

GEOTRACES SO289

FS SONNE

SO289 South Pacific GEOTRACES

18. Februar – 8. April 2022

Valparaiso (Chile) - Nouméa (Neukaledonien)

5. Wochenbericht

(21.03. - 27.03.2022)



Beobachtungen des pH-Werts und des pCO₂-Werts des Oberflächenozeans sowie der (Mikro-)Nährstoffkontrolle der Ozeanproduktivität im Südpazifik

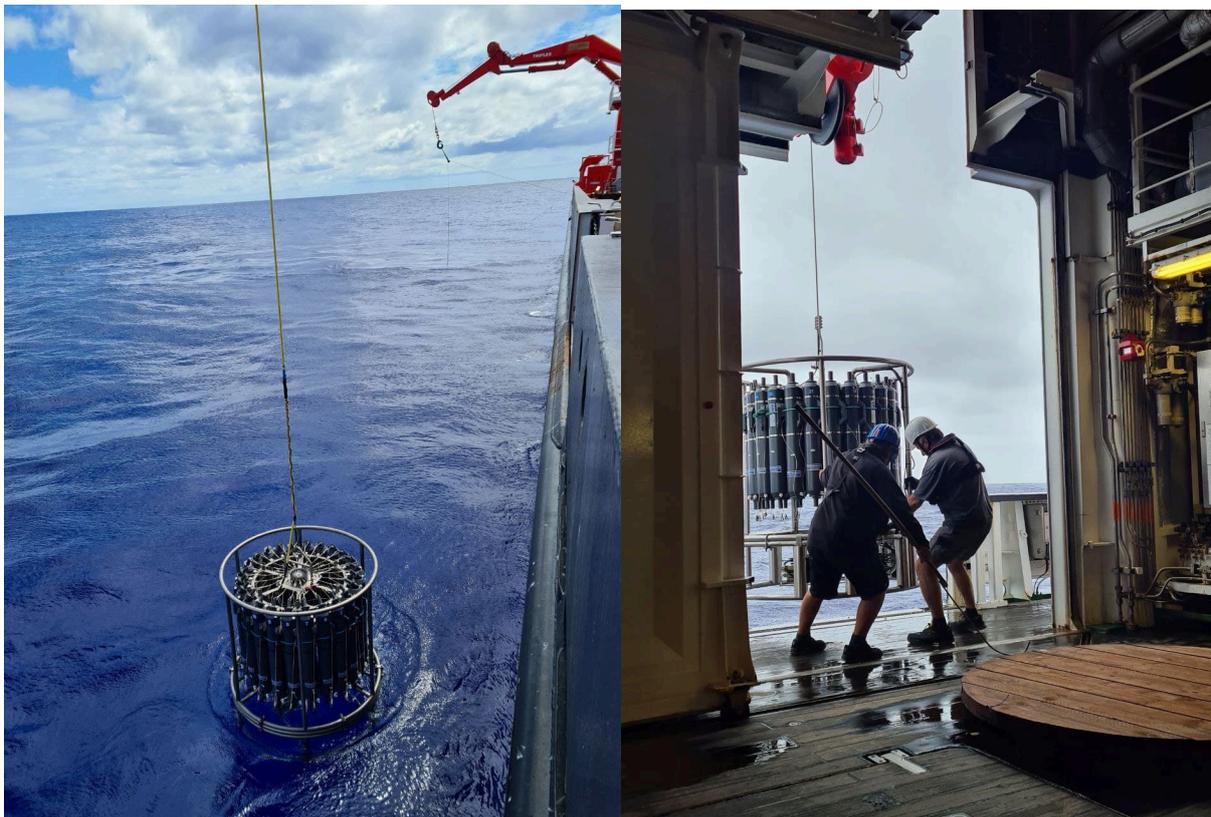


Abbildung 1: CTD-Einsätze auf der Sonne. Fotos von Juliane Tammen

Fortschritte: Nach Abgabe einer erkrankten Person in Tahiti haben wir die letzten Tage erfolgreich hinter uns gebracht. Wir haben am Mittwochmorgen (23. März) kurz vor der EEZ von Französisch-Polynesien wieder mit der Beprobung begonnen und konnten tägliche Stationsbesetzungen mit CTD-Einsätzen und In-situ-Pumpeinsätzen durchführen. Um die Schiffszeit auf dem Weg nach Nouméa zu optimieren, haben wir uns für einen nördlicheren Kurs auf 26°10 S Breite entschieden (statt 32°30S). Auf diese Weise können wir den kürzesten Transekt nach Neukaledonien nutzen und vermeiden außerdem die Einfahrt in die EEZ

