

FS SONNE SO294 – CLOCKS

*Der nördliche Cascadia Kontinentalrand:
Ausdehnung der Bruchzone von Subduk-
tions-Erdbeben, und Deformation des Akkre-
tionskeils*

13. September – 27. October 2022
Vancouver (Kanada) – San Diego (USA)

1. Wochenbericht (12.09. – 18.09.2022)



Am Montag den 12. September erreichten die 31 Fahrtteilnehmer*innen den Hafen und Liegeplatz der SONNE in Vancouver und alle Wissenschaftler*innen begaben sich nach erfolgreich absolvierten (negativen) Corona-Test an Bord des Schiffes und begannen sofort mit den Vorbereitungen zur Ausfahrt.

Die Ausfahrt SO294 – CLOCKS hat zum Ziel Subduktionserdbeben am Beispiel des Cascadia Kontinentalrandes vor Vancouver Island zu erforschen. Erdbeben an Subduktionszonen mit Magnituden $M > 8.5$ zählen zu den gefahrenträchtigsten Beben weltweit. Die Cascadia Subduktionszone gehört zu den Regionen für die in naher Zukunft ein solches Beben erwartet wird. Trotz jahrzehnter langer intensiver Forschung sind weiterhin viele Fragen über das Verhalten der Cascadia seismogenen Zone vor Vancouver Island offen und wichtige Details über die tektonische Struktur entlang der Deformationsfront sind noch nicht erforscht. Der Schwerpunkt von SO294 liegt auf der Bestimmung der Abgrenzung der seismogenen Zone, vor allem dem seewärts gelegenen Limit. Hierzu werden seismische Daten zusammen mit bathymetrischen benutzt, um die Deformationsstruktur und Fragmentierung der Deformationsfront zu kartieren. Thermische Daten werden mit seismischen Methoden kombiniert, um die Temperatur an der Plattengrenze und damit verbundene Entwässerungsprozesse zu bestimmen. Magnetotellurische Daten entlang eines ca. 230 km langen amphibischen Profils werden erfasst, um die Tiefengrenze dieser Störungsfläche und Fluidansammlungen am unteren Limit der seismogene Zone zu bestimmen. Alle diese Daten werden zur Antwort der Frage beitragen, ob während vorhergehender Beben die seismogene Zone bis zum Fuß des Akkretionskeils gebrochen ist. Damit wären Geogefahren von solchen Subduktionsbeben vor Cascadia besser einzugrenzen, und zusätzlich eine bessere Abschätzung der Tsunami-Gefahr möglich. Die Arbeiten basieren auf intensiver Kollaboration mit dem Geological Survey of Canada, der Universität Alberta, der Japan Agency of Marine-Earth Science & Technology (JAMSTEC), Kobe University, University of Tokyo, und Ocean Networks Canada (ONC).

Am 13. September begann früh morgens um 02:00 Uhr dann die Ausfahrt mit dem Auslaufen der SONNE aus dem Hafen Vancouver, was eine herrliche Aussicht zur Skyline von Vancouver bei Nacht ermöglichte (Abbildung 1).



Abbildung 1a: Skyline von Vancouver bei Nacht (Fotoquelle: Michael Riedel, GEOMAR)

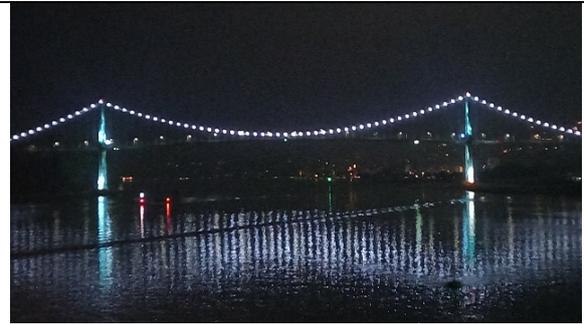
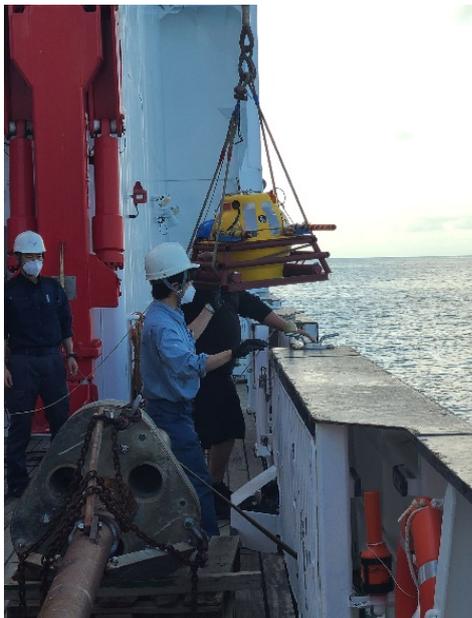


