

FS SONNE SO294 – CLOCKS

*Der nördliche Cascadia Kontinentalrand:
Ausdehnung der Bruchzone von Subduktions-
Erdbeben, und Deformation des Akkretionskeils*

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

4. Wochenbericht (03. - 09.10.2022)



Zu Beginn der vierten Woche auf See haben wir die letzten seismischen Profile im Winona Becken aufgezeichnet und die seismischen Messungen erfolgreich am Montag, den 3. Oktober beendet. Insgesamt haben wir somit etwa 300 km an Refraktions-Seismik-Daten mit dem großen Schallquellen-Array eingefahren und dazu ca. 700 km mit der kleineren Schallquelle. Gleichzeitig zu den seismischen Messungen haben wir Sedimentecholot- (PARASOUND) und Fächerlot-Daten aufgezeichnet. Die Datenqualität ist im allgemeinen exzellent, und trotz einiger Unterbrechungen wegen Sichtungen von Walen und anderen marinen Meeressäugern haben wir einen kompletten Satz an Daten zur Auswertung gesammelt. Die Eindringung der kleinen Schallquelle (mit 355 in³, also ca. 6 L) war erstaunlich gut und lag zum Teil bei 1,8 Sekunden, was ungefähr einer Tiefe von 1,5 km entspricht. Die seismischen Daten zeigen überraschend klare Störungssysteme (Abbildung 1), welche dann zusammen mit der Bathymetrie (Abbildung 2) für eine tektonische Interpretation genutzt werden.

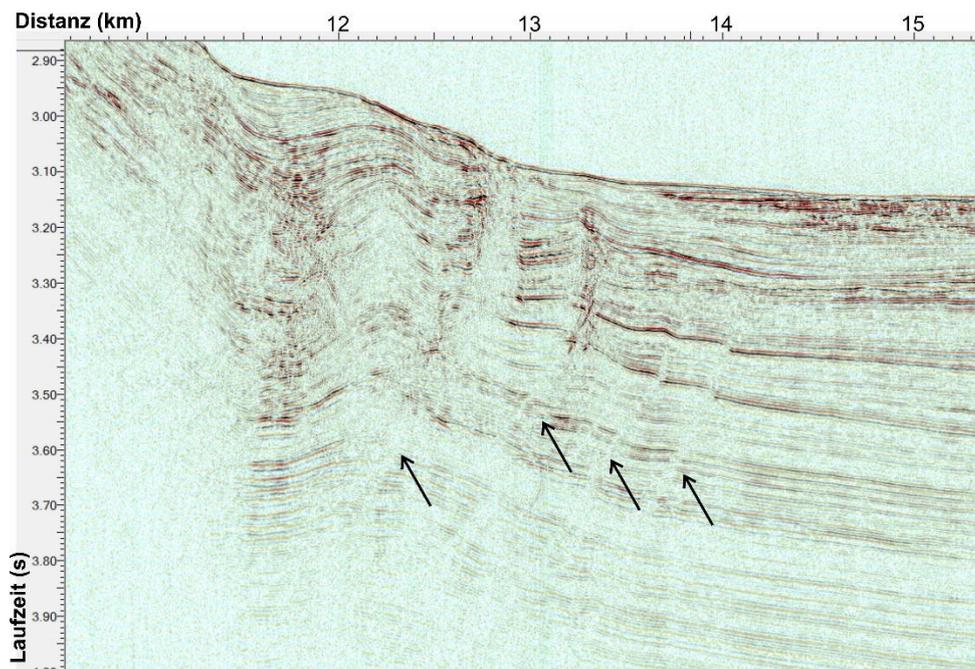


Abbildung 1: Beispiel von komplexen Störungssystemen (Pfeile zeigen listrische Verwerfungen) im Winona Becken (Daten-Prozessing: Elisa Klein).

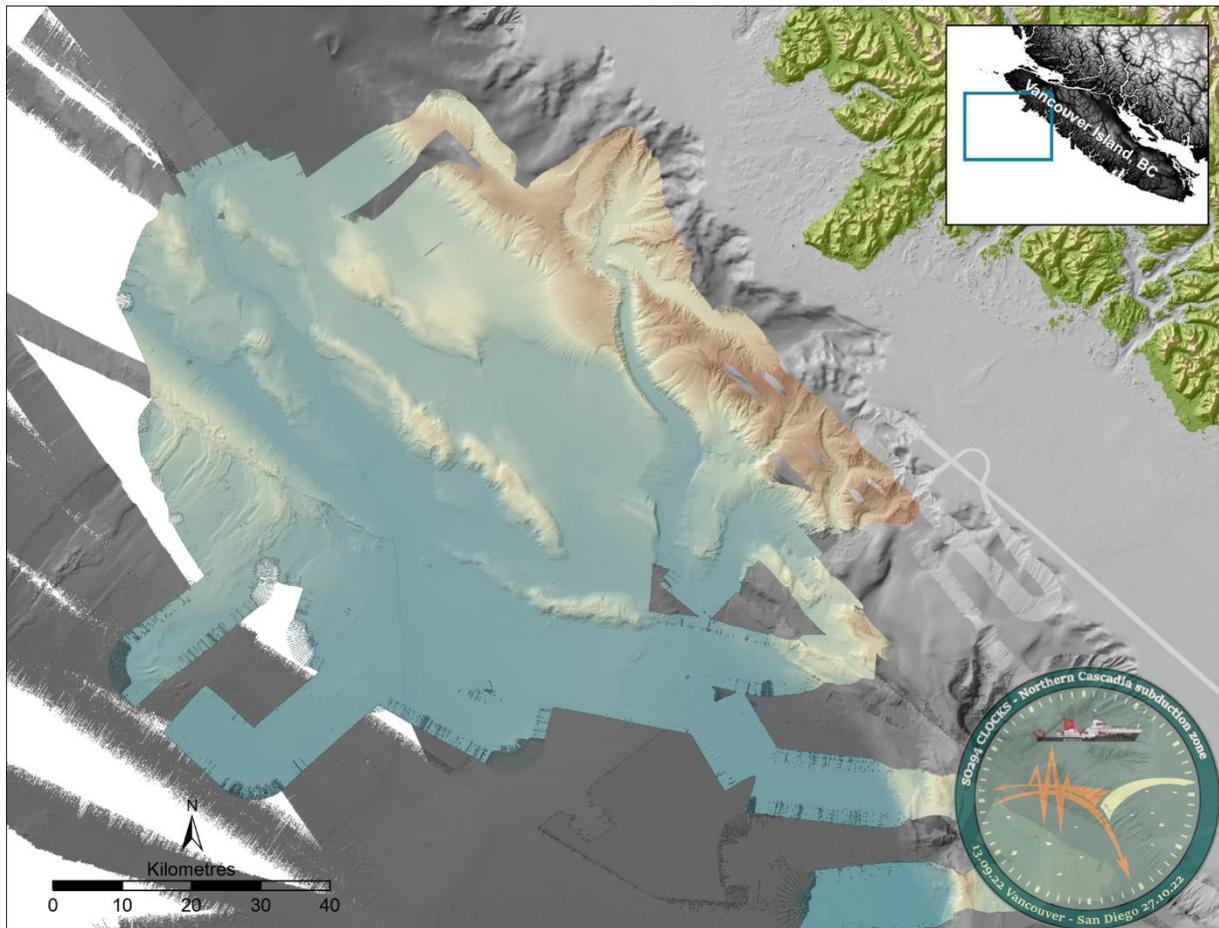


Figure 2: Multibeam-Bathymetrie auf der Explorer Platte von SO294 in Farbe. Der Hintergrund enthält Daten von Kung (2021) und GMRT (Ryan et al., 2009) in grau.

