen Eisbojen-Station unseres FRAM Programms „Frontiers in Arctic Marine Monitoring“ bergen wollten, sowie frische Meeresbodensedimente vom Yermak-Plateau für die Foraminiferen-Forscher am AWI mitbringen.




Auch wenn die Schneewehen, immer wieder Nebel und die zunehmende Dunkelheit die Sicht auf unserem Transit zurück stark einschränkten, und Eiskundungsflüge mit den Hubschraubern unmöglich waren, konnten wir recht gut vorankommen, mit im Schnitt 4-5 Knoten Fahrt durch das Eis. Zusätzlich zu der hervorragenden Eis-Erfahrung der Nautiker von FS Polarstern hatten wir diesmal auch hilfreiche Daten und Karten aus unserem neuen „IceGIS“ Meereis-Geoinformationssystem zur Verfügung und blieben so nicht einmal stecken.

### Kontakt

#### Wissenschaftliche Koordination

 [Rainer Knust](#)  
 +49(471)4831-1709  
 [Rainer Knust](#)

#### Assistenz

 [Sanne Bochert](#)  
 +49(471)4831-1859  
 [Sanne Bochert](#)

### Weitere Infos

#### Weitere Seiten

- [» Forschungseisbrecher Polarstern](#)
- [» Wochenberichte Polarstern](#)



Abb. 3: Ein Foto der „Superbuoy Station“ der Reise. (Foto: M. Hoppemann)

Eine unserer letzten Aufgaben auf dieser Reise war, im dichten Eis nördlich von Spitzbergen eine sogenannte „Superbojen“-Station von einer großen mehrjährigen Eisscholle zu bergen. In 2015 auf der Reise PS94 wurde eine mächtige Scholle ausgesucht, um sie mit mehreren autonomen Bojen für die Bereiche Wetter, Eis und Ozeanforschung auszustatten (Abb. 3). So können wir Daten erhalten, auch wenn wir nicht mit dem Schiff vor Ort sind. Normalerweise sind diese Bojen dann dem Untergang geweiht, sobald die Scholle in die Framstrasse driftet und letztendlich abschmilzt. Ohnehin sollen sie ja ihre Daten regelmäßig per Satelliten-Telegramm nach Hause schicken.

Doch diesmal wollten wir die Instrumente abholen, weil einige von ihnen zwar das Jahr über ihre Position vermeldet hatten, aber nicht die wertvollen wissenschaftlichen Daten. Noch gibt es für die Arktisforschung viel zu wenig Information über die Umweltbedingungen des arktischen Herbsts und Winters. Die Messgeräte der Superbojenstation tragen dazu bei, solche Fragen zu beantworten. Sie waren von ihrem Aussetzen in 2015 bis jetzt mit der Transpolardrift weit gekommen. Und die Bojenstation lag so nah auf unserem Rückweg, dass wir uns entschlossen, aus dem Eis zu holen was ging. Mittels der stündlich gesendeten Koordinaten und einer Driftberechnung konnten wir uns der Scholle bis auf zwei Kilometer nähern, doch dann war Schluss. Denn die Scholle war noch 2 m dick und zwischen vielen anderen Schollen eingezwängt, so konnte das Schiff nicht bis zu den Geräten durchbrechen. Als wir ankamen, war gerade wenig Wind und Schnee. Daher brach das Team der Meereisforscher sofort mit den Skidoos (Eisschlitten) auf, um die Geräte zu suchen. Das war nicht einfach, denn nach einem Jahr waren sie stark eingeschneit und daher schwer zu erkennen. Nach 3 h Suche war es soweit, ein neues GPS Signal der Bojen kam herein und wurde mit der Eisdrift korrigiert, dann konnten wir von Bord die Schatzsucher auf dem Eis per Sprechfunk an den richtigen Ort lenken. Insgesamt konnten sie dann drei von fünf Geräten bergen sowie alle Daten mitbringen, zwei weitere Bojen waren zu fest eingefroren (Abb. 4 +5).



Abb. 4: Die Wetterstation ist wiedergefunden. (Foto: M. Nicolaus, AWI)



Abb. 5: Die Schneeboje wird ausgegraben. (Foto: M. Nicolaus, AWI)

Die zwei weiteren Aufgaben der letzten Stationsarbeiten der Reise PS101 wurden einen Tag später abgeschlossen. Zuerst konnten wir noch einen OFOS-Kameraschlitten Tauchgang am Eisrand nördlich von Spitzbergen durchführen. Im noch eisbedeckten Bereich des Nansen Beckens suchten wir einen steilen, felsigen Hang in ähnlichen Wassertiefen von mehreren hundert Metern, um die

Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften mit den Schwammgärten am Karasik Seeberg vergleichen zu können. Das OFOS überraschte uns noch einmal mit wunderschönen bunten Bildern vom Meeresboden (Abb 6+7). Wir fanden eine Gemeinschaft aus filtrierenden Meerestieren mit verschiedenen Schwämmen, Seesternen, Muscheln und verschiedene Typen von Nesseltieren, einschließlich Korallen.



Abb. 6: Schwämme und Korallen am norwegischen Kontinentalrand nördlich von Spitzbergen. (Foto: OFOS)



Abb. 7: Schwämme und Korallen am norwegischen Kontinentalrand nördlich von Spitzbergen. (Foto: OFOS)



Abb. 8: Die Rohre des TV-MUC stecken im Meeresboden. (Foto: TV-MUC, AWI)

Auf den ersten Blick sah die Gemeinschaft zwar vielfältiger aus als die Schwammriffe des Karasik Seeberges – jedoch mit wesentlich geringeren Biomassen. Es bleibt eines der großen Rätsel für uns, welche Nahrungs- und Energiequellen die so reichen Lebensgemeinschaften der Seeberge am Gakkelerücken unterhalten. Wenn wir alle Proben ausgewertet haben, finden wir hoffentlich eine Antwort. Die gute Nachricht für die norwegischen Korallen-, Schwammgemeinschaften und Fische bei 80°N: wir sahen noch keine Spuren von Schleppnetzen. Als letzte Station der Reise wurde noch westlich von Spitzbergen am Rande des Yermak Plateaus Meeresboden Proben mit einem Multicorer (Abb. 8) genommen für die AWI Biogeochemie, die über Foraminiferen forscht.

Im Gegensatz zu den eisbedeckten Regionen waren hier viele Trawl-Spuren bis in Tiefen von 850 m zu verzeichnen. Am 17.10. waren dann alle Stationsarbeiten abgeschlossen, nur unsere En-Route (Unterwegs) Messungen setzten wir fort bis zum Morgen des 22. Oktober, einen Tag vor Einlaufen. Mit diesen Daten, die im Rahmen des FRAM Programms erhoben werden, testen und kalibrieren wir eine Reihe von autonomen Sensoren und Wasserprobennehmern. Dabei werden auch Daten für die Kalibrierung von Fernerkundungsdaten von Satelliten bereitgestellt. Zum Beispiel für solche, die die Farbe des Ozeanwassers und damit auch die Verteilung und Produktivität der Algen messen.





Abb. 9: Gruppenbild der Fahrtteilnehmer der Expedition PS101. (Foto: J. Pliet LAEISZ/FIELAX)

Der Transit zurück nach Bremerhaven dauerte bis zum frühen Morgen des 23. Oktober. Das Forschungsschiff Polarstern legte am 23.10. um 08:00 morgens an der Pier der Lloyd Werft an. Die Expedition war für alle Fahrtteilnehmer ein voller Erfolg, wir kommen nun mit Kisten und Kästen voller Proben und Daten sehr gerne nach Hause. Im Namen aller Fahrtteilnehmer (Abb. 9) bedanken wir uns noch einmal herzlich bei Kapitän Schwarze und der Crew der Polarstern für die hervorragende Unterstützung bei den Arbeiten auf See und die gute Zusammenarbeit während der Expedition KARASIK (PS101).

Mit herzlichen Grüßen zum Abschied an ihre treuen Leser, die Fahrtteilnehmer und Antje Boetius

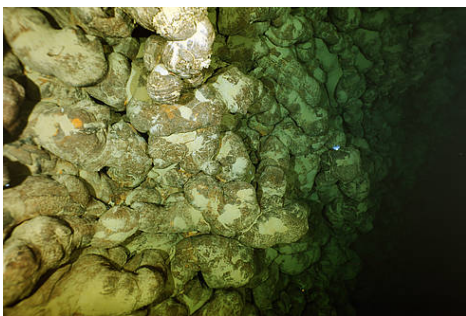
Polarstern-Expedition

# Oasen des Lebens in der eisbedeckten zentralen Arktis

Wissenschaftler erforschen mit neuen Robotern ozeanische Untereis-Welten

[20. Oktober 2016] Unter dem Eis der Arktis verbergen sich unbekannte Lebensräume und eine unerwartete Vielfalt von Lebewesen. Am 23. Oktober werden 46 Wissenschaftler von einer Expedition mit dem Forschungsschiff Polarstern aus der Arktis im Heimathafen Bremerhaven zurückerwartet. Sie hatten in den letzten sechs Wochen mit neuen Robotern und Kamerasystemen das Leben in Eis, Ozean und am Meeresboden untersucht.

Der eisbedeckte, zentrale Arktische Ozean jenseits 85° Nord ist für sein raues Klima, die geringe Produktivität und dünne Besiedlung durch Meerestiere bekannt. Wegen der schwierigen Eis- und Klimabedingungen hatten bisher nur wenige Wissenschaftler die Gelegenheit, diese Region umfassend zu erforschen. Die aktuelle Polarstern-Expedition PS101 hatte zum Ziel, untermeerische Seeberge und Tiefseeegräben des zentralen Arktischen Ozeans zu erkunden und zu untersuchen wie sich Eis, Ozean und Leben durch den massiven Eisrückgang der letzten Jahre verändert haben.



Kissenbasalt (Foto: AWI OFOS)

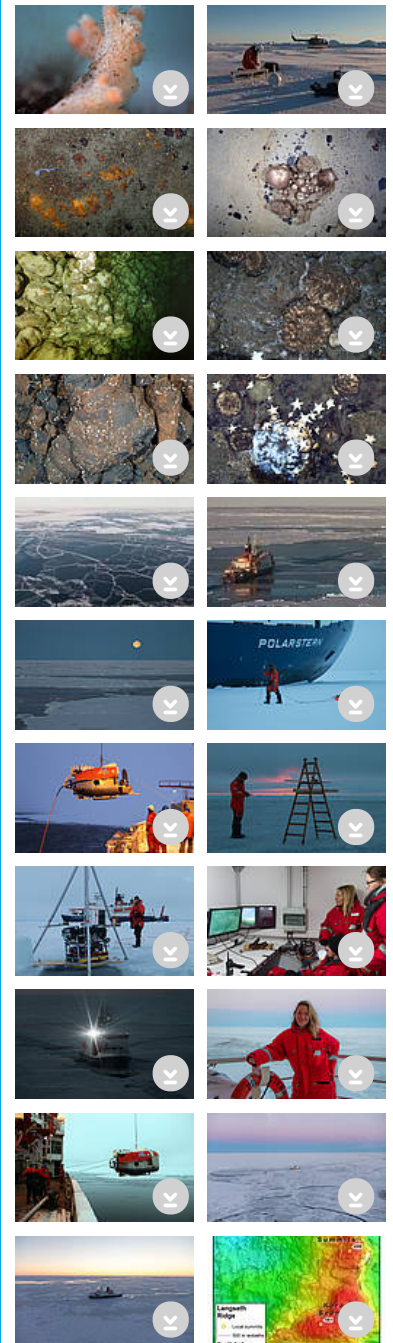
Schon im Jahr 2001 bei einer deutsch-amerikanischen Expedition mit den Forschungseisbrechern Polarstern und Healy wurden viele Seeberge entlang des Gakkelerückens der zentralen Arktis vermessen, doch bisher fehlte es an Meerestechnik, um zu ihnen abzutauchen. Einer der größten Seeberge des Gakkelerückens ist der 2001 entdeckte Karasik Seeberg, der von 5000 m Wassertiefe auf 650 m aufsteigt. Seeberge gelten allgemein als Oasen des Lebens im Ozean, da sie Meerestieren eine Vielfalt von Habitaten und Nahrungsquellen bieten. Doch ob sie auch in der eisigen, nahrungsarmen Arktis reich besiedelt sind, war bisher unerforscht.

„Bei den ersten Bildern vom Gipfel des Karasik Seebergs trauten wir unseren Augen nicht: Er ist über und über mit riesigen kugeligen Schwämmen bewachsen. Zwischen den Schwämmen liegen zentimeterdicke Matten aus Nadeln und Wurmröhren. Wir haben verschiedene Fischarten beobachten können, die hier nicht zu erwarten waren, und einen Blick auf die nördlichsten bisher entdeckten Korallen erhascht. Es tummeln sich große weiße Seesterne, blaue Schnecken, rote Krebse und weiße und braune Muscheln zwischen den Schwämmen“, berichtet Expeditionsleiterin Prof. Dr. Antje Boetius vom Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) begeistert von den ersten Tauchgängen unter das Eis. Auch das im Wasser treibende Plankton, vor allem Krebse, Quallen und Würmer brachte die Forscher zum Staunen.

Der Tiefseeroboter NUI des amerikanischen Meeresforschungsinstitutes WHOI, ein Prototyp für die Erkundung von eisbedeckten Ozeanwelten, filmte das bisher unbekannte Tiefseeleben unter dem Eis und sammelte gezielt Proben für die Artbestimmung. Er tauchte wiederholt zu den Schwammgärten des Karasik Seeberges. Die Riesenschwämme werden bis zu einem Meter groß, hunderte von Jahren alt und scheinen sich auf ihren Nadeln fortbewegen zu können. Sie sind wiederum Lebensraum für unzählige Tiere, die auf und in den Schwämmen ein Zuhause finden.



Einen besonders extremen Lebensraum unter dem Eis fanden die Forscher an heißen Quellen im Tal des Gakkelerückens. An einem noch unbenannten vulkanischen Seeberg stieß das Team auf gespenstische Strukturen von frisch erstarrtem Lavagestein, zwischen denen aus kleinen Schloten und Rissen heißes Wasser emporquoll - bei einer Umgebungstemperatur unter dem Gefrierpunkt. Sie

## Downloads



## Kontakt

### Wissenschaft

 Antje Boetius  
 +49(471)4831-2269

beobachteten Fahnen von Wasserstoff und Methan über den heißen Quellen, die von besonderen Tiefseebakterien als Nahrungsquelle genutzt werden. Neben Krebschwärmen, Seeanemonen und Bakterienmatten fanden sich auch Fische und viele Fischskelette an den heißen Quellen. Die Forscher vermuten daher, dass die hydrothermale Aktivität Energie in das Nahrungsnetz der Tiefsee einspeist.



Meereis Arktis (Foto: Marcel Nicolaus)

Auch der Klimawandel spielt in der Region um den Karasik Seeberg eine wichtige Rolle. Der AWI-Eisphysiker Dr. Marcel Nicolaus fasst die Beobachtungen zusammen: „Das diesjährige dünne Eis in der Untersuchungsregion bestätigt den schon seit längerem beobachteten Trend. Während Polarstern in den neunziger Jahren im Untersuchungsgebiet noch zwei bis drei Meter dicke Eisschollen umfahren musste, waren es in 2001 bei der ersten Vermessung der Seeberge schon weniger als zwei Meter durchschnittliche Meereisdicke. Aktuell haben wir vorwiegend Dicken von unter einem Meter vorgefunden und kaum mehr große Schollen.“ Die Meereis-Forscher haben auf der Expedition eine Reihe von autonom driftenden Eisbojen ausgesetzt, um das Meereis und das Klima der Arktis zu überwachen und Vorhersagen für den Wandel der Arktis zu verbessern.

Die internationale Expedition hat von der Technikentwicklung an der Schnittstelle zwischen Tiefsee- und Raumfahrtforschung profitiert. Es haben Forscher und Ingenieure der [Helmholtz-Allianz ROBEX](#) (Robotic Exploration of Extreme Environments) mit NASA's PSTAR Programm (Planetary Science and Technology Analog Research) zusammengearbeitet. Der Projektleiter Chris German (WHOI) stellt fest: „Die Erde ist nur einer von bis zu zehn planetaren Körpern unseres Sonnensystems auf denen eisbedeckte Ozeane vermutet werden. Aus der Expedition PS101 in die eisbedeckte Arktis konnten wir einiges über Technologien zur Erforschung anderer planetarer Ozeanwelten lernen.“

Die Polarstern verbringt die nächsten zweieinhalb Wochen zu routinemäßigen Wartungs- und Reparaturarbeiten in der Bremerhavener Lloyd-Werft. Das Forschungs- und Versorgungsschiff wird am 12. November 2016 zur Antarktissaison starten. Auf dem Transit nach Süden findet dann eine Ausbildungsfahrt für internationalen wissenschaftlichen Nachwuchs statt. Bis zum Frühjahr 2017 stehen ozeanographische und geowissenschaftliche Expeditionen sowie die Versorgung der Neumayer-Station III auf dem Programm.

✉ [Antje.Boetius@awi.de](mailto:Antje.Boetius@awi.de)

👤 Marcel Nicolaus

☎ +49(471)4831-2905

✉ [Marcel.Nicolaus@awi.de](mailto:Marcel.Nicolaus@awi.de)

#### Pressestelle

👤 Folke Mehrrens

☎ +49(471)4831-2007

✉ [Folke.Mehrrens@awi.de](mailto:Folke.Mehrrens@awi.de)

#### Abo/Share



AWI Pressemeldungen als  
RSS abonnieren



#### Das Institut

Das Alfred-Wegener-Institut forscht in den Polarregionen und Ozeanen der mittleren und hohen Breiten. Als eines von 18 Forschungszentren der Helmholtz-Gemeinschaft koordiniert es Deutschlands Polarforschung und stellt Schiffe wie den Forschungseisbrecher Polarstern und Stationen für die internationale Wissenschaft zur Verfügung.

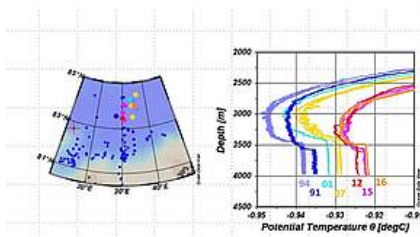
## PS101 KARASIK

[19. September 2016] The aim of POLARSTERN expedition PS101 is to study the geophysical, geological, geochemical and biological processes at seamounts and sources of hydrothermalism at Gakkel Ridge of the Central Arctic. Such integrated studies of ultraslow oceanic spreading zones are rare, because the most extensive of these systems, the Arctic Gakkel Ridge and the Southwest Indian Ridge, lie in poorly accessible areas.

The aim of POLARSTERN expedition PS101 is to study the geophysical, geological, geochemical and biological processes at seamounts and sources of hydrothermalism at Gakkel Ridge of the Central Arctic. Such integrated studies of ultraslow oceanic spreading zones are rare, because the most extensive of these systems, the Arctic Gakkel Ridge and the Southwest Indian Ridge, lie in poorly accessible areas.




We are now returning to the area to assess in an interdisciplinary study how the seamount and vents alter their environment, from hydrographic conditions to the microbial community structure. Also, our research contributes to assessing the state of the Arctic Ocean system including the sea ice decline and the biogeochemical and biological functions within the central basins. To accomplish this, we will also exchange components of the FRAM Observatory infrastructure. The seamount work contributes to the research program "Geosphere Biosphere Interactions" of the Excellence Cluster MARUM of the University of Bremen. Two different research communities - the deep-sea and space research communities - are joining forces to better understand how extreme environments under ice could be analogues to distant planetary bodies. Hence, this expedition involves the instrumentation and experience of the ROBEX and PSTAR ("Planetary Science and Technology Through Analog Research Program) NASA/WHOI teams. We are 46 scientists and technicians (Fig. 2) from five different countries during the PS101 mission from 09.09. to 23.10.2016.





We left the port of Tromsø midday of the 09.09.2016 and enjoyed the beautiful Norwegian coastline for a few hours before reaching the open sea. There was much equipment to be unpacked and installed in all the labs of Polarstern. A Major initial piece of work was to install two newly delivered fiber optic cables and to get them to function with our new telemetry-guided instruments, which was a challenge

### Contact




#### Science

 Antje Boetius  
 +49(471)2269  
 [Antje.Boetius@awi.de](mailto:Antje.Boetius@awi.de)

#### Scientific Coordination

 Rainer Knust  
 +49(471)4831-1709  
 [Rainer Knust](mailto:Rainer.Knust@awi.de)

#### Assistant

 Sanne Bochert  
 +49(471)4831-1859  
 [Sanne Bochert](mailto:Sanne.Bochert@awi.de)

### More information

#### Related pages

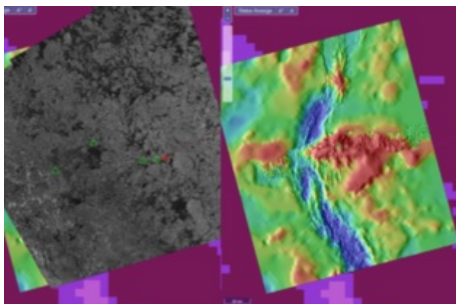
- » [Research Vessel and Icebreaker Polarstern](#)
- » [Weekly reports](#)

for the crew and scientists alike. The research program started with the deployment of several oceanographic buoys for French colleagues. On 11.09.16 we tested our telemetry-guided equipment at a station East of Svalbard, including the zooplankton recorder LOKI and the Ocean Floor Observation System OFOS. The latter was delivered just prior to the commencement of the cruise, after having received an upgrade with two sonar systems to map the ocean floor in ice-covered seas. The first images of the seafloor, taken from 250m water depth on the Norwegian shelf, showed abundant benthic life and an undisturbed seafloor, making the mouth water for the potential discoveries to be made at Karasik seamount in the forthcoming days.

We reached the sea ice margin at 81.5°N at midnight of the 11.-12.09.16. A closely spaced oceanography transect was started using underway measurements along 30°E longitude, down the slope into the Nansen Basin. Free falling xCTD probes can be used to sample salinity and temperature in the upper 1000 m while the ship is moving at full speed. On 13.09.16 we reached the deep basin at 4000 m and completed a full-depth CTD-cast with water sampling, of which every milliliter was used by the onboard scientists in analyses. The oceanographers detected a further warming of the deep waters compared to 2015 - an ongoing process they have been monitoring for more than a decade (Fig. 3).



The sea-ice observations made during our missions will contribute to the better assessment of the Arctic change and its ecosystem consequences. We will deploy various autonomous sea ice buoys that will send year-round physical and biogeochemical data to researchers and data archives onshore, even when no research vessel is within the Arctic. The experienced Arctic researchers on board - and also those following us at expedition.awi.de from home - have noticed already, by our speedy course through the ice, that something has changed in the far North. We have an average velocity of 6 knots through the dense autumn ice - a speed made possible by the substantial thinning of the sea ice and the loss of multiyear ice during the past few years. In fact, the sea ice physicists on board estimate that 2016 sets a new record low of sea ice volume in the Arctic since the onset of satellite observations. The new ROV BEAST which we used for the first time at the first ice-station of this mission (Fig. 4) transmits images from the melted underside of the ice floes. Also, we encounter vast areas of open water, which are beginning to freeze during the last few days. We find these open regions easily via the the new sea ice geographical information system - short: ICEGIS - we are currently testing onboard (Fig. 5). It displays overlaying maps of satellite and radar images of the ice, and shows the predictions of computer drift models and wind velocities over our seafloor maps. It is a great tool for way finding and for planning sampling simultaneous research work both on and under ice, and we send grateful thanks to all the programmers involved in realizing this innovation.



During the night of the 14.-15.09.16 we reach the position of our first deep-sea observatory in the Central Arctic basin. It is a mooring of our infrastructure program FRAM packed with physical and biogeochemical sensors and sampling modules, which provide rare year-round observations and samples. Two of these observatory systems were deployed last year in 2015 and will now be recovered. In the morning of the 15.09.16 we retrieved all instruments safely from the first of these and are now looking forward to read out the sensor data. Unfortunately, these are the last year-round interdisciplinary observatories in the Central basins for a few years, as we could not secure reliable shiptime for regular deployment and recovery. Too few ships are capable of reaching these icy locations and carry out such deployment and recovery work.

The station in the deep Nansen basin ends with a dedicated plankton and benthos sampling. The sea

ice seems to have already lost its ice algae, the water is depleted of nutrients but full of zooplankton of all sizes and forms – copepods, amphipods and appendicularians are the forms of life we can admire under the microscopes of our colleagues. The seafloor too shows an interesting find, reminiscent of our observations in the last sea ice minimum in 2012: It is littered with greenish clumps of the sea-ice algae *Melosira arctica*, which sank from the ice. Normally they form thick clumps and long threads in the ice, but warm temperatures and rapid movement of floes rip them off the ice and let them sink to the seafloor. At a second glance we see that something is different. The herds of transparent sea cucumbers and brittle stars picking on the algal falls we observed in 2012 are gone, there is still not much life, and we can only see some tiny crawling sea anemones profiting from this food fall phenomenon (Fig. 6).

We then continued further to the Karasik seamount, our main target area. On the way during 16.-17.09., we carried out 2 transects with the so-called T-lance, a giant thermometer to measure the heat flux of the seabed. Ours can penetrate 5 m. The first site showed only cold background values, but the one at the foot of the seamount gave the first indications of some advective flow of pore fluids. In the night of 17.-18.09. we have reached the tip of the mount. It has become quite cold but still rarely sunny, outside temperatures are -5°C, and frost flowers are forming on the newly frozen open water zones. Since we have arrived at the seamount we could already fill in a few white spots on the seafloor map, but much remains to be charted, especially with the precision now possible with our high-resolution tools. The next task is the Tow-Yo mapping with the CTD equipped with lots of sensors to find out whether there is any hydrothermal venting nearby. Tow-Yo means the CTD is towed up and down through the water column and along a transect, to be able to discover fluid emissions. But the highlight of Sunday surely was the first OFOS transect across the plateau of the seamount. While I write we are looking at the first images from the OFOS. What we have discovered we will tell in the next weekly report – So stay tuned.

All participants are in good health and are sending greetings to families, friends and colleagues.

Antje Boetius

PS101 - Weekly Report No. 2 | 18 - 25 September 2016

## Under Ice Life at Karasik Seamount

[26. September 2016] The second week of Expedition PS101 was dedicated to the discovery of the deep-sea ecosystem at Karasik Seamount. This giant seamount rises over 4000m above the Arctic basin and is teeming with life.

Already during the first dive everyone was watching the TV screens in the labs showing the first live seafloor images. Seamounts are often identified as “hotspots” of life in the ocean. Their specific morphology have an influence on the local hydrography, increasing the availability of nutrients and energy to marine life. Some seamounts are even active, emitting gasses which can enhance microbial growth. But do such processes also occur in the ice-covered, nutrient-limited central Arctic? This was the key question behind our observation and sampling efforts during the second week of Expedition PS101.

First we focused on the three peaks of the Langseth Ridge, which starts at almost 5000m depth in the Gakkel Ridge and reaches up to 560 m water depth at the peak of the Karasik seamount. We could test the new functionality incorporated into our Ocean Floor Observation System (OFOS). The system is attached to the ship via a fibre optics cable, and is slowly towed 2 m above the seafloor. The OFOS is traditionally equipped with a good quality stills camera and an HD video camera, but before the cruise we had the opportunity to upgrade it with downward and forward-looking sonar systems. Now we can use this system to survey a much larger area of seafloor: the camera records a 5 m wide stretch of seafloor immediately below the OFOS vehicle, and the high resolution sonar adds a view of seafloor bathymetry for up to 40 m on each side. The system can visualize structures of only 20 cm size, enhancing our rate of discovering unknown seafloor ecosystems substantially in these uncharted waters.






Fig. 1: Life under ice - sponge gardens of Karasik Seamount.  
(Photo: AWI OFOS-Team)

This special moment in a mission when the first seafloor images are transmitted is quite magical: you never know what to expect, except that it will be something new. At the top of Karasik Seamount, we were surprised by the incredibly dense accumulations of large sponges of up to a meter in size. Between these large, spherical sponges there are mat-forming sponges and thick deposits of sponge needles and worm tubes. The distinctive round sponges can also be seen clearly by our new sonar systems on the OFOS. We have encountered many fish of several species, an outcome not expected this far north, and we think we may have glimpsed some of the most northerly corals yet observed. We see large white star fish, blue snails, red crustaceans and white and brownish mussels between the sponges.




There are various rock fissures, boulders and sinkhole-like features on top of the Karasik Seamount. The flanks of the seamount, as well as the flanks of the two other peaks of the Langseth Ridge, are very steep and almost devoid of life. They are built from weathered basalt rocks, here and there we see one glass sponge or a solitary sea anemone. Everywhere around Langseth Ridge and into the trough of Gakkel Ridge, there are barely any sediments, with the tops of most rock outcrops only dusted with a bit of mud.

### Contact




#### Science

 Antje Boetius  
 +49(471)4831-2269  
 [Antje.Boetius@awi.de](mailto:Antje.Boetius@awi.de)

#### Scientific Coordination

 Rainer Knust  
 +49(471)4831-1709  
 [Rainer Knust](mailto:Rainer.Knust@awi.de)

#### Assistant

 Sanne Bochert  
 +49(471)4831-1859  
 [Sanne Bochert](mailto:Sanne.Bochert@awi.de)

### More information

#### Related pages

[» Research Vessel and Icebreaker Polarstern](#)  
[» Weekly reports](#)



Fig. 2: A sponge of Karasik Seamount. Below the needles is sponge tissue. (Photo: B. Slaby, GEOMAR)

The interactions between life and the extreme environment of the Arctic deep-sea are one focus of our expedition. So this second weekly report of expedition PS101 is dedicated to life deep under the ice. Some of the sponges we find on the summit of the seamounts must be hundreds of years old, their sides are overgrown by polychaete worms and bryozoan colonies. Sponges are one of the oldest animal clades and they are abundant in all oceans - from shallow tropical reefs to the arctic deep-sea. Many accommodate a complex and characteristic community of microorganisms in a symbiotic relationship - such as the abundant *Geodia* sponges we find here.

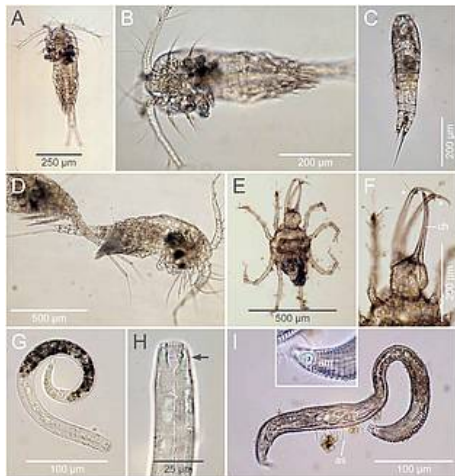


Fig. 3: Meiofauna - Karasik Seamount (Photo: Quelle: K George, A Kieneke Senckenberg)

Samples from this area we can retrieve by box corer sampling and with the telemetry-guided multiple corer. Besides the megafauna that we can see with the camera systems (organisms > 1 cm), we also look for the benthic macrofauna (organisms living on the seafloor >1 mm). The diverse community of bristle worms, crabs (amphipods and tanaids) and bryozoans on the Karasik Seamount is quite different to that of the surrounding Arctic basins. The sponges and their cohabitants live on a layer of detritus of old bryozoans, sponge needles and tubes of bristle worms, which covers the thin sediments, which lie on top of the basaltic rocks. We also study the smaller size classes of life, including the so-called "meiofauna", i.e. tiny organisms reaching a body size of at the most one millimeter. They inhabit the interstitial spaces within the sponge needle layer and the muddy sediment: very small copepods and amphipods, isopods and nematodes, mites and many others have already been sorted onboard with our stereo microscope (Fig. 3). During our journey into the world of tiny life, we also look at microorganisms of micrometer size. First measurements show that their habitat, the sediment below the sponge mats, contains very little nutrition. Sponges as well as most other abundant life is filter feeding, which means they are collecting the sinking matter directly from the water column as food. It remains a mystery where all the food could have come from, sustaining the filter feeder communities, as the waters within this region of the Arctic contain very few particles. At this time of the year there is barely any nutrients for primary production. We did not find any evidence for fluid venting at Karasik Seamount, so potentially the solution is that the special hydrography around the mound is trapping particles as they pass by, allowing the inhabitants of the mound good opportunities to catch them from the water. We are thinking of further experiments to test this in the next 2 weeks.





Fig. 4: The Multinet is deployed. (Photo: F. Schramm, MPI/MARUM)

As with benthic life on top of the seamount, the zooplankton drifting above in the water column are also extremely abundant. Zooplankton includes the passively drifting, mostly small 0.2-200 mm animals that are studied on our cruise with two different gears: the Multinet and LOKI (Lightframe On-sight Key species Investigations). The Multinet is equipped with many nets (150  $\mu$ m mesh size) to sample different depth layers within the ocean during a vertical haul from the seafloor to the surface. The zooplankton recorder LOKI is used to study the small-scale distribution of zooplankton by taking pictures of the organisms and simultaneously recording depth, water temperature, salinity, fluorescence and oxygen concentration.

The zooplankton scientists send their nets as deep as possible, to catch the almost unknown fauna living close to the seabed, not only at the top of the seamount but also in the deep Gakkel Ridge and surrounding basins. First results show that planktonic life between 2 and 4.8 km water depth is diverse and much richer in terms of biomass and abundance than ever observed on previous expeditions to the central Arctic (1995-2015). Is this abundance typical for the Gakkel Ridge area due to advection of Atlantic inflow, or is it an effect of water circulation in vicinity of seamounts? Do these pelagic organisms serve as food for sponges on the seafloor? What do they eat, when Arctic primary productivity is so low? These are the questions to be answered during this expedition.

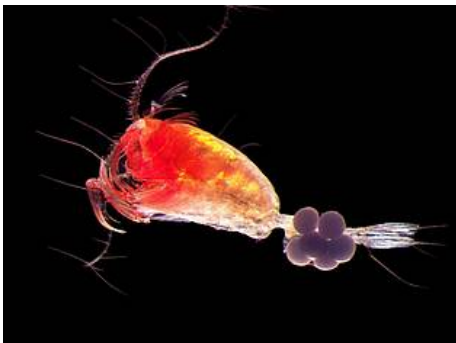


Fig. 5: The copepod *Paraeuchaeta polaris* carries eggs. (Photo: N. Hildebrandt/AWI, K. Kosobokova/IORAS)

From the vertical distribution and reduced swimming activity of large *Calanus* copepods, which contribute >70% to the plankton biomass, we conclude that the zooplankton community is entering its overwintering state (Fig. 5). *Calanus* copepods have stopped feeding and are currently descending to depths between 200 and 1000 m where they will hibernate for nine months, using the huge lipid reserves stored within their bodies during the summer. Some members of the science team have also adopted this strategy, as a consequence of having such an excellent ship's cook on board.

So far the plankton team have identified within our samples over 120 different zooplankton species, which represent more than half of the known diversity for the deep Arctic basins. Individuals of all the

species identified are photographed and stored for later genetic analyses to build a molecular library of arctic biodiversity.

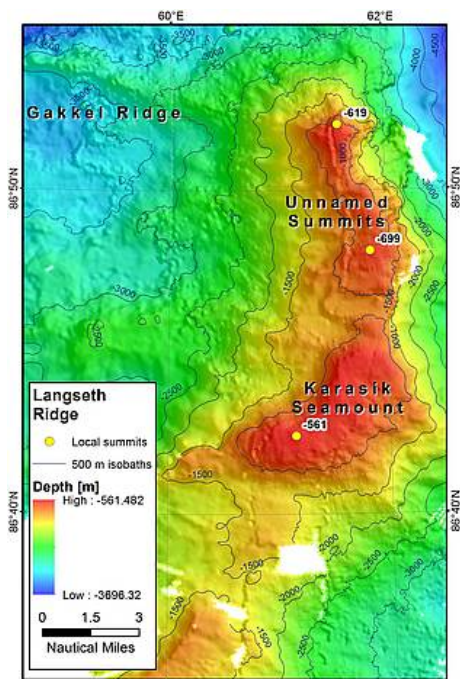


Fig. 6: The Langseth Ridge with Karasik Seamount. (Photo: AWI Bathymetrie, FIELAX)

But besides quantifying biodiversity of life under ice, there are other important questions for which we collect data and observe processes in the field. How the Arctic marine communities will react to rapid climate change and how the ongoing sea ice decline will affect the life of plankton and benthos are major scientific and societal challenges, to which this expedition will contribute data. Likewise there are basic geological problems to solve. The origin, activity and effects of the Langseth Ridge and the surrounding sections of Gakkel Ridge are poorly understood. Are the seamounts caused by volcanism or by tectonic processes and is this area active in terms of heat flux, fluid and gas emission? How important are the seafloor structures for hydrography and for the Arctic foodweb. We are looking forward to the next weeks of field work to get some further insights into this intriguing region.

It is only one week ago that we started the first dives here, and during this week we have deployed almost all our instruments into the water, to the seafloor or onto the ice, depending on their scientific aims. Weather is not great - it is either quite foggy, or it snows, and most of each day is twilight. Temperatures are between -1 and 10°C. But the ice conditions favor our research plans, as most of the ice is thin and relatively new, ice through which Polarstern can maneuver and position very well. Every day we are amazed how we can do targeted seafloor work - just now we have retrieved a multicorer sample from a specific sediment field of only 100m diameter - in full ice, strong winds and at over 3000 m water depth. What a great ship and crew !

Last week was very exciting and a great start of the expedition. We have successfully retrieved the second modular FRAM observatory, have deployed sea ice buoys for international Arctic research, and could complete several sea ice stations while doing deep-sea work. Also we carried out the first test dive of the new NUI Underice H-ROV. The little submersible robot became unexpectedly autonomous right at the start of the test and it did take some effort to keep it from taking a long dip under the ice. We understand - it is really beautiful down below.

Currently we begin to study the deep Gakkel Ridge in the vicinity of hydrothermal venting. This ridge is called an "ultraslow spreading zone" but it seems to be much more active than anticipated.

All participants are in good health and are sending greetings to families, friends and colleagues.

Antje Boetius

PS101 - Weekly Report No. 3 | 26 September - 2 October 2016

# Hot and Cold at Gakkel Ridge of the Central Arctic Basin

[04. October 2016] The third week of expedition PS101 was dedicated to the study of hydrothermal venting under the ice. The Arctic fall season has begun.



Fig. 1: Fresh pillow basalts at Gakkel Ridge, inhabited by glass sponges and shrimp (Photo: AWI OFOS-Team)

At great depths below the sea, new seafloor is formed as tectonic plates are spread apart. The tectonic and volcanic forces within such spreading zones form vast submarine ridge systems within all oceans. The Gakkel Ridge of the Arctic Ocean is Earth's slowest spreading mid-ocean ridge system with on average a centimeter of new ocean crust forming each year. It is also the least known ridge system, as it is ice covered virtually permanently and very hard to access – except for the research icebreaker Polarstern. It was thought that Gakkel Ridge is quite inactive, but recent research cruises have shown evidence for volcanism and hydrothermal venting. This expedition aims to study the origin of the spectacular seamounts found along Gakkel Ridge, and how they influence ocean currents and Arctic life (Fig. 1).

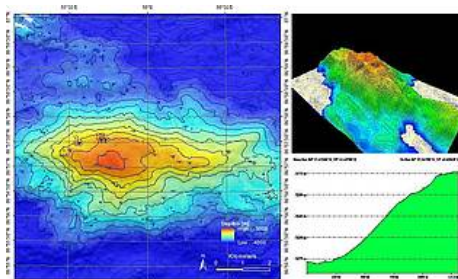




Fig. 2: An active mound of Gakkel Ridge (Photo: AWI & FIELAX Bathymetrie-Team)




For our second working area after the Karasik seamount, we selected a small, steep and rocky mound of 8 km diameter, which shows evidence of active hydrothermalism. The mound rises more than 1000 m from the rift valley and appears to have recently been volcanically active, as evidenced by the vast occurrence of fresh pillow basalts and glass shards near its summit. We were able to map the area precisely using the ship's own Multibeam Echosounder, an ATLAS Hydrosweep system. Common echosounders such as those used for fishing or as a depth sensor use only one beam of sound for imaging. But this one has 960 individual beams to record the shape of the seafloor below the ship across a wide angle. The lower figures show a 3D view as seen from the northwest and a profile view between each of the sites. This bathymetric data is then used for further exploration and sampling of the seafloor (Fig. 2).

## Contact




### Science

 Antje Boetius  
 +49(471)4831-2269  
 [Antje.Boetius@awi.de](mailto:Antje.Boetius@awi.de)

### Scientific Coordination

 Rainer Knust  
 +49(471)4831-1709  
 [Rainer Knust](mailto:Rainer.Knust@awi.de)

### Assistant

 Sanne Bochert  
 +49(471)4831-1859  
 [Sanne Bochert](mailto:Sanne.Bochert@awi.de)

## More information

### Related pages

- [» Research Vessel and Icebreaker Polarstern](#)
- [» Weekly reports](#)



Fig. 3: Fresh glass in altered states from a basalt pillow  
(Photo: A. Diehl/MARUM)

With the OFOS' (Ocean Floor Observatory System) first dive, we land in the middle of an otherworldly landscape of piles of broken basalt blocks. But on our way up to the peak of the mound, we encounter rather fresh pillow lava strands, which look like they have recently been squeezed out, only to freeze up in the ice-cold Arctic deep-sea bottom waters. Some of the rocks that we find in the vicinity of the peak of the mound show glassy surfaces, indicating their recent origin (Fig. 3). Volcanism supplies heat from the Earth's interior that provides energy for hydrothermal activity. Where the cold ocean water comes into contact with the hot rocks deep within the Earth, chemical reactions produce a variety of energy rich gases which escape through fissures and chimneys to the seafloor and overlying waters - a real witches brew of hot vent fluids.

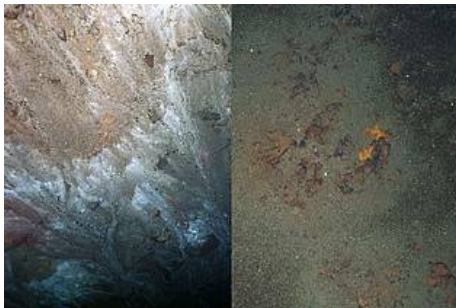


Fig. 4: Different hydrothermal precipitates from near the summit (Photo: AWI OFOS-Team)

Already during the first dive, we discovered hydrothermal precipitates and potential seepage sites at the seafloor near the summit of the volcano (Fig. 4). The type of hydrothermalism present at the seafloor depends primarily on the amount of heat available and the types of rock percolated by the fluids. Currently, we are looking for the main vents of the mound, which produce the characteristic plumes of energy-rich substances and particles above the mound. If we find them, then their specific morphology, the color of the chimneys and the fluids emanating, as well as the types of life associated with the vent structures will tell us more about the underlying geology and chemistry of the ongoing hydrothermalism at Gakkel Ridge.

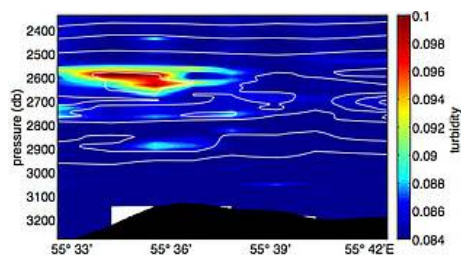


Fig. 5: The turbidity sensor shows a plume of vent fluids indicative of hydrothermal vents above mound. (Photo: Quelle: J. Köhler und M. Walter, IUP Uni Bremen)

To search for the hydrothermal vent plumes, the characteristic signature of hot, energy and particle rich fluids emitted from distinct sources at the seafloor, the oceanographers apply a technique known as a "tow-yo" survey. During a tow-yo, the CTD is towed by the ship, while simultaneously being raised and lowered through the water column using the ship's winch. In this way, the vertical and horizontal distribution of potential plume signals in temperature, turbidity and redox-potential can be mapped. But how can we do that in ice-covered seas? We use the passive drift of the ice instead of actively towing, which would require ice-breaking. The first attempt to catch the plume was not so lucky: the icedrift was not cooperating and carried us away from our target site. But with the second attempt, we had much better luck and found the first indication of active venting in the form of a particle plume,

accompanied by a warm temperature anomaly above the mound at a water depth of 2600m, 300-500 m above the peak (Fig. 5). All sensors show anomalies in measured values when compared to the values of background deep-sea waters: the small volume of vent fluid mixed upwards from the vents can be detected by temperature and turbidity sensors on the water sampler, and in sensors measuring for chemical redox potential. What is called "plume" or "vent smoke" cannot be seen by the naked eye, but our first samples made the chemists on board and at home very happy: we have abundant methane, hydrogen and silicate in the plume waters. We continue to dive with OFOS right under the plume, equipped with the very same sensors and see similar signals on several terraces with outcroppings of orange rocks.

But what could cause such signatures in the plume? One possibility is that the vent-source on the seafloor is not a typical "black smoker" in which sulfide minerals precipitate as soon as the hot vents erupt into the ocean at around 350-400°C. In such a case, both the turbidity signals and the redox signals coincide. Instead, we observe an absence of particles within waters with the strongest chemical anomalies, and then increasing turbidity in waters as the plume disperses, suggesting that the particles are actively forming in the dispersing plume. In this case, any polymetallic sulfides would be expected to have precipitated beneath the seafloor before the vents erupt. The colder (300°C) clear fluids, enriched in dissolved iron as well as methane and other gases would then rise up through the water column, and only as the plume disperses and continues to mix with the oxygen-rich seawater would the dissolved Fe begin to react to form iron oxide "rust" particles. We are therefore keeping our eyes open for chimneys emitting hot clear fluids from the seafloor, more reminiscent of an underwater fire-hydrant than a black smoker.

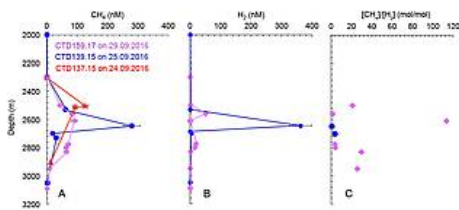


Fig. 6: Vertical profiles of dissolved CH<sub>4</sub> (A) and H<sub>2</sub> (B) and calculated molar CH<sub>4</sub> to H<sub>2</sub> ratios (C) from 3 CTD stations above the mound. (Photo: Quelle: J McDermott, Lehigh Univ. und G Wegener, MPI Bremen)

Molecular hydrogen and methane are major reduced compounds emitted from hydrothermal vents. To quantify these potential microbial energy sources, their concentrations were determined from water samples retrieved in different water sampler casts with on board gas chromatographs. The fresh plume has very high hydrogen and methane concentrations with up to 350 nM hydrogen and 280 nM of methane indicating that there are several mM of these compounds in the source vent fluids. Notably, the ratios of hydrogen and methane are highly variable in different plume samples. This indicates that the individual plumes may derive from different venting sources with substantially different chemistry. Alternatively, this variability may reflect different preferences of the microorganisms for the plume gases. Previous studies have shown that hydrogen consumption in plumes is more rapid than methane oxidation, thus 'older' plumes may have more methane remaining than hydrogen. To determine whether the kinetics of microbial hydrogen and methane oxidation are due to different affinities by microorganisms, incubations with natural plume microbial communities have been started by the microbiologists on board. Reduced compounds of the plume waters may provide an energy source for chemosynthetic bacteria, which can fix CO<sub>2</sub> just like plants, but without sunlight. First results show that the microbial activity in the plume waters is much higher than in control experiments conducted with water collected from reference sites, distant from the hydrothermal waters. We additionally have a novel spectrometric device on board that lets us take a first glimpse on the origin of the methane. It is isotopically much heavier than the atmospheric methane, suggesting that it is formed by abiotic processes in the seabed.

In the coming weeks, we will go forth and back between our young, hot mound and the old, cold large Karasik Seamount in the attempt to further integrate our different research aims, tasks and get the most out of our diverse range of scientific instrumentation. As an even cooler refreshment, we plan a sea ice station every 2-3 days. Also the under-ice robot NUI has started its scientific diving activity first in Automated Underwater Vehicle (AUV) mode, and has already produced 2 high-resolution bathymetry maps and one survey for a high resolution photomosaic of the seafloor. It really is a very special combination of extreme environment research when half of the scientists stare at the strange lava rocks and unknown deep-sea life thousands of meters under the ice, whilst the other half of the team drills ice-cores, places sea-ice buoys and measures the characteristics of the seasonal freeze-up process. Around us, the Arctic fall has begun, and it is dark, foggy and often very cold outside with temperatures of -10°C or even below. So all of us are equally happy about relaxing from time to time in the cozy belly of the ship, equipped as it is with relaxing meeting rooms, a gym, sauna and table tennis facilities - the focus of an ongoing tournament involving both scientists and the skilled ships crew. We have just celebrated the midpoint of the cruise, with a reception on the ice, and a very nice BBQ. Half of the mission is over, and we have still so many Gakkel Ridge mysteries to solve. Please cross your

fingers for luck with ice, wind and weather out here.

All participants are in good health and are sending greetings to families, friends and colleagues.

Antje Boetius

PS101 - Weekly Report No. 4 | 2 October - 9 October 2016

# New tools and concepts to observe the changing Arctic Ocean

[11. October 2016] Expedition PS101 tests, deploys and recovers several new types of instrumentation for the observation of ice, ocean and seafloor processes in the Central Arctic. A main aim is to observe and analyse the changes in the sea ice cover, and its causes and consequences for ocean and life.



Fig. 1: Newly grown sea ice (greyish areas) forming between old floes, which survived the previous summer melt. (Photo: Alfred-Wegener-Institut / M. Nicolaus)

Besides the work with new technologies, the fourth week of the Expedition PS101 has kept us busy working at the hydrothermally active mound of Gakkel Ridge at 87°N and 55°E, as well as at the large seamounts of Langseth Ridge at 86°N and 60°E. We have retrieved important samples for the geological and biological programs, which we will report on next week. This weekly report deals with the new instrumentation implemented during this expedition as contribution to the infrastructure program FRAM - Frontiers in Arctic Ocean Monitoring. The sea ice researcher Marcel Nicolaus together with the FRAM Team reports on the progress made with new and "old" technologies.






Fig. 2: Installation of a sea ice station using with the "Beast" for under-ice measurements. The ROV is deployed through the hole in the ice and is operated from the control stand, which is mounted on two sleds. (Photo: Alfred-Wegener-Institut / M. Schiller)




Increasing autonomy, and flexibility for the integration of various sensors for multifunctional research platforms build the basis of modern observatories for polar research. Such technologies allow the progression from classical point measurements to data sets with much higher spatial and temporal resolutions. But at the same time, it is essential to maintain the quality of each single measurement and to ensure that new methods are consistent with previous methods and results. The Helmholtz infrastructure program FRAM has supported the development of such new methods and measurement systems during the last two years. During PS101, we are testing some of these multisensor systems under the real, harsh polar conditions. This includes comparisons of results with measurements from established "classical" methodologies. Also our research ice breaker Polarstern was promoted to act as a complex sensor platform, carrying various "underway" measurements, including an autonomous water sampler and filtration unit that derives a suite of biological and geochemical parameters along the cruise track. The new under-ice ROV (remotely operated vehicle) "Beast" is equipped with a suite of

## Contact




### Science

 Antje Boetius  
 +49(471)4831-2269  
 [Antje.Boetius@awi.de](mailto:Antje.Boetius@awi.de)

### Scientific Coordination

 Rainer Knust  
 +49(471)4831-1709  
 [Rainer Knust](mailto:Rainer.Knust@awi.de)

### Assistant

 Sanne Bochert  
 +49(471)4831-1859  
 [Sanne Bochert](mailto:Sanne.Bochert@awi.de)

## More information

### Related pages

- [» Research Vessel and Icebreaker Polarstern](#)
- [» Weekly reports](#)

sensors for interdisciplinary sea ice research. Similar sensors are also used for advanced autonomous ice tethered platforms (buoys) and moorings in the deep ocean. The ice buoys provide continuous year round observations while they drift through the Arctic Ocean when no ship can be around. A new sea ice information system (IceGIS) on board is of great benefit for navigation through the sea ice and for station planning under complicated ice conditions and low visibility.



Fig. 3: Buoy station on sea ice. The station consists of a sea ice mass balance buoy, measuring sea ice thickness and solar radiation above and under the sea ice, and a snow buoy, measuring snow depth and air temperature. (Photo: Alfred-Wegener-Institut / M. Nicolaus)

The main work carried out at our ice stations during PS101 was performed by the new under-ice ROV "Beast". The "Beast" enables us to study the properties of sea ice and the upper ocean as well as their spatial variability. Its distinctive interdisciplinary payload, enables the measurement of physical, biological, and geochemical parameters simultaneously. Different cameras on board document all dives. The results from the combined data sets of all sensors will enable us to learn more about the Arctic climate- and eco-systems, and how these systems interact. Using the new ROV, we operate one of the worlds leading platforms for research into sea ice covered oceans. This will strongly improve our abilities to study ice-ocean interaction in more detail across different scales. The ROV observations are complemented by measurements of sea ice thickness, snow cover, and surface properties. This gives a more complete picture of the ice cover under the current freeze-up conditions.

Another important aspect of our work on board is the deployment of buoys on the ice. These buoys measure atmospheric, snow, sea ice, and ocean parameters over the coming months. Similar to the ROV, we are advancing these systems by integrating new and further develop sensors and units. The new sensors fulfill the increasing need for more interdisciplinary data sets. The measurements are transmitted into international data networks right after acquisition. Thereby they contribute to daily weather forecasts and drift information as well as valuable information about the state of the Arctic ocean system. Simultaneously, we receive data here on Polarstern and integrate them directly into our IceGIS, contribution to our sea ice drift forecasts.



Fig. 4: IceGIS on Polarstern's bridge. The bridge radar is shown, projected on the latest satellite image of the sea ice cover and bathymetry in the background. (Photo: Alfred-Wegener-Institut / T. Krumpfen)

Very few ships can break ice and access the ice-covered Arctic Ocean. And even those that can, including our icebreaker Polarstern, need a lot of information as to the sea ice state, the wind and drift, to navigate the ship through open leads, thin ice, or to reach particular sites in due time. During this expedition we are testing a new system to combine all of this information into a geoinformatic system "IceGIS" for enhanced sea ice navigation. The majority of observations and point measurements at the sea floor that we carry out on PS101 require a particularly good knowledge of the sea ice and its drift. Once the instruments are deployed on a wire by the ship's winches, no active navigation and positioning of the vessel is possible anymore. Polarstern drifts with the ice, while we try to hit a sampling spot smaller than the size of a football field in depths of up to 3000m. Impossible, some may say. The new IceGIS supports this challenge. It visualizes different satellite data, weather forecasts, and sea ice observations. The data are provided via our internet link from different sources on land with shortest possible delay, and they are integrated into one information system producing maps.



Additional forecasts of the vessel's drift are generated on board. Through a combination of all these different information, we have substantially increased our speed of operations in the ice. Precious ship time may be used more efficiently and fewer resources are used than usual.

The observed rapid decline in summer sea ice extent has led to a freshening of surface waters. This exacerbates the temperature-dependent stratification of the ocean and potentially reduces the supply of nutrients from deeper waters. The reduction in ice cover also allows for more light penetration and longer growth seasons, potentially stimulating algae blooms consuming nutrients in the water (Nitrate, Nitrite, Silicate, and Phosphate). Based on these changes, one could expect the Arctic Ocean to move from a predominantly light-controlled (ice-covered) to a more nutrient-controlled (open water) system. But in order to judge this balance and potential ecological consequences, the biogeochemistry of the Arctic system has to be better understood. The dynamics of this system become progressively more important under these environmental change conditions, and a better knowledge of carbonate chemistry and nutrient concentrations is needed.

The established standard method is to take water samples and process them by filtering and chemical analyses, to obtain insight about the presence of different organisms and nutrient concentrations. But this method is mostly limited to a coarse seasonal and spatial resolution. Hence, we use modern underway-measuring systems, installed on Polarstern. The main system consists of a sensor and filtration platform with *in-situ* sensors for long-term deployments in the Arctic. A pump, pipes, and a water inlet in the ship's hull are used to supply our underway sensors with a continuous stream of water samples. At the same time, we operate *in-situ* sensors, submersed in the ocean to measure profiles or time series for more than a year. Unfortunately, these *in situ* sensors are less precise compared to the on-board chemical analyzes. The reasons for uncertainties and errors in the measurements are diverse. They range from the measuring principle itself over temperature influences to biofilm formation on the sensors which may compromise their results. To evaluate the reliability of the data sets, we compare these underway systems with conventionally analysed water samples. This also provides new insights into possible offsets or long term drifts of the sensors.



Fig. 5: To obtain a continuous Nitrate and pCO<sub>2</sub> profile from the surface down to 500m water depth a set of Nitrate and pCO<sub>2</sub> sensors are attached to the CTD rosette. (Photo: AWI / D. Scholz)

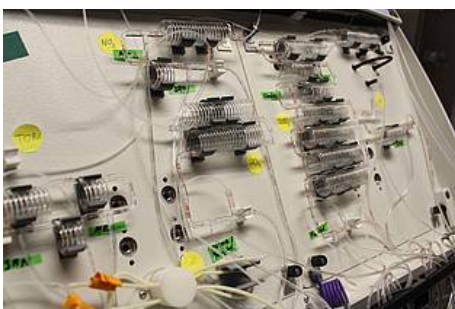


Fig. 6: Chemical nutrient analysis - the continuous flow nutrient analyzer is used to verify the sensor and underway system. (Photo: AWI / L. Wischnewski)

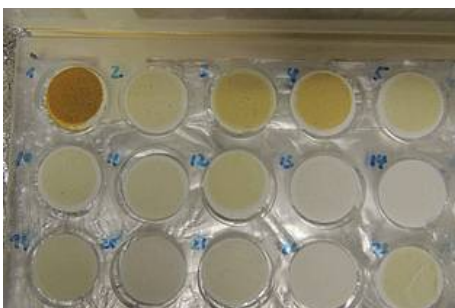


Fig. 7: POC filter - glass fiber filters after filtration of seawater from the uppermost 100m. The staining shows different particle content of seawater. (Photo: AWI / A. Stecher)



Fig. 8: RAS 500 Water sampler during recovery of the central Arctic Ocean mooring (Photo: AWI / A. Purser)



Fig. 9: Sediment trap bottles from a multisensory mooring, which collected sinking particles year round in the Central Arctic Ocean. (Photo: Alfred-Wegener-Institut / D. Scholz)

Besides the mobile platforms, we also have fixed point observatories with multisensory modules, two of which were successfully recovered during this mission. Besides new innovations like ADCP systems that monitor currents based on the movement of particles in the water column, we use more conventional sensors like CTDs to obtain conductivity and temperature data at certain depths. To get information about biological and chemical parameters, we deploy sediment traps and novel types of water samplers which allow collection of year-round nutrient data. Sediment traps are very useful for quantifying the composition and amount of biomass sinking down from the surface to the seafloor. The water sampler (type RAS500) was deployed for the first time in the central Arctic and successfully recovered during this cruise. It provides 48 reference water samples for sensor calibration and further chemical analyses back in the institute, that help us understand better the seasonal dynamics of biogeochemical processes in the ice, and the consequences the sea ice retreat will have.

With best greetings from Polarstern Expedition PS101, Marcel Nicolaus and the FRAM team

PS101 - Weekly Report No. 5 | 09. October - 16. October 2016

# Discovering the ice-covered Arctic deep-sea: Of robots, minerals and microbes

[19. October 2016] The fifth week of expedition PS101 has made significant progress in the study of hot vents and seamounts under the ice-covered seas. The under ice robot NUI samples the seafloor.

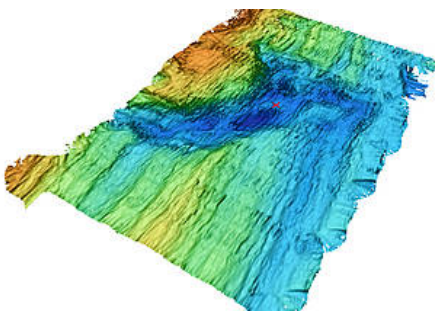
In mid October the Arctic has become dark, ice-cold and windy. The few remaining open water leads are freezing up, frost flowers form on top of them and the harsh winds pile up layers of snow. The ice drift gets as fast as one knot. The abyss now seems a more favorable environment, as it is warmer than the air around us, and life looks much more colorful than above. The new Underice Robot NUI maps uncharted areas of the seamounts, and brings back some unique samples of seafloor life (Fig. 1).



Fig. 1 Robot NUI dives under the ice. (Photo: NUI-Team (WHOI))

NUI or Nereid Under Ice is a specially designed robot prototype for ice-covered oceans that can either operate in fully autonomous mode as an Autonomous Underwater Vehicle (AUV) or as a Remotely Operated Vehicle (ROV). The NUI engineering team has been very busy developing and testing it under the real, harsh conditions of the Central Arctic throughout the cruise. The weather has constrained the number of dives available, but what NUI has achieved has been both scientifically successful and proven the full versatility of the robot.

Only during the unlucky Dive no. 13 the mission failed at its outset as the robot fell asleep under an ice-floe. During the following dives, it mapped the summits of Karasik Seamount, collected 3D photography, and accomplished chemical sniffing for evidence of seafloor fluid flow. Then it was converted into an ROV that could conduct seafloor sampling with its manipulator arm and would display fantastic HD Video of the behavior of animals at the seafloor. We used the opportunity to launch in the quiet center of a storm. Diving to the summit of Karasik Seamount we were able to film the behavior of the giant sponges that dominate the seafloor and also starfish, deepwater corals and shrimp. (Abb. 2A). The Karasik Seamount is one of a chain of several large seamounts originating at Gakkel Ridge, and forming the Langseth Ridge (2B)






## Contact




### Science

 Antje Boetius  
 +49(471)4831-2269  
 [Antje.Boetius@awi.de](mailto:Antje.Boetius@awi.de)

### Scientific Coordination

 Rainer Knust  
 +49(471)4831-1709  
 [Rainer Knust](mailto:Rainer.Knust@awi.de)

### Assistant

 Sanne Bochert  
 +49(471)4831-1859  
 [Sanne Bochert](mailto:Sanne.Bochert@awi.de)

## More information

### Related pages

[» Research Vessel and Icebreaker Polarstern](#)  
[» Weekly reports](#)

Fig. 2A. Map of the northern summit of Karasik seamount recorded by NUI. It revealed a deep trench (dark blue) that our ship bathymetry had not been able to detect in the (brown and green) summit of the seamount. The red "X" marks where we detected p (Graphic: WHOI)

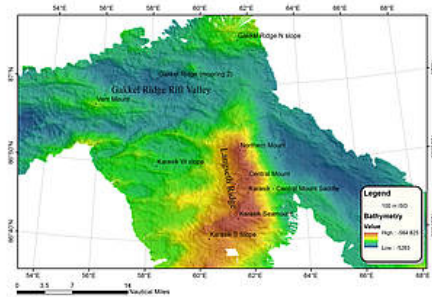


Fig. 2B. Ship bathymetry of our working area with the hydrothermal Vent Mount in the Gakkel Rift Valley, and the seamounts of Gakkel Ridge. (Graphic: FS Polarstern Schiffsbathymetrie, AWI/FIELAX)

It was really exciting to watch robot pilot Casey at work - the robot television room was filled with 20 watchers of science and crew. She juggled sponges into the net, took seafloor samples with tiny cores, while we were watching close ups of shrimps feeding on bacterial mats growing on sponges (Abb. 3-4). It almost felt like we were diving ourselves, watching the large screens around us. And we were provided with samples of the giant sponges of various life cycle stages, starfish and microbial mats (Fig. 3-6). As a bonus, NUI filmed the unexpected zooplankton swarms above the mount during the down and upcast of the dive.



Fig 3. A zoom in of a shrimp feeding on bacterial mat at Karasik seamount. (Photo: WHOI)

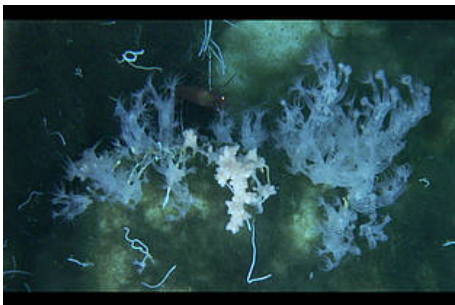


Fig 4. The deepwater coral sample collected by NUI, prior to sampling. (Photo: WHOI)

Such video-guided dive capabilities under the full ice-cover represent a rare, important technical innovation. Only few robots on Earth can do what NUI was able to achieve. It is a phenomenal technical challenge to navigate under the ice, and return to the ship through a small hole in the ice, and on a cable. Just one successful dive under the ice can replace many hours of winch-operated devices, and some samples are impossible to get without such cabled robots. Yet, the deployment of robots next to the ship results in a high sensitivity to wind and weather. New ice-breaking research vessels are currently planned with a moonpool in the ship's belly, to allow the protected launch and recovery of robots for underice diving.



Fig 5: Arctic night shift with successful dredge recovery.  
(Photo: A. Diehl)

Besides new types of robots and camera sledges with sonars, we also use quite classical tools for seafloor sampling: the dredge. There is one overarching question leading much of our work this week: is there a direct connection between the hydrothermally active mounts in the Gakkel Rift Valley, and the larger, apparently inactive chain of seamounts rooting in Gakkel Ridge, and forming the Langseth Ridge (Fig. 2B). Both are inhabited by very different animal communities - but are the rocks similar? We carried out three dredge hauls with a chain bag dredge to systematically collect rocks from the flanks of the mounts. This device consists of a solid metal frame with a wide-meshed chain bag attached to it. It is towed above the seafloor for several hundred meters, scraping off and collecting larger rocks while sediments and smaller rocks pass through the mesh. This way we were able to collect about 700 kg of rock samples. And smaller rock samples were obtained by chance, via box, multiple, and gravity coring. On the basis of this sample material we were able to gain further insight into the regional geology.



Fig. 6: Glassy pillow basalt recovered at the spreading ridge volcano. (Photo: E. Albers)

While the rocks at the active Gakkel Ridge volcano exclusively contain pillow basalts, we recovered additional diverse lithologies from the seamounts forming the Langseth Ridge (Fig. 2B). These comprise fine-grained basalts with large olivine crystals, plagioclase and pyroxene bearing dolerites, and a striking brecciated rock type in which the rock fragments are as well volcanic. At the northern flank of the Langseth Ridge the dredge furthermore brought up a greenish rock type that strongly resembles serpentinised mantle rock. Especially these potential mantle as well as the brecciated rocks point to tectonic forces forming the seamount chain in addition to evidence to volcanic formation.

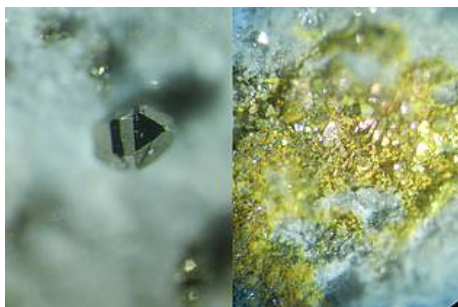


Fig. 7: Hydrothermally precipitated iron sulphides (left: pyrite, right: chalcopyrite). (Photo: A. Diehl)

We furthermore sampled clearly hydrothermally influenced rocks and precipitates at both the vent mount within the Gakkel Rift valley as well as from the north flank of one of the large seamounts of Langseth Ridge (Fig. 7-9). The hydrothermal precipitates were obtained from the field right under the large plume of the vent mount. Altogether the rock samples are well suited for further detailed petrological and geochemical work that will help to better understand the magmatic-tectonic development of the Langseth Ridge.

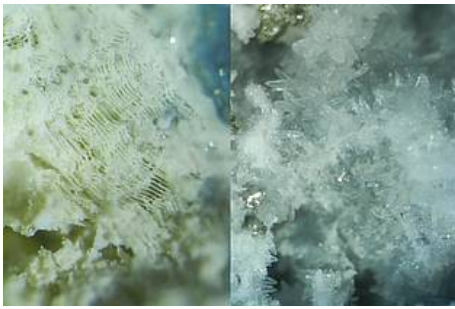


Fig. 8: Sulphate precipitates. (Photo: A. Diehl)



Fig. 9: Hydrothermal precipitates from the volcanic vent mount (possibly opaline silica or azurite). (Photo: A. Diehl)

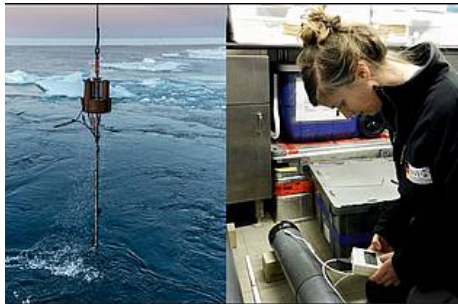


Fig 10. Left: The T lance hosts 7 autonomous temperature loggers. Right: Thermal conductivity is measured using the needle probe technique. (Photo: L. F. Tardeck, FIELAX/R. P. Müller, Uni Bremen)

Our four-meter long temperature probe (Fig. 10) is a useful device for comparing the heat flow distribution among the different mount types of the Gakkel Ridge. We expected to find temperature anomalies in the seabed and overlying water column associated with hydrothermalism. Our giant seafloor thermometer has seven miniaturized temperature data loggers. It is a robust high-precision device for deep-sea research in rough and uncharted terrains, however, it needs sediments to penetrate the seafloor which are rare around Gakkel Ridge.

Hence, the temperature loggers were also attached to the gravity corer, TV-MUC and OFOS, to characterize temperature anomalies in the uppermost sediment layers and bottom waters.

After 37 successful measurements, we are able to compare the temperature field around the seamounts. The heat flow was between  $0.5 \text{ mW/m}^2$  up to  $> 130 \text{ mW/m}^2$ , increasing with proximity to the plume site at the Vent Mount whereas the large seamounts of Langseth Ridge were cold. In addition to measurements of the temperature gradient we also measured thermal conductivity as a material property, using a needle probe on recovered core material collected by the gravity corer (Fig. 10). The thermal conductivity values of the sediments in this area are quite high with values between  $0.9 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$  up to  $1.3 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$ . This might result from the higher content of volcanic glass, sulfides and ashes trapped in the sediment.

By now our observations converge well. The hydrothermal activity in this region of the Gakkel Ridge comes from the central rift, from a seamount which hosts a small active area of chimneys and fluids sources within a  $50 \times 100$  Meter area north of its summit. Besides many small chimneys, we see sulfide precipitates and warm fluids emanating from the steep rocky terraces. The animal communities are very different, whereas the apparently older, steeper but cold seamounts are densely populated by seafloor life, the vent mount is quite barren, apart from occasional amphipod swarms and fields of sea anemones. Only the microbes seem quite happy here, due to the venting of high concentrations of methane and hydrogen. The latter provide a potential energy sources for specific microorganisms in the otherwise energy limited deep sea. To test the microbial activity and compare it between the

mounts, we filter large amounts of water (up to 500 l in 90 minutes) and retain the bacterial community on a filter with micrometer pore size. The fresh plume water is characterized by very high methane concentrations of a rather heavy carbon isotope signature of  $-11\text{‰ }^{13}\text{C}$  (Abb 11). In the fresh plume, we can follow a high temperature anomaly of  $0.3^{\circ}\text{C}$  hundred above the seafloor, with methane concentrations of  $>200\text{ nM}$ .

To investigate the microbial consumption of hydrogen and methane in plume waters and bottom waters of the nearby seamounts and abyssal plains, we incubated plume water in gas-tight serum vials and incubated the samples at in situ conditions. The bacterial communities in the plume consumed hydrogen very quickly, but not methane. Outside of the plume waters, neither hydrogen nor methane were consumed. This points to a specific adaptation of the Arctic vent microbes to hydrogen as energy, but does not explain why no cold-adapted methane oxidizers can be found, which is to be investigated further in our home laboratories. It is curious to find an absence of the typical hydrothermal vent communities here in the Arctic, despite the considerable activity in fluid flow. At the larger, cold seamounts, we find remnants of what could have been a past vent community marked by mytilid shells and debris of segmented tubes. Typical for science: for every answer found, ten other questions arise.

And time is running, we have already started counting the last tasks, to fill gaps in our sampling program. Darkness, increasing ice and winds tell us it is time to go home. We were quite lucky so far and are all happy about the exciting innovations in technology and science, and our preliminary results. This cruise builds on a long-term German-US collaboration in the exploration of extreme environments, with the help of technology developed at the interface between space and deep ocean research. In Germany this approach has been pioneered by the ROBEX initiative (Robotic Exploration of Extreme Environments), and in the US the current project is sponsored by NASA's PSTAR (Planetary Science and Technology Analogue Research) program. The ice covered Arctic is one of the least known, least explored regions of Earth, and also an analogue system to other ice-covered planets. And Earth is now recognized to be just one of up to 10 planetary bodies in our solar system that may host ice-covered liquid oceans to be explored.

All participants are in good health and are sending greetings to families, friends and colleagues.

Antje Boetius

## Homebound through the ice.

[24. October 2016] During the sixth week of expedition PS101 we are making our way home through the ice. A FRAM "superbuoy" station needs to be rescued before we leave the ice.



Fig. 1: Polarstern in the ice. (Photo: Marcel Nicolaus, AWI)

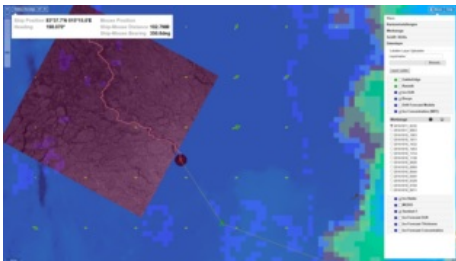


Fig. 2: Following the ice leads: Polarstern transit on radar images of the sea ice geo-information system IceGIS. (Graphic: T. Krumpfen, AWI)

There was a good 2,000 nautical miles distance between our investigation area, the seamounts of Gakkel Ridge at 86°N and 60°E, and Bremerhaven, the port of RV Polarstern. For about 350 miles of this distance we had to make our way through the thickening ice. Early on the afternoon of the 11th October we left behind the hot vents and sponge gardens of Gakkel Ridge to head towards Svalbard. Not only for a punctual arrival in Bremerhaven, but also because we had a few scientific tasks to fulfill. The first of these was the recovery of equipment making up a large ice buoy station of our FRAM program "Frontiers in Arctic Marine Monitoring", the second being to collect and transport fresh marine sediments from Yermak Plateau for our foraminifera researchers at AWI.


Snow, fog and the increasing darkness reduced visibility greatly during transit, so that we could not use helicopters for the reconnaissance of leads between the ice floes. Using satellite data for navigation, the microwave data showed a near complete ice coverage along our intended course, but the high-resolution radar images of ESA's satellite Sentinel helped us find passages through freshly overfrozen water leads around the growing ice floes (Fig. 2). In addition to the excellent experience of our nautical officers with navigation through the sea ice, we could use our new sea ice geo-information system IceGIS, and were able to make around 4-5 knots through the ice even at this late time of the year, and we did not get stuck once during the transit.






Fig. 3: The original „Superbuoy Station“ of expedition PS94

### Contact

#### Scientific Coordination

 Rainer Knust  
 +49(471)4831-1709  
 Rainer Knust

#### Assistant

 Sanne Bochert  
 +49(471)4831-1859  
 Sanne Bochert

### More information

#### Related pages

- [» Research Vessel and Icebreaker Polarstern](#)
- [» Weekly reports](#)



which we were looking for. (Photo: M. Hoppemann)

After arriving in the vicinity of the „superbuoy“ station we had to search for its exact location. The buoy was deployed in summer 2015 during the expedition PS94. Several autonomous ice buoys were placed on a thick flow to move with the transpolar drift and to send data for weather, sea ice and ocean research (Fig. 3). These instruments are increasingly used to obtain data when ships cannot be operated in an area. It remains very difficult to find back such equipped floes and recover the buoys from within them, hence the instruments are usually left to sink or float when the ice floes reach Fram Strait and ultimately melt. As these systems can send their data via satellite for periods of 1-2 years, they complement shipboard research programs and send unique data during the fierce autumn and winter seasons.

It was especially relevant to reach this particular superbuoy station, as several instruments sent only their positions via satellite, but not the valuable sensor data which remained locked within their internal memory systems. The need for year-round synchronous data collection is great; hence we did not want to give up on the important information held by the buoy station if retrieving it was a possibility. As the superbuoy station was not too far from our transit route anyway, we decided to attempt the recovery. The hourly transmitted position data and the characteristic look of the big ice floe made it easy to locate and find the station, but as it was one of the last multiyear ice floes, its thickness of around 2 m and because of the strong compression of other floes against this one, we had to stop the ship at a distance of approximately 2 km away from where we located the instruments.

When we arrived weather had improved with little wind and snow. Hence the team of sea ice physicists started the search right away, using skidoos to reach the target location. It was not easy to detect the instruments which were buried in snow and ice after over a year of sea ice drift. After about 3 hrs of search, new positions were available via satellite, and using a drift prediction, the lookouts on board Polarstern was able to guide the team on the ice via radio to the exact location. Three of five devices were brought back from the ice, two were too deeply frozen into the floe - but 100% of all data were recovered from the station, which was a real scientific gain for the FRAM program (Fig. 4 +5).



[Translate to English:] Abb. 4: Die Wetterstation ist wiedergefunden. (Photo: M. Nicolaus, AWI)



Fig. 5: The snow buoy is dug out from the ice. (Photo: M. Nicolaus, AWI)

Two final tasks were completed within the next 24 hours. First an OFOS dive at the ice margin north of Svalbard was carried out. We searched out a relatively steep part of the Nansen basin slope in a few hundred meters water depth, to compare the benthic communities there with those of the Karasik seamount, lying in more oligotrophic waters. The OFOS images showed a lively colorful assemblage of filter feeders, including sponges, starfish, clams and different types of cnidaria including corals (Fig. 6+7).



Fig. 6: Sponges and corals at the margin north of Svalbard.  
(Photo: OFOS)



Fig. 7: Sponges and corals at the margin north of Svalbard.  
(Photo: OFOS)



Fig. 8: A sample is taken with the TV-guided multiple corer.  
(Photo: TV-MUC, AWI)

At first sight, the community looked more diverse compared to the sponge reefs of Karasik seamount. But it had substantially less biomass per area. It remains mysterious what nourishes the giant sponges and their associates at Karasik. We look forward to analysing our samples from the area, to solve this enigma. But at least good news for the Norwegian deep water corals, sponges and fish at 80°N: the ice-covered area we surveyed showed no traces of benthic trawling yet. The very last station of the expedition PS101 took place west of Svalbard at the deep margin of the Yermak Plateaus. Here we sampled the seafloor with a Multiple corer (Fig. 8) to retrieve surface seafloor samples for the AWI biogeochemists, who study foraminifera. In contrast to the ice-covered regions, we noted many traces of trawling down to 850 m water depth.

On 17th October all station works were completed, and only the underway measurements were continued to the morning of the 22nd October, one day before port. In the framework of the FRAM program we tested and calibrated various autonomous sensors and samplers, including analyses for the ground truthing of remote sensing data by satellite, for example with regard to ocean color used to assess primary productivity.



Fig. 9: Group photo of the participants of expedition PS101.  
(Photo: J. Pliet LAEISZ/FIELAX)

The transit to Bremerhaven ended in the morning hours of the 23rd October, Polarstern arrived at the pier at 08:00 am. The expedition was a great success for all scientific participants, who are happy to be home with large quantities of images and samples from the central Arctic Ocean. In the name of the science crew (Fig. 9) we thank once more Captain Schwarze and his crew for their excellent support with work at sea during Expedition KARASIK (PS101).

Good-bye to all of our loyal readers and many greetings, from the science crew of PS101 and Antje Boetius.

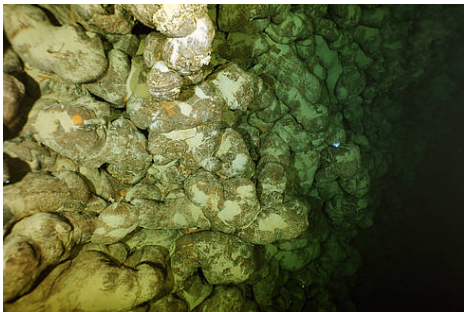
Polarstern Expedition

# Oasis of life in the ice-covered central Arctic

Scientists are exploring oceanic ice worlds with new robots

[20. October 2016] Under the ice of the Arctic, unknown habitats conceal an unexpected variety of living beings. On October 23rd, 46 scientists are expected to return to the home port in Bremerhaven from an Arctic expedition with the research vessel Polarstern. Over the past six weeks, they had explored life in ice, ocean and seabed with new robots and camera systems.

The ice-covered, central Arctic Ocean beyond 85° North is known for its harsh climate, low productivity and poor colonisation by marine animals. Because of the difficult ice and climate conditions, only a few scientists have had the opportunity to explore this region extensively. The current Polarstern Expedition PS101 had the goal of exploring underwater sea-beds and deep-sea trenches of the central Arctic Ocean and investigating how ice, ocean and life have changed due to the massive ice decline of recent years.



Pillow lavas (Photo: AWI OFOS)

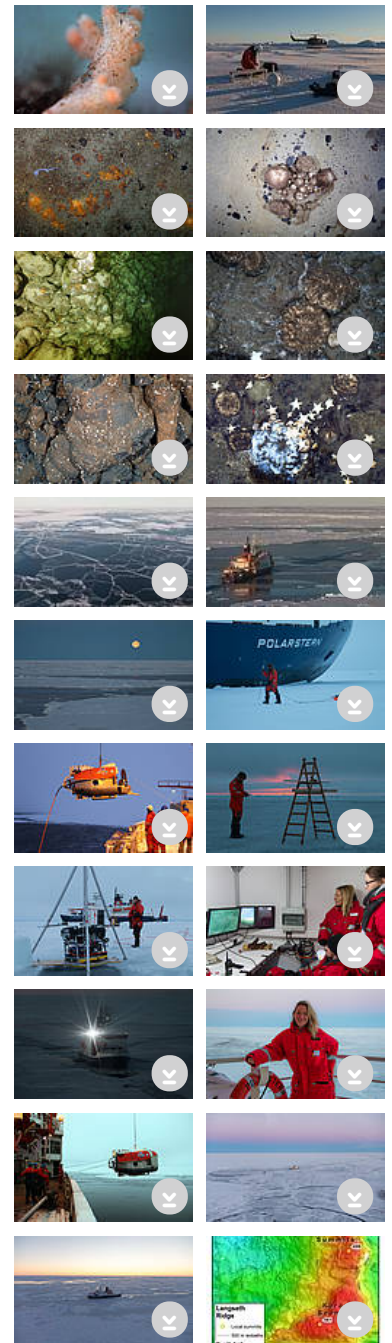
Already in the year 2001 during a German-American expedition with the research breakers Polarstern and Healy, many seamounts along the Gakkel Ridge of the Central Arctic were surveyed, but until now it lacked marine technology to dive down to them. One of the largest seamounts of the Gakkel Ridge is the Karasik seamount, discovered in 2001 and rising from a depth of 5000 m to 650 m. Seamounts are generally regarded as oases of life in the ocean as they provide marine animals with a variety of habitats and food sources. But whether they are also richly populated in the icy Arctic, which is scarce in food, has so far been unexplored.

“With the first pictures of the summit of the Karasik seamount we did not believe our eyes: It is overgrown with huge globular sponges. Between the sponges lie centimetre-thick mats of needles and worm-burrows. We were able to observe different species of fish which were not to be expected here, and caught a glimpse of the northernmost corals discovered so far. There are huge white starfish, blue snails, red crabs and white and brown clams between the sponges”, reports chief scientist Prof. Dr. Antje Boetius from the Alfred Wegener Institute, Helmholtz Centre for Polar and Marine Research (AWI), regarding the first dives under the ice. The plankton, which mainly float in the water, especially crabs, jellyfish and worms, also brought astonishment to the explorers.

The deep sea robot NUI of the American marine research institute WHOI, a prototype for the exploration of ice-covered oceanic worlds, filmed the hitherto unknown deep under the ice and collected specimens for the species determination. It dived repeatedly to the sponges of the Karasik seamount. The giant sponges are up to a meter in size, hundreds of years old and seem to be able to move on their needles. They are, in turn, a habitat for innumerable animals that find themselves at home in the sponges.



The researchers found a particularly extreme habitat under the ice at hot springs in the valley of the Gakkel Ridge. On a still unnamed volcanic lake, the team encountered ghostly structures of freshly solidified lava rock, between which hot water rose out of small vents and cracks - at an ambient temperature below the freezing point. They observed vanes of hydrogen and methane above the hot springs used by special deep-sea bacteria as a food source. In addition to swarms of crustaceans, sea anemones and bacterial mats, fish and many fish skeletons were found at the hydrothermal vents. The

## Downloads

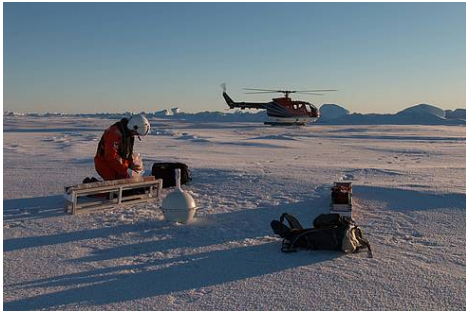


## Contact

### Science

 Antje Boetius  
 +49(471)4831-2269

researchers therefore assume that the hydrothermal activity feeds energy into the food web of the deep sea.



Working on the ice (Photo: Alfred-Wegener-Institut / Marcel Nicolaus)

Climate change also plays an important role in the Karasik seamount region. The AWI ice physicist Dr. Marcel Nicolaus summarises the observations: "This year's thin ice in the study region confirms the long-observed trend. While in the 1990s, the Polarstern had to sail around two or three meters thick ice floes in the investigation area, in 2001 the first surveying of the seamounts was with less than two meters in average sea ice thickness. At the moment, we have mainly found thicknesses of less than one meter and hardly any more large ice-floes." The sea ice explorers have released a series of autonomously drifting ice buoys during the expedition to monitor the sea ice and the climate of the Arctic and to improve the predictions for the change of the Arctic.

The international expedition has profited from the development of technology at the joining between deep sea and space exploration. Researchers and engineers from the [Helmholtz Initiative ROBEX](#) (Robotic Exploration of Extreme Environments) have collaborated with NASA's PSTAR program (Planetary Science and Technology Analog Research). Project leader Chris German (WHOI) notes: "The Earth is only one of up to ten planetary bodies of our solar system on which ice-covered oceans are suspected. From the PS101 expedition to the ice-covered Arctic, we were able to learn about technologies for exploring other planetary oceanic environments."

The Polarstern will spend the next two and a half weeks on routine maintenance and repair work at the Bremerhaven Lloyd shipyard. The research and supply vessel will start to the Antarctic season on the 12th of November 2016. On the transit to the south, a training course for international young scientists will take place. Until the spring of 2017, oceanographic and geoscientific expeditions as well as the supply of the Neumayer Station III will be on the agenda.

✉ [Antje.Boetius@awi.de](mailto:Antje.Boetius@awi.de)

👤 Marcel Nicolaus  
☎ +49(471)4831-2905  
✉ [Marcel.Nicolaus@awi.de](mailto:Marcel.Nicolaus@awi.de)

#### Press Office

👤 Folke Mehrtens  
☎ +49(471)4831-2007  
✉ [Folke.Mehrtens@awi.de](mailto:Folke.Mehrtens@awi.de)

## Abo/Share

📡 [Subscribe to AWI press release RSS feed](#)



### The Institute

The Alfred Wegener Institute pursues research in the polar regions and the oceans of mid and high latitudes. As one of the 18 centres of the Helmholtz Association it coordinates polar research in Germany and provides ships like the research icebreaker Polarstern and stations for the international scientific community.

## More information

[Related pages](#)  
» [Weekly reports](#)