Abbildung 1b: Lions-Gate Brücke bei Nacht (Fotoquelle: Michael Riedel, GEOMAR)

Nach passieren der Lotsenstation vor Victoria um ca. 09:00 vormittags erfolgte die Fahrt durch die Juan de Fuca Straße weiter westwärts zum Arbeitsgebiet. Bei einer schönen Aussicht auf die nahegelegene Küste wurden auch die wichtigen Manöver zur Schiffssicherheit durchgeführt damit alle an Bord wissen, wie man sich im Ernstfall zu verhalten hat, und zu welchem Rettungsboot man sich begeben muss, falls dies nötig sein sollte.

Danach begaben wir uns unverzüglich zum ersten Einsatzpunkt ca. 120 km westlich von Vancouver Island bei einer Wassertiefe von knapp 2600 m. Hier wurden alle akustischen Auslöser für unsere verschiedenen Ozeanbodengeräte auf ihre Funktionalität und Drucklast hin getestet und ein Schallprofil der Wassersäule vermessen. Im Anschluss daran, begannen wir mit dem Aussetzen von Ozeanboden-Seismometern



(OBS, Abbildung 2), Ozeanboden-Drucksensoren (OBP), und Ozeanboden- Magnetotellurik (OBMT) Stationen. Nach dem Aussetzen von vier OBS, drei OBPs, und acht OBMT Geräten haben wir unser Programm zum Aussetzen der Langzeit-Stationen um ca. 05:30 Uhr am Donnerstag, 15. September, unterbrochen. In Vorbereitung späterer Geräte-Einsätze haben wir aber noch den Meeresboden entlang des geplanten MT-Profiles mit dem Fächerlot kartiert.

Abbildung 2: Aussetzen eines JAMSTEC- OBS (Fotoquelle: Sarah-Marie Kröger, GEOMAR).

Im Anschluss daran haben wir uns auf den Transit in Richtung Vancouver begeben, wo wir benötigte Ersatzteile und wissenschaftliche Geräte abholen konnten, welche während des ersten Hafenaufenthaltes nicht geliefert wurden. Während des Transits hatten wir dann die einmalige Gelegenheit die Schönheit der Küstenregion vor Vancouver Island mit ihrem Reichtum an Walen und anderen Meeressäu-

gern zu genießen. Sehr zur Freude aller, aber besonders für unsere Walbeobachter*innen an Bord, kreuzten wir durch ein Gebiet in dem sich 25 Orcas und 5 Buckelwale aufhielten (Abbildung 3).



Abbildung 3: Orcas vor Vancouver Island (Fotoquelle: Bruce Mactavish, LGL).

Zusätzlich wurde die Infrarot-Kamera genutzt um ihren Einsatz zur Früherkennung von Walen zu testen (Abbildung 4).

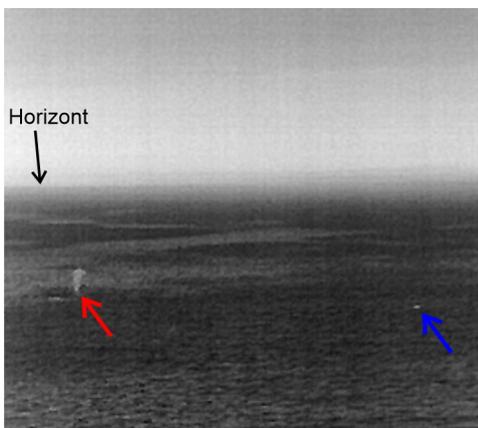


Abbildung 4: Infrarot-Aufnahme der ausgeatmeten Atemluft (Blas) eines Wales (roter Pfeil). Ein Wasservogel (unbekannte Art) ist ebenfalls als kleine IR Anomalie deutlich zu sehen (blauer Pfeil), Wassermassen mit unterschiedlicher Temperatur und Rauigkeit sind in verschiedenen Graustufen gut zu erkennen. (Fotoquelle: Mtoyon Research Corporation).