Zitate: Kung, R. 2021. "Canada's west coast: a digital elevation model with seamless transitions between marine and coastal terrestrial environments". Natural Resources Canada. <https://open.canada.ca/data/en/dataset/e6e11b99-f0cc-44f7-f5eb-3b995fb1637e> [Accessed online 2022-10-09].

Ryan, W.B.F., S.M. Carbotte, J.O. Coplan, S. O'Hara, A. Melkonian, R. Arko, R.A. Weissel, V. Ferrini, A. Goodwillie, F. Nitsche, J. Bonczkowski, and R. Zemsky (2009), Global Multi-Resolution Topography synthesis, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 10, Q03014, doi: 10.1029/2008GC002332

Während unserer Kartierungen und akustischen Messungen zeichnen wir auch die Wassersäulendaten der Fächerecholote auf. Damit können wir natürliche Flüssigkeits- und Gasaustritte auf dem Meeresboden, sogenannte Gasfahnen, aufspüren. Diese Gasfahnen werden durch akustische Rückstreuung von aufsteigenden Gasblasen verursacht. Bis jetzt haben wir 20 solcher Gasfahnen (Abbildung 3) im nordöstlichen Abschnitt des Winona-Beckens in Wassertiefen von 1.660 m bis 480 m identifiziert.

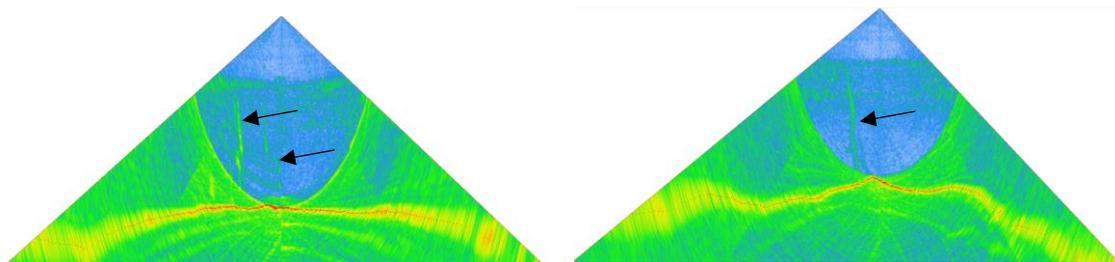


Abbildung 3: Beispiel von zwei akustischen Aufnahmen von Gasfahnen (schwarze Pfeile) mit dem EM122 Fächerlot am nordöstlichen Teil des Arbeitsgebietes im Winona Becken (Bild: Jessie Kehew).

Trotz widriger Wind- und Wellenverhältnisse (Windstärke fast durchgehend 6-7 in dieser Woche) haben wir innerhalb von knapp 2 Tagen unsere 20 Ozeanbodenseismometer (OBS) geborgen und die Daten erfolgreich gesichert.

Danach wurde der Rest der Woche damit verbracht, abwechselnd mit der Wärmestromsonde (Abbildung 4) und dem Schwerelot zu arbeiten. Die Wärmestromsonde wurde bisher nicht während SO294 eingesetzt. Das Prinzip der Wärmestrommessungen ist relativ einfach: Die ~1,5 Tonnen schwere Sonde besteht aus einem Kopfgewicht, das die gesamte Elektronik enthält, und einem 6 m langen Stahlstab, an dem eine Messstange mit 22 einzelnen Wärmesensoren befestigt ist (Abbildung 4). Die Sonde wird vom Schiff aus mit einer Seilwinde auf den Meeresboden herabgelassen und dringt durch ihr Eigengewicht in das Sediment ein.



Abbildung 4: Aussetzen der Wärmestromlanze (Foto: Sarah-Marie Kröger).

Nach dem Eindringen führt die Reibungswärme zu einem Temperaturanstieg entlang der Messstange (Abbildung 5). Die Temperaturanpassung nach dem vollständigen Eindringen der Sonde in den Untergrund erlaubt eine Schätzung der Temperatur im Meeresboden und damit des Temperaturgradienten im Untergrund. Nach einer 7-8 Minuten langen Wartezeit zur Anpassung der Sensoren an die herrschende Umgebungstemperatur im Untergrund, wird ein kontrollierter kurzer Wärmepuls abgegeben und der Abfall dieses Temperaturimpulses wird gemessen, um die Wärmeleitfähigkeit der Sedimente zu berechnen (Abbildung 6). Zusammen mit dem Temperaturgradienten wird daraus dann der Wärmefluss bestimmt.

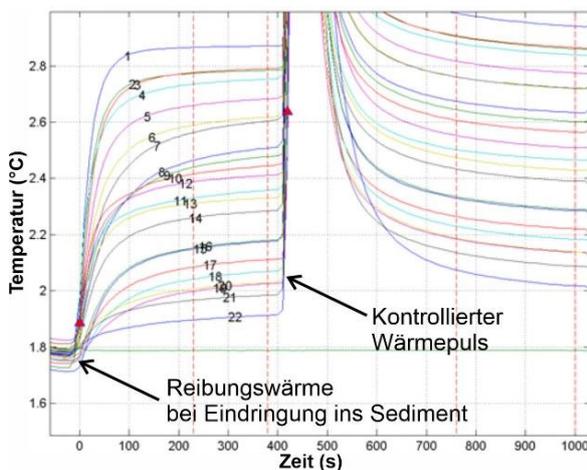


Abbildung 5: Temperaturverlauf während der Wärmestrommessung an Station P1_T01 (Standort siehe Abbildung 7). Auf die Reibungserwärmung folgt die Anpassung der Sedimente an die Temperatur im Untergrund, und der Temperaturabfall nach einem kontrollierten Wärmepuls zeigt die Wärmeleitfähigkeit der Sedimente an.

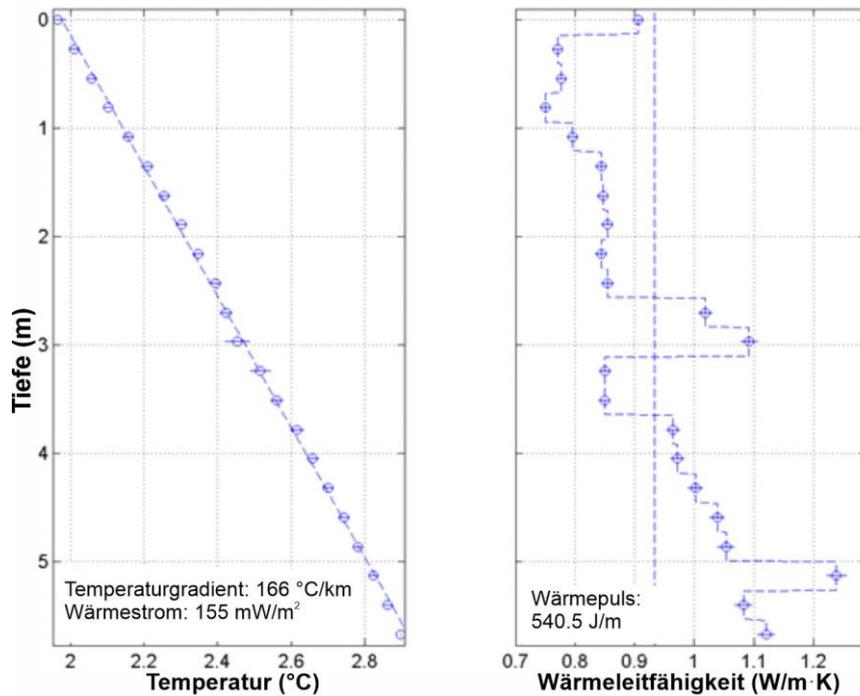


Abbildung 6: Links: Temperatur-Tiefen-Profil bei Station P1_T01 mit berechnetem thermischen Gradienten (~166°C/km). Rechts: Tiefenprofil der Wärmeleitfähigkeit des Sedimentes. Zusammen ergibt sich ein Wärmestrom von 155 mW/m².

Insgesamt haben wir entlang der beiden Refraktions-Profile 30 Wärmestrom-Messungen durchgeführt (Abbildung 7). Die Messungen waren fast alle erfolgreich, allerdings war es schwierig in das Sediment auf den Rücken-Strukturen einzudringen. Die Lanze konnte dort nicht tief genug in den Untergrund eindringen, so dass keine Daten zum Wärmestrom an diesen Stationen verfügbar sind. Allerdings ist dies kein Problem für die Gesamt-Auswertung der Daten, da wir über diesen Rückenstrukturen in der Seismik den Bottom-Simulating-Reflektor („BSR“) identifizieren konnten, welcher die Untergrenze der Gashydratschicht markiert, und somit einer Isotherme gleich kommt, und somit indirekt Hinweise zum Wärmefluss liefert.

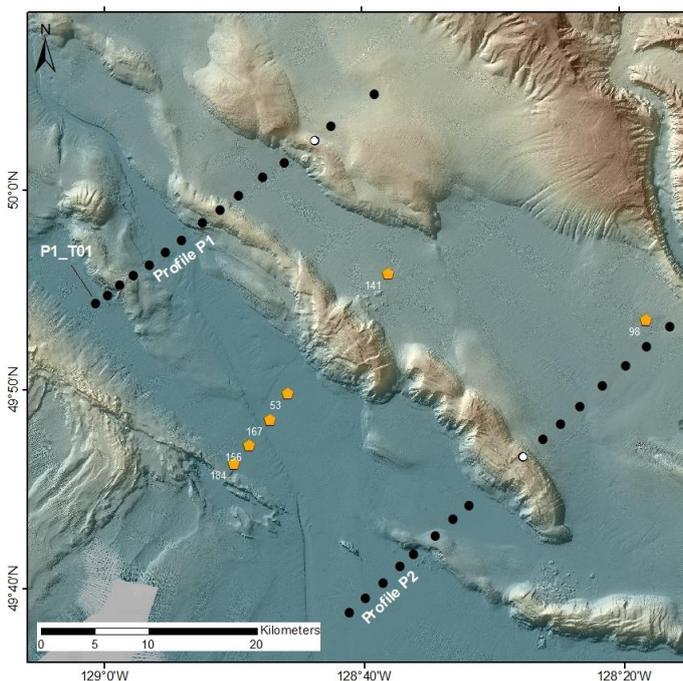


Abbildung 7: Karte der Stationen mit Wärmestromlanzen im Winona Becken (schwarze Punkte). Weiße Punkte markieren die Stationen ohne Eindringung der Lanze. Zum Vergleich sind Daten aus der internationalen Wärmestrom-Datenbank (<http://ihfc-iugg.org/products/global-heat-flow-database>) mit geothermischen Gradienten angegeben (orangene Symbole).

Mit insgesamt 12 Sedimentkernen an 5 Hangrutschungen (Abbildung 8) haben wir am Sonntag, den 9. Oktober, auch das Kernprogramm im Winona Becken abgeschlossen. Die Sedimentkerne wurden für Porenwasser-Analysen mit Rhiszonen beprobt und die Proben an Bord für spätere Messungen im Labor am GEOMAR gesichert, und lagern jetzt bis zum Weitertransport nach Kiel in Kühl- und Gefrierschränken an Bord.

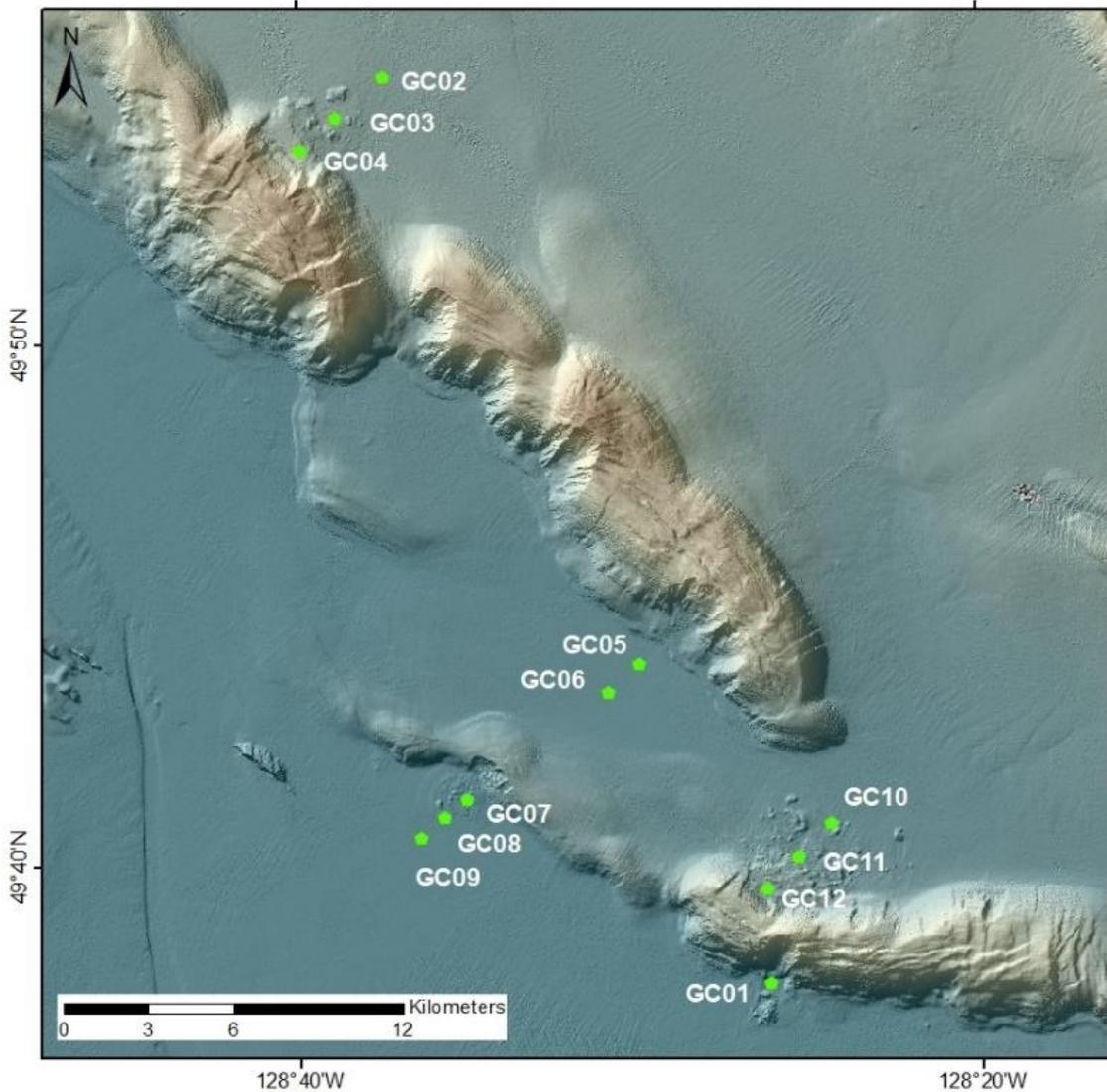


Abbildung 8: Karte mit Schwerelotstationen an Hangrutschungen im Winona Becken.

Alle an Bord sind wohlauf und senden Grüße nach Hause.

Michael Riedel

Michael Riedel (im Namen aller Wissenschaftler*innen der Expedition CLOCKS)
(GEOMAR Helmholtz Center for Ocean Research Kiel)