



Erster Wochenbericht SO-244 Leg 1, GeoSea 30.10. – 01.11.2015

SO244 Leg 1 startete mit dem Auslaufen aus dem Hafen von Antofagasta am 30.10.2015, ca. 20:30 h Ortszeit. Das Eintreffen der Wissenschaftlichen Crew und des chilenischen Beobachters auf dem Schiff geschah erst im Laufe dieses Tages; eine Tatsache, die die Zeit für Vorbereitungen am Kai auf wenige Stunden reduzierte. Gleichwohl konnte die gesamte Ausrüstung – vor allem das Sidescan Sonar als Reserveinstrument, der Wave Glider und Teile für die Bergung der Ozeanboden-Seismometer (OBS) an Bord gebracht und verstaut werden. Gleichzeitig wurde mit der Montage und Aufrüstung des Launch and Recovery System (LARS) und des AUV ABYSS begonnen. Das gegenüber der ursprünglichen Planung um zwölf Stunden zu frühe Auslaufen hatte seine Ursache in einer Swell-Warnung, die uns voraussichtlich ohnehin zum Verlassen des Hafens gezwungen hätte.

Die Nacht wurde zum Transit zur ersten Station bei $21^{\circ}44,99'S/70^{\circ}48,16'W$ genutzt. Die Bergung des Langzeit-OBS hier verlief problemlos und bot die erste Gelegenheit zum Einspielen der Arbeitsabläufe an Deck für Seeleute und Wissenschaft. Nach der Bergung des OBS wurde das EM122 Fächerecholot eingeschaltet und nach einem kurzen Transit mit 10 kn erreichten wir den südwestlichen Eckpunkt des geplanten Vermessungsgebietes am Chilenischen Kontinentalhang bei $21^{\circ}30,00'S/71^{\circ}15,00'W$. Von dort aus wurde unmittelbar nach einer CTD-Messung mit der Vermessung mit EM122 und Parasound auf einem vordefinierten Profilnetz (zwischen $20^{\circ}30,00'S$ und $21^{\circ}30,00'S$, bzw. $70^{\circ}25,00'W$ und $71^{\circ}15,00'W$) bei 8 kn Fahrt begonnen. Diese Vermessungsarbeiten dauerten in der Nacht von Sonntag, 1.11.2015 auf Montag 2.11.2015 an. Zwei weitere OBS sind im Laufe der Arbeiten erfolgreich geborgen worden. Die bathymetrischen Vermessungen mit dem EM122 werden voraussichtlich am Mittwoch, den 4.11.2015 vorerst unterbrochen werden, um die ersten Einsätze des AUV auf dem Kontinentalhang vorzubereiten und durchzuführen.

In diesen ersten und wenigen Tagen der Expedition gilt unser Dank Kapitän Lutz Mellon und seiner Mannschaft für ein perfektes Willkommen und schnelle, professionelle Einweisung in Schiff und Arbeitsbetrieb an Bord. Die von uns, die schon früher mit der „alten SONNE“ unterwegs gewesen sind, fanden ein komplett anderes Schiff vor: modern, sehr geräumig, mit einem ideal ausgelegten Arbeitsdeck und komfortabel. Die guten „Spirits“ sind mit der Mannschaft auf das neue Schiff umgezogen und sorgen dafür, dass sich jeder wohlfühlt und die Arbeit gut von der Hand geht.

Jan Behrmann
Fahrtleiter



Zweiter Wochenbericht SO-244 Leg 1, GeoSea 02.11. – 08.11.2015

In der zweiten Woche der Expedition wurde zunächst die Vermessung des Kontinentalabhanges der Südamerikanischen Platte zwischen $20^{\circ}30,00'S$ und $21^{\circ}30,00'S$, bzw. $70^{\circ}25,00'W$ und $71^{\circ}15,00'W$ bei 8 kn Fahrt fortgesetzt, um eine kartenmäßige Grundlage für die später geplanten Tauchgänge mit dem AUV ABYSS zu schaffen. Bei Ende dieser Berichtswoche war das Gebiet bis auf einen kleinen Bereich an der nordöstlichen Ecke komplett kartiert. Die Ergebnisse sind in der perspektivischen Ansicht des Höhenmodells in Abbildung 1 zu sehen. Der nordchilenische Kontinentalabhang zeigt mit einer Tiefe des Tiefseegrabens von etwa 8000 m und einer Gipfflur der Anden im Hinterland von etwa 6000 m die größten kleinräumigen Höhenunterschiede auf der Erde.

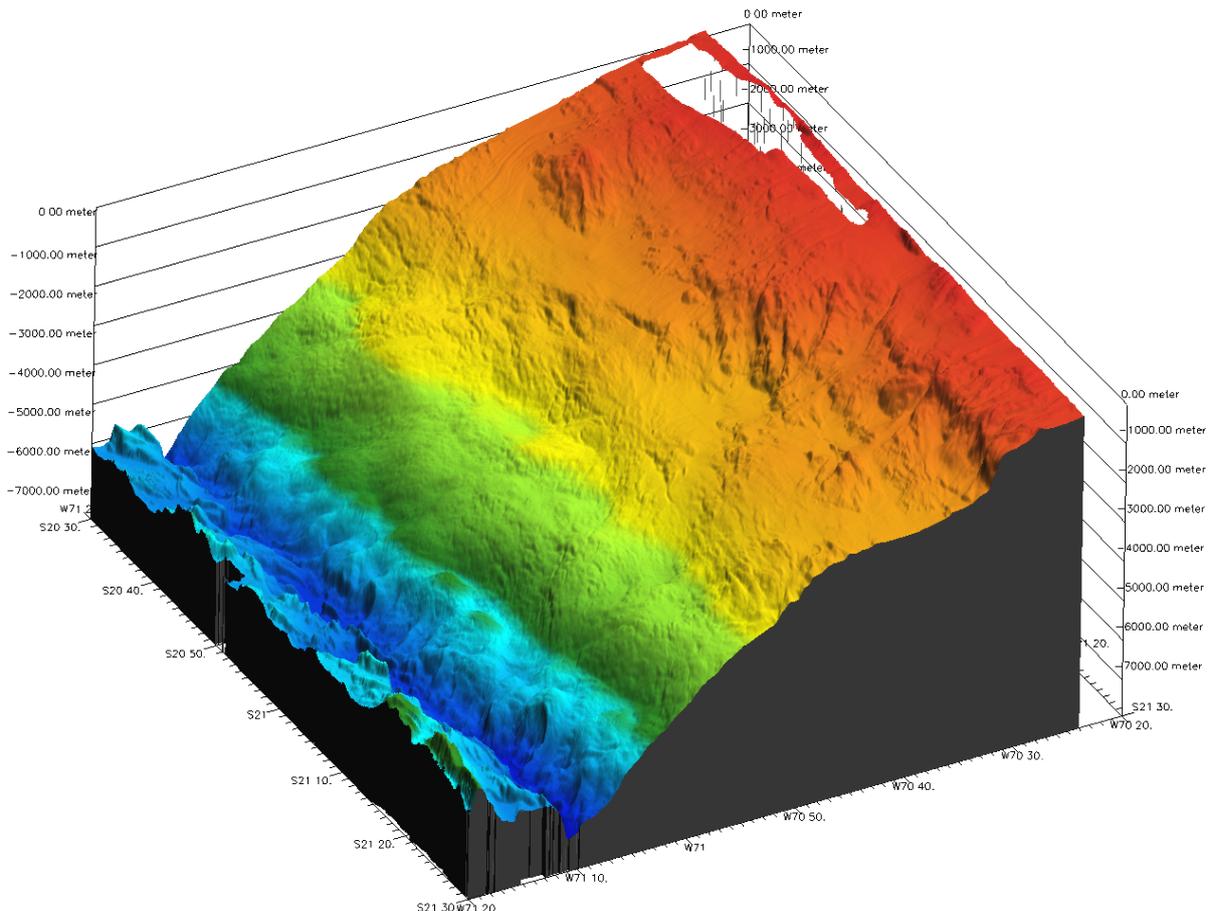


Abbildung 1: Ansicht von SW auf das Höhenmodell des mit dem schiffsgebundenen Fächerecholits EM122 kartierten Gebietes. Beleuchtung des Reliefs von SE.

Die Qualität des erzeugten Datensatzes ist sehr gut bis ausgezeichnet und wird in den ostwärtigen, flacheren Bereichen die Erstellung von Karten mit einer Auflösung von 6-8 m ermöglichen. In den Bereichen mit größerer Wassertiefe ist die mögliche Auflösung naturgemäß geringer. Der Kontinentalhang gliedert sich in einen oberen Bereich (rot in Abbildung 1) bis etwa $70^{\circ}40'W$, der morphologisch stark gegliedert ist, mit N-S streichenden Höhenzügen, die in hangabwärtiger (westlicher) Richtung von einer Vielzahl von flachen Canyons und Denudationsrinnen durchschnitten werden. An mehreren Stellen weist der Versatz von morphologischen Rippen auf das Vorhandensein von N-S bis NW-SE streichenden Verwerfungen hin, die einerseits landwärts, andererseits seewärts einfallende Abschiebungen sind, zum Teil mit einer seitenverschiebenden Komponente.

In Richtung auf den Tiefseegraben schließt sich westwärts in mehr als 2000 m Wassertiefe eine N-S verlaufende Kette flacher Sedimentbecken an (orange in Abbildung 1), die lokal von bergigen Zonen unterbrochen sind, in denen die gleiche Art von Verwerfungen auftreten wie näher zur Küste. Im Nordteil dieser Zone werden die Sedimente von großen etwa gerade hangabwärts verlaufenden Rinnen angerissen was auf aktive Denudation und hangabwärtigen Sedimenttransport schließen lässt.

Noch weiter seewärts befindet sich etwa zwischen $70^{\circ}46'W$ und $70^{\circ}54'W$ (gelb in Abbildung 1) ein fast durchgehender, N-S verlaufender Riegel von untermeerischen Erhebungen, die nur lokal von jüngerem Sediment bedeckt sind. Diese Erhebungen werden von vielen N-S bis NNW-SSE streichenden Verwerfungen durchschnitten; von der Orientierung und Kinematik her sind dies wahrscheinlich in den meisten Fällen seewärts einfallende Abschiebungszonen. In diesem Bereich liegt bei etwa $20^{\circ}50'S/70^{\circ}48W$ bis etwa 3000 m Wassertiefe das erste Gebiet, das nach Absprache mit der Fahrtleitung der folgenden (SO244 Leg 2) Expedition für die Kartierung mit AUV (siehe unten) ausgewählt wurde. Entscheidungskriterien waren das Vorhandensein wahrscheinlich aktiver Verwerfungen, die Bedeckung mit wenig oder keinem Sediment, und die Abwesenheit zu hoher (mehr als 30-50 m), verwerfungsbedingter Geländestufen, die die Ausbringung eines geodätischen Arrays behindern würden.

Die oben beschriebene Zone des mittleren Kontinentalhanges geht nach Westen in den unteren Kontinentalhang mit Wassertiefen zwischen 4000 und 8000 m über (grün und blau in Abbildung 1). Hier herrscht bis zur seewärtigen Grenze der Südamerikanischen Platte, also bis zur Überschiebungsfront, eine glattere, in weite, N-S verlaufende Falten gelegte Erdoberfläche vor, die jedoch lokal ebenfalls von Brüchen und Verwerfungsbündeln durchzogen ist. In unmittelbarer Nähe zum Kontinentalfuß bekommen diese Falten eine NW-SE-Orientierung und sind „en echelon“ angeordnet. Die Achsen dieser Faltenstrukturen sind damit parallel zur ausgeprägten Gliederung in tektonische Horste und Gräben die auf der abtauchenden Nazca-Platte westwärts der Plattengrenze zu sehen ist. Unmittelbar am Kontinentalfuß befinden sich viele Rutschungen mit bis zu ca. 2 km Breite die durch die Übersteilung des Hangs beim Überschiebungsprozess bedingt sind.

Während der laufenden Kartierarbeiten wurden während der zweiten Expeditionswoche weitere neun Ozeanboden-Seismometer (OBS) geborgen. Es verbleiben nun noch fünf OBS, die in der zweiten Hälfte der Expedition in passenden Zeitfenstern geborgen werden müssen.

In der Nacht vom 4.11. auf den 5.11.2015 wurde in dem oben beschriebenen Gebiet bei $20^{\circ}50'S/70^{\circ}48W$ die erste Serie von vier AUV-Tauchfahrten begonnen (siehe Abbildungen 2 und 3), um ein zusammenhängendes Gebiet von ca. 50 Quadratkilometern Größe zur Herstellung eines Geländemodells mit einer Auflösung von 1-2 m zu kartieren. Das AUV flog ca. 80 m über Grund in einem Modus möglichst konstanten Abstandes zum Meeresboden. Die gesammelten Daten sind Multibeam-Sonar, CTD und Wassertrübe. Alle vier Tauchfahrten sind in der Nacht auf den 8.11.2015 erfolgreich abgeschlossen worden. Die

Multibeam-Daten werden derzeit an Bord prozessiert und zu einem zusammenhängenden Geländemodell verarbeitet.



Abbildung 2: Vorbereitung eines Einsatzes von AUV ABYSS (Bild: E. Soeding)



Abbildung 3: Aussetzen von AUV ABYSS zum dritten Tauchgang (Bild: Privat).

Unmittelbar danach begannen der Transit in Richtung auf den Outer Rise der Subduktionszone um dort in einem begrenzten Gebiet bei 21°00'S Kartierungen mit dem schiffsgebundenen Fächerecholot EM122 zu beginnen. Diese Arbeiten dauern in der Nacht vom auf den 9.11. an und bereiten einen zweiten Ausatz des AUV in einem Gebiet vor das von zahlreichen aktiven Bend Faults durchzogen ist. In diesem Gebiet sind in einer Wassertiefe von 4000 m bis 5000 m wenigstens zwei Tauchgänge mit dem AUV ABYSS geplant, um die Eignung für ein mögliches Aussetzen eines geodätischen Arrays zu untersuchen.

Bis zur Stunde verlaufen die Arbeiten an Bord und am Meeresboden reibungslos und sämtlich wie geplant. Das Zusammenspiel mit der nautischen und der seemännischen Mannschaft verläuft perfekt und legt die Grundlage für den wissenschaftlichen Erfolg.

Jan Behrmann
Fahrtleiter



Dritter Wochenbericht SO-244 Leg 1, GeoSea 09.11. – 15.11.2015

In der dritten Woche der Expedition wurde das Processing der AUV Kartierungen in dem ersten Kartiergebiet am südchilenischen Kontinentalabhang bei $20,8^{\circ}\text{S}/70,8^{\circ}\text{W}$ durchgeführt. Die Serie von vier AUV-Tauchfahrten ergab einen bathymetrischen Datensatz für zusammenhängendes Gebiet von ca. 40 Quadratkilometern, aus dem ein Geländemodell mit einer Auflösung von 3 m generiert werden konnte (Siehe Abbildung 1). Das AUV flog ca. 80 m über Grund in einem Modus möglichst konstanten Abstandes zum Meeresboden. Die gesammelten Daten sind Multibeam-Sonar, CTD und Wassertrübe. Das aus den Multibeam-Daten gewonnene Geländemodell zeigt eine Kette von staffelförmig hintereinander angeordneten, N-S verlaufenden Bergrücken aus von Klüften und Scherbrüchen durchzogenen, verfestigtem Gesteinen, die im Westteil von Verwerfungen gegeneinander abgegrenzt sind.

Abyss0204-0207 Processed 3m

Illuminated from 135°

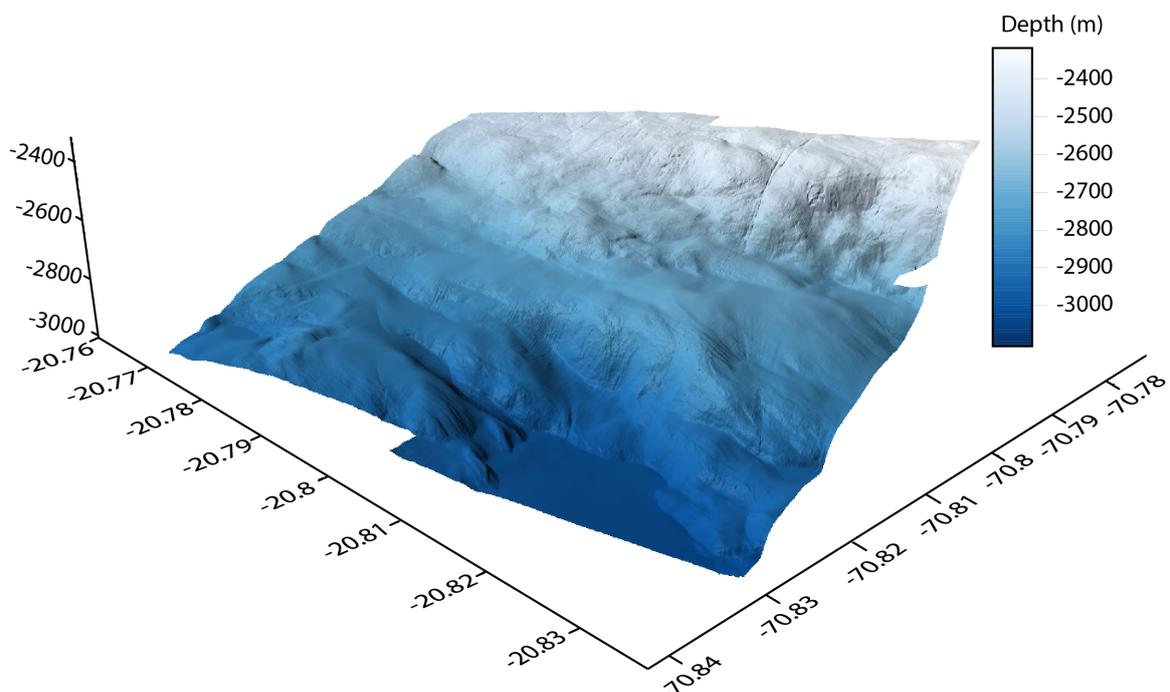


Abbildung 1: Ansicht von SW auf das aus AUV-Kartierungen berechnete digitale Höhenmodell des Kartiergebietes 1 mit ca. 3 m Auflösung. Beleuchtung des Reliefs von SE.

Diese Verwerfungen sind westwärts einfallende Abschiebungen, die teils von einer dünnen Sedimentauflage („glatte“ Flächen im Westteil der Karte) bedeckt sind. An einigen Stellen ist die Sedimentauflage von Störungen versetzt, an anderen nicht. Die Versätze deuten auf andauernde Aktivität dieser Störungen hin (zum Beispiel vor der großen Geländestufe bei 70,81° W). Dort wo Versätze in den Sedimenten fehlen, muss vermutet werden dass die Verwerfungen in den Festgesteinen darunter inaktiv sind. Im südwestlichen Teil des Gebietes zeigt sich ein kleines Sedimentbecken (glatte, horizontale Fläche), dessen Füllung wahrscheinlich auf Trübeströme zurückgeht, die durch die steile, tiefe Rinne von Norden her eingebracht worden sind. Insgesamt ermöglicht die AUV-Kartierung eine Unterscheidung zwischen aufgeschlossenem Grundgebirge und jungen Sedimenten und erlaubt die Ableitung einer relativen Chronologie von endogenen (Deformation) und exogenen (Sedimentation) Prozessen. Weil wir jedoch nicht ermächtigt waren, am Meeresboden Proben zu nehmen kann über die genaue Natur der Gesteine am Meeresboden zu diesem Zeitpunkt keine weitere Aussage gemacht werden.

Nach Abschluss der Kartierarbeiten mit dem AUV im Gebiet 1 wurde nach Absprache mit der Fahrtleitung von Expedition SO244 Leg 2 ein zweites Gebiet westwärts des Tiefseegrabens nach einer vorbereitenden Kartierung mit dem schiffsgebundenen EM122 Fächerecholot mit zwei AUV-Tauchgängen bei ca 21°05'S/71°35'W kartiert. Das Processing dieser Karten läuft bei Ende dieser Berichtsperiode noch. Auf der Übersichtskarte der Rückstreuintensität (backscatter) ist (Abbildung 2) ist eine durch Vulkangebäude und Verwerfungen strukturierte Tiefseeebene zu sehen. Durch Flankenprozesse modifizierte Vulkane erscheinen hell (hohe Rückstreuintensität), während kleinere Vulkane mit intakten Flanken und Gipfelkratern geringere Rückstreuintensität zeigen.

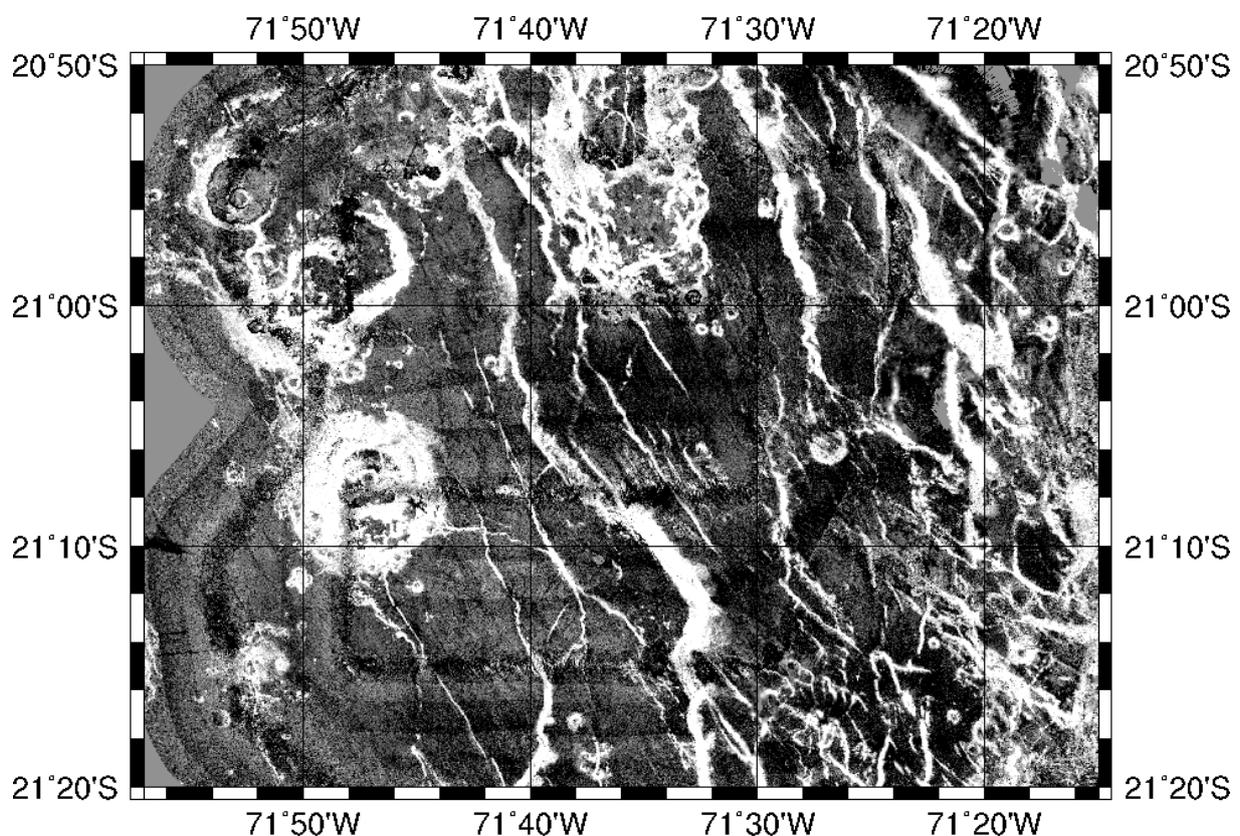


Abbildung 2: Karte der Rückstreuintensität (backscatter) des Signals des schiffsgebundenen Fächerecholots EM122. Hell = hohe Rückstreuintensität; dunkel = geringe Rückstreuintensität. Das Bild zeigt die abtauchende Nazca-Platte mit Vulkanbauten und einem Netzwerk von Verwerfungen. Der Tiefseegraben befindet sich am rechten Bildrand.

Das Netzwerk von Verwerfungen erzeugt an den Steilabbrüchen (bis 200 m Höhe) hohe Rückstreuung (hell), während die sedimentbedeckte Tiefseeebene durch sehr geringe Rückstreuintensität (dunkel) gekennzeichnet ist. Das Netzwerk der Verwerfungen ist einerseits durch NNW-SSE streichende Strukturen charakterisiert, wohl bereits bei der Krustenakkretion am mittelozeanischen Rücken entstanden ist. Sie werden stellenweise von den Vulkangebäuden plombiert. Im Gegensatz dazu sind die N-S streichenden Brüche sogenannte aktive „bend faults“, die durch die Verbiegung der Nazca-Platte unmittelbar (in erdgeschichtlichen Zeiträumen gedacht) vor der Subduktion entstehen. Die Wassertiefe auf der Tiefseeebene ist etwa 4-5 km, im Tiefseegraben etwa 8 km.

Während der laufenden Kartierarbeiten wurden während der dritten Expeditionswoche die restlichen fünf Ozeanboden-Seismometer (OBS) geborgen. Die Bergung benötigte eine dezidierte Fahrt in den Bereich nördlich 20°30'S. Die Fahrtroute wurde so gestaltet, dass eine lückenlose Kartierung des Kontinentalabhanges südlich 19°S mit dem Fächerecholots EM122 resultierte.

Unmittelbar danach erfolgte der Transit in Richtung auf den unteren Kontinentalabhang bei ca. 21°S. Hier wurden in einer Wassertiefe von 4500 bis 6000 m Kartierungen (4 Tauchgänge) mit dem AUV ABYSS begonnen. Bei Ende des Berichtszeitraums am Sonntag dem 15.11. waren zwei Tauchgänge erfolgreich absolviert.

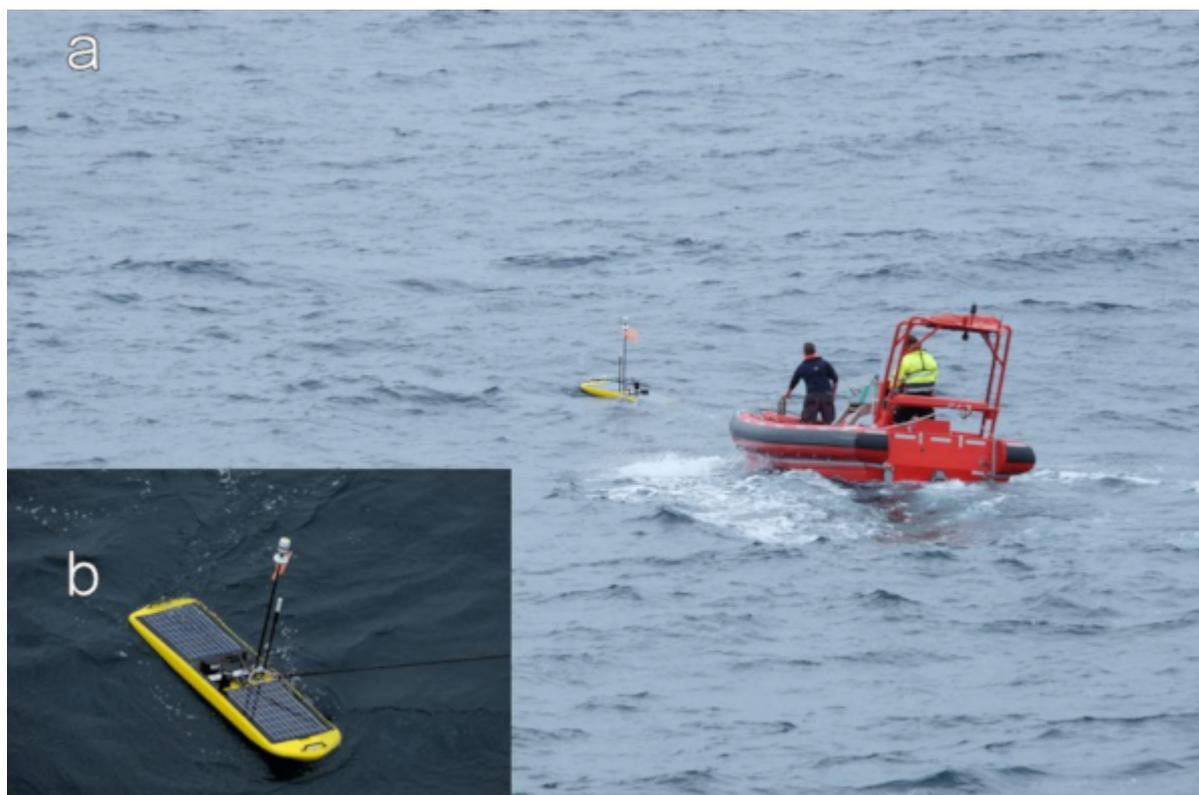


Abbildung 3: Bilder von der Bergung des Wave Gliders nach erfolgreicher Probefahrt. a: Jagd auf das sich zügig vom Schiff entfernende Gerät mit dem Fast Rescue Vessel; b: der Ausreißer am Haken. Bilder: privat

Am 14. November gegen 14 Uhr wurde der Wave Glider das erste Mal zu Wasser gelassen. Der Wave Glider (Abbildung 3) ist eine autonom schwimmende Plattform, dessen Antrieb aus der Wellenbewegung des Meeres besteht. Die Plattform ist ausgestattet mit einer Iridium Antenne zur Kommunikation, einer GPS Antenne, einer Wetterstation und weiteren Sensoren. Zwei Solarmodule versorgen den Wave Glider mit Energie. Der Glider selber

befindet sich ca. 4m unterhalb der schwimmenden Einheit. Dieser wird durch das kontinuierliche Heben und Senken der Wellen nach vorne bewegt und lässt sich durch ein Ruder in die gewünschte Richtung steuern.

Im Rahmen des ersten Testvorgangs wurden die Fahrtüchtigkeit und Navigation des autonomen Fahrzeugs überprüft. Nach einer großen Runde und 1,5 Knoten um das Schiff befand sich der Wave Glider wieder an gleicher Position und konnte mit Hilfe des Bootes eingefangen werden. Die weiteren Funktionen des Wave Gliders, im GeoSEA Projekt werden im späteren Verlauf der Expedition (SO244 Leg 2) ausgiebig getestet

Zur Stunde verlaufen die Arbeiten an Bord und am Meeresboden planmäßig und reibungslos. Das Zusammenspiel mit der nautischen und der seemännischen Mannschaft ist sehr professionell.

Jan Behrmann
Fahrtleiter



Vierter Wochenbericht SO-244 Leg 1, GeoSea 16.11. – 22.11.2015

In der vierten Woche der Expedition wurden die AUV-Tauchgänge auf dem unteren Kontinentalabhang bei ca. 21°S fortgesetzt und abgeschlossen. Hier wurden in einer Wassertiefe von 4500 bis 6000 m Kartierungen auf der Basis von vier Tauchgängen durchgeführt (Area 3; Abbildung 1). Die kartierte Struktur ist eine Antiform mit einer NNW-SSE verlaufenden Achse, die hangabwärts bis zur Plattengrenze zu verfolgen ist und dort in die Deformationsfront übergeht. Das Grid als Grundlage für einen geodätischen Array hat eine Auflösung von 3m und überdeckt ca. 35 km².

Die Zeit zwischen den Tauchgängen wurde genutzt, um Datenlücken mit dem EM122 zu schließen, und um über dem Zielgebiet Area 1 E-W orientierte Parasound-Profile zu fahren. Diese Arbeiten wurden am 16. November abgeschlossen und es wurden nach Bergung von AUV und Transpondern die Arbeiten in das Gebiet Area 4 (Abbildung 1) verlegt. Das Ziel hier war in 3500-4000 m Wassertiefe eine wahrscheinlich aktive, NW-SE streichende Seitenverschiebungszone, die den Kontinentalhang von der Plattengrenze ausgehend bis auf den mittleren Abhang durchschneidet. Eine Serie von drei Tauchgängen wurde am 17. November mittags begonnen und mit der Bergung der Transponder am 20. November um 9:00 h erfolgreich abgeschlossen.

Zwischen den Tauchgängen wurden nach Süden hin bis auf 22°10' eine Serie von EM122 Profilen gefahren, um dort bestehende „weiße“ Gebiete auf der bathymetrischen Karte des Kontinentalabhanges zu kartieren. Die beiden letzten AUV-Tauchgänge schließlich in einem weiteren Gebiet bei 21°20'S/70°50'W im Bereich eines markanten Vorgebirges auf dem oberen Kontinentalabhang in etwa 2000 m Wassertiefe unternommen. Dieses Vorgebirge wird von mehreren N-S verlaufenden Verwerfungen geschnitten, die selbst von zwei ESE-WNW und ENE-WSW verlaufenden Bruchscharen versetzt werden.

Die Tauchfahrten wurden am 21. November um 21:00 h erfolgreich abgeschlossen. Nach der finalen Bergung der Transponder befand sich TFS SONNE mit Kartiergeschwindigkeit von 8.5 kn und eingeschalteten EM122 und Parasound auf einem Transitskurs über eine Reihe bisher unkartierter Seamounts auf der Nazca-Platte auf dem Weg zum Endhafen Antofagasta. Mit der Ankunft dort wird für den 24. November, 8:00 h gerechnet.

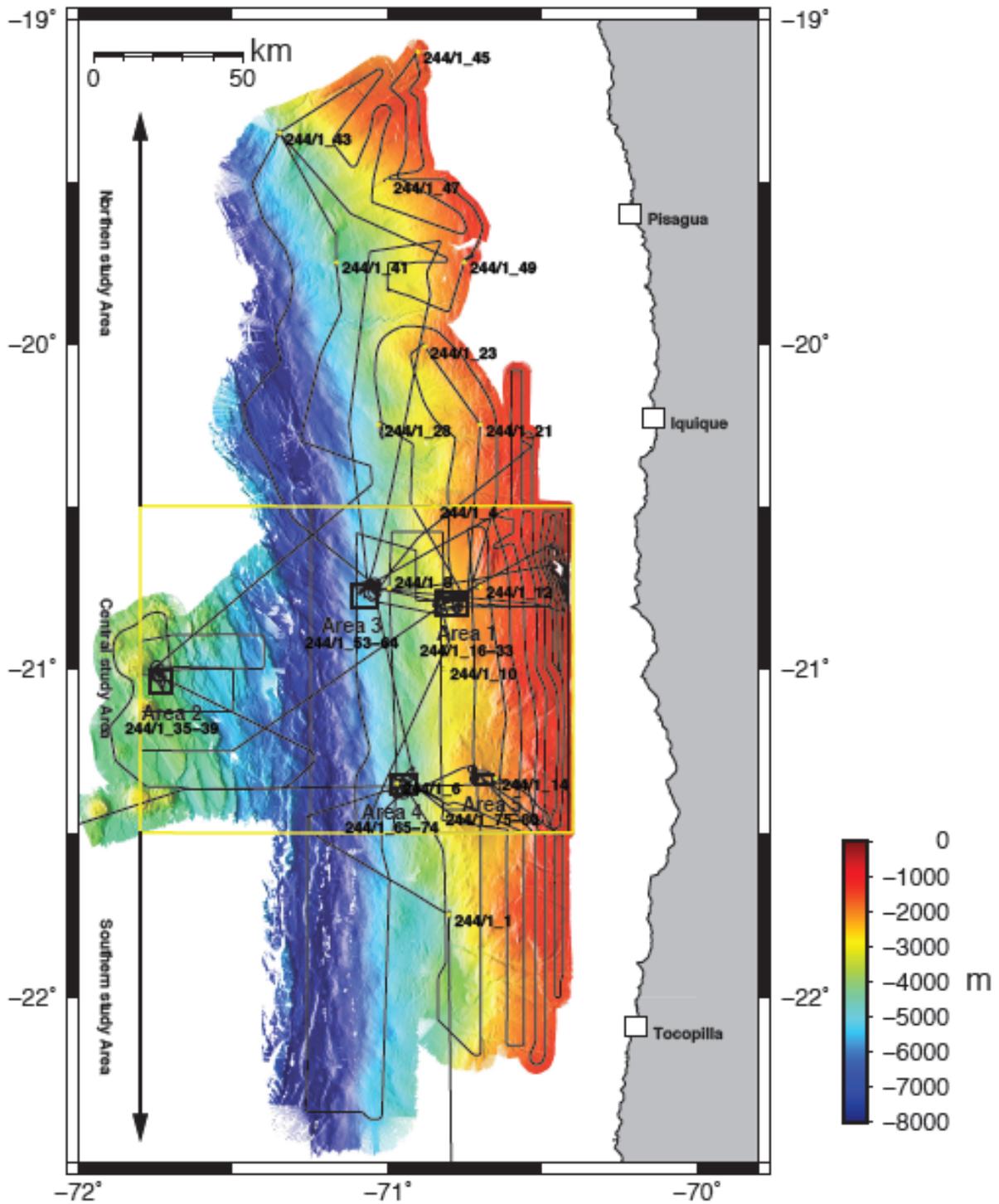


Abbildung 1: Stationskarte mit der Fahrtroute von TFS SONNE und einer Übersicht des auf SO244 Leg 1 mit dem schiffsbasierten Fächerecholot EM 122 kartierten Gebiet. Die Tauchgebiete Area 1 bis Area 5 des AUV ABYSS sind gekennzeichnet.

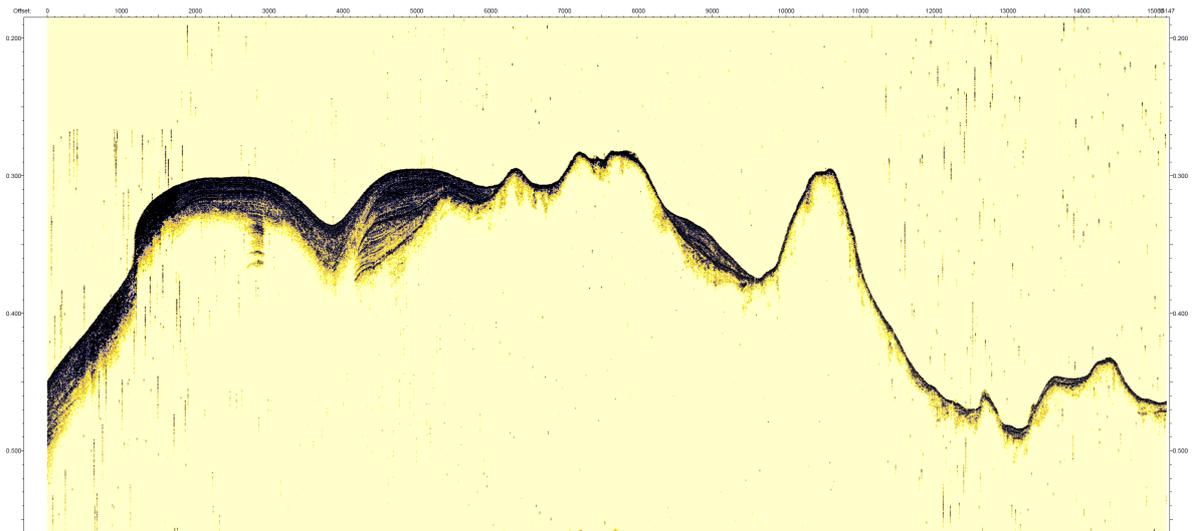


Abbildung 2: N-S verlaufendes Parasound-Profil von 15 km Länge über den oberen Kontinentalabhang. Es zeigt, dass steilere Abhänge komplett ohne Sedimentbedeckung sind, während sich in flacheren Gebieten oder Vertiefungen lokal Driftkörper oder Beckenfüllungen abgelagert haben.

In der vierten Berichtswoche verliefen die Arbeiten an Bord und am Meeresboden planmäßig und reibungslos. Das Zusammenspiel mit der nautischen und der seemännischen Mannschaft war perfekt.

Jan Behrmann
Fahrtleiter



Fünfter Wochenbericht SO-244 Leg 1, GeoSea 23.11. – 24.11.2015

Zu Beginn der fünften und letzten Expeditionswoche befand sich TFS SONNE auf dem Transit zurück nach Antofagasta, Chile. Am Morgen des 24. November gegen 08:30 h wurde dort festgemacht. Als explorative Expedition mit der Hauptaufgabe der Kartierung des Meeresbodens ist rückblickend Folgendes festzuhalten.

Es wurden etwa 30000 km² des Meeresbodens am Kontinentalabhang vor Nordchile und auf der subduzierenden Nazca-Platte mit dem schiffsbasierten Fächerecholot EM122 kartiert. Dies entspricht etwa der Größe der Bundeslandes Baden-Württemberg. Abhängig von der Wassertiefe (100 bis über 8000 m) werden die Daten die Berechnung von digitalen Höhenmodellen mit Auflösungen zwischen ca. 8m und 80 m ermöglichen.

Das autonome Unterwasserfahrzeug (AUV) ABYSS war in 15 Tauchgängen erfolgreich im Einsatz in Wassertiefen zwischen 2000 m und 6000 m. Das AUV befand sich 234 Stunden im Wasser wobei 208 Stunden auf die Kartiermissionen entfielen. Während 151 Stunden wurde in der programmierten Arbeitstiefe operiert. Dabei wurden 1114 km Profil zurückgelegt. Die Dauer der Tauchgänge variierte zwischen 12.0 und 15.4 Stunden. Die Daten sind zur Berechnung von Digitalen Höhenmodellen mit einer Auflösung von 2 m nutzbar.

Auf der Expedition gab es keine Verluste an Arbeitszeit und Material. Alle wissenschaftlichen Ziele wurden erreicht.

Alle wissenschaftlichen Fahrtteilnehmer und Fahrtteilnehmerinnen danken Kapitän Lutz Mallon und seiner Crew sehr herzlich für die perfekte und professionelle Arbeit, die den Erfolg der Expedition erst möglich gemacht hat. Der Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe sowie dem BMBF sei für die Hilfe bei der Planung und Durchführung der Fahrt gedankt, ebenso wie dem Auswärtigen Amt, der Botschaft der Bundesrepublik Deutschland in Chile und dem Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, Chile.

Jan Behrmann
Fahrtleiter