Am frühen Nachmittag des 16. September waren wir dann auf Reede im Hafen von Vancouver angekommen und alle benötigten Arbeiten wurden

erfolgreich um 21:00 Uhr beendet. Der Anker wurde gelichtet, und wir fuhren zurück durch die Georgia Straße in Richtung Lotsen-Station vor Victoria. Nach Absetzen des Lotsen um ca. 03:00 Uhr am Samstag morgen (17. September) fuhren wir die Juan-de-Fuca-Straße wieder hinaus in Richtung offener Ozean.

Am Ausgang der Juan-de-Fuca Straße befindet sich ein erst im April diesen Jahres entdecktes Feld mit natürlichen Gasaustritten am Meeresboden. Kollegen des Geological Survey of Canada (GSC) und Fisheries and Ocean Canada (DFO) hatten uns im Vorfeld gebeten dieses Gebiet (auch Swiftsure Bank genannt) mit unseren Fächerloten zu kartieren und die Gasaustrittsstellen zu verifizieren. Dazu haben wir eine Sonderforschungsgenehmigung der kanadischen Regierung erhalten, und können dieses Gebiet bei Tageslicht und gleichzeitigem Einsatz des passiven akustischem monitoring (PAM) System kartieren. Um ca. 13 Uhr haben wir mit dem Aussetzen des PAM begonnen. Schon davor haben die Walbeobachter*Innen das Gebiet gründlich nach potentiell vorhandenen Walen abgesucht. Unsere Kartierung begann dann um 13:40 Uhr und wurde um 19:30 Uhr mit einsetzender Dunkelheit erfolgreich beendet. Der Einsatz des PAM war eine gelungene Generalprobe zum Einsatz für die noch kommenden seismischen Arbeiten. Im kartierten Gebiet der Swiftsure Bank wurden mehr als 30 individuelle Gasaustrittsstellen gefunden (Abbildung 5), müssen aber im Detail noch durch weitere Datenbearbeitung verifiziert werden. Im Anschluss an die Kartierung haben wir ein aktuelles Wasserschall-Profil aufgezeichnet, um die bathymetrischen- und Wassersäulendaten zu prozessieren. Erste Ergebnisse zeigen ein spektakuläre Topographie mit stark zerklüfteten Meeresboden (Abbildung 6).

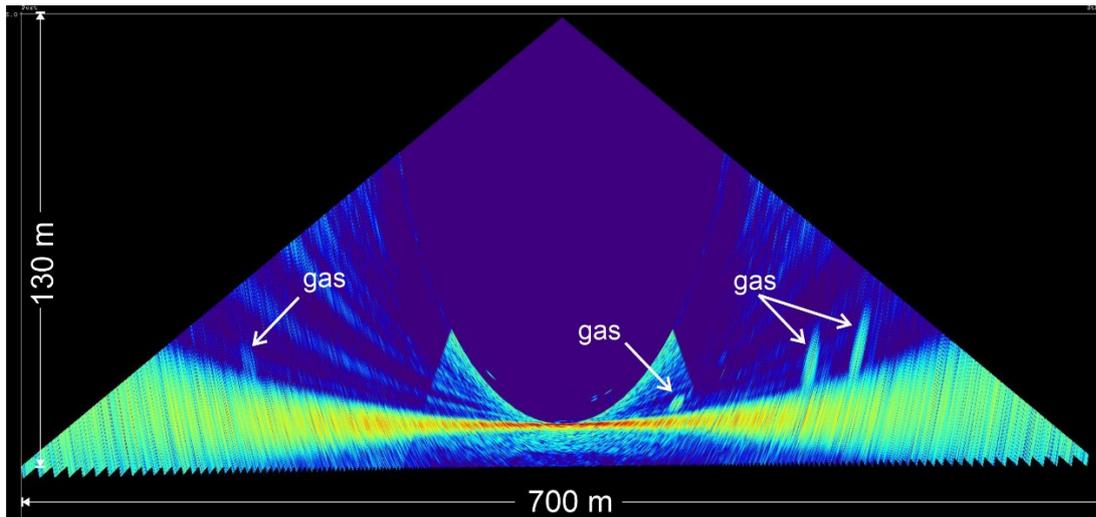


Abbildung 5: Akustische Aufnahme der Wassersäule bei der Swiftsure Bank (EM710) mit vier Gasaustrittsstellen (Fotoquelle: Ingo Klaucke GEOMAR, Jessie Kehew, Universität Ottawa).

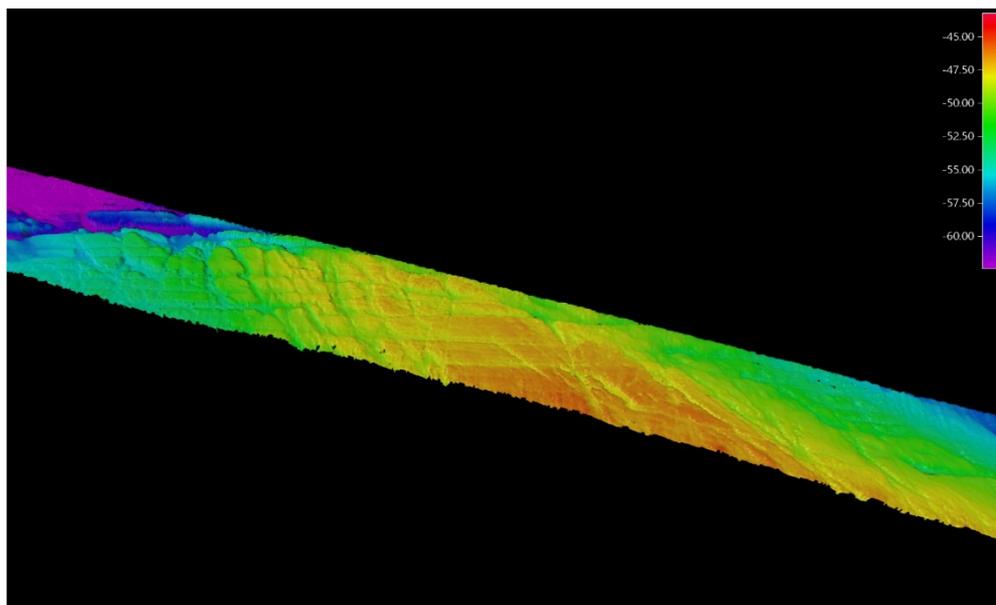


Abbildung 5: Aufnahme der Meeresbodentopographie über einem Teil der Swiftsure Bank mit stark zerklüftetem Meeresboden (Fotoquelle: Karen Douglas, GSC).

Kurz nach Mitternacht (Sonntag, 18. September) waren wir dann auf Position ca. 6 Seemeilen vor Tofino, und haben mit dem Aussetzen der verbleibenden 10 OBMT Geräte begonnen. Das Profil mit den OBMT-Geräten ist die see-seitige Komponente einer Gesamtauslage, die sich über eine Länge von 230 km vom seewärts gelegenen Kontinentalrand über Vancouver Island, Texada Island, bis ca. 16 km östlich von Powell River auf das Festland erstreckt. Der Teil der Auslage an Land wurde von Wissenschaftler:innen der Universität Alberta in Edmonton aus der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Martyn Unsworth im August diesen Jahres durchgeführt. Alle Daten werden dann nach Abschluss der Ausfahrt CLOCKS zusammen ausgewertet.

Nach dem Aussetzen der OBMT Geräte haben wir die verbliebenen OBS und Drucksensoren unserer japanischen Kollaborationspartner ausgesetzt, und zusätzlich sechs Breitbandseismometer vom GEOMAR in einer sternförmigen Auslage ausgebracht. Diese besondere Auslage, in Kombination mit den neun JAMSTEC OBS, erlaubt die Anwendung spezieller Auswerteverfahren zur Erdbebenanalyse. Damit ist ein Großteil der Aufgaben von CLOCKS zum Erdbeben-Monitoring und der MT-Datenaufzeichnung innerhalb der ersten Woche auf See erfolgreich abgeschlossen worden.

Zur Freude aller konnten wir am Sonntag morgen die strikten Corona Regeln lockern und die Maskenpflicht entfällt vorerst, da 5 Tage lang jede Person an Bord einen negativen Corona Test vorweisen konnte.

Alle an Bord sind wohlauf und senden Grüße nach Hause.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Michael Riedel". The script is cursive and somewhat stylized.

Michael Riedel (im Namen aller Wissenschaftler*innen der Expedition CLOCKS)

(GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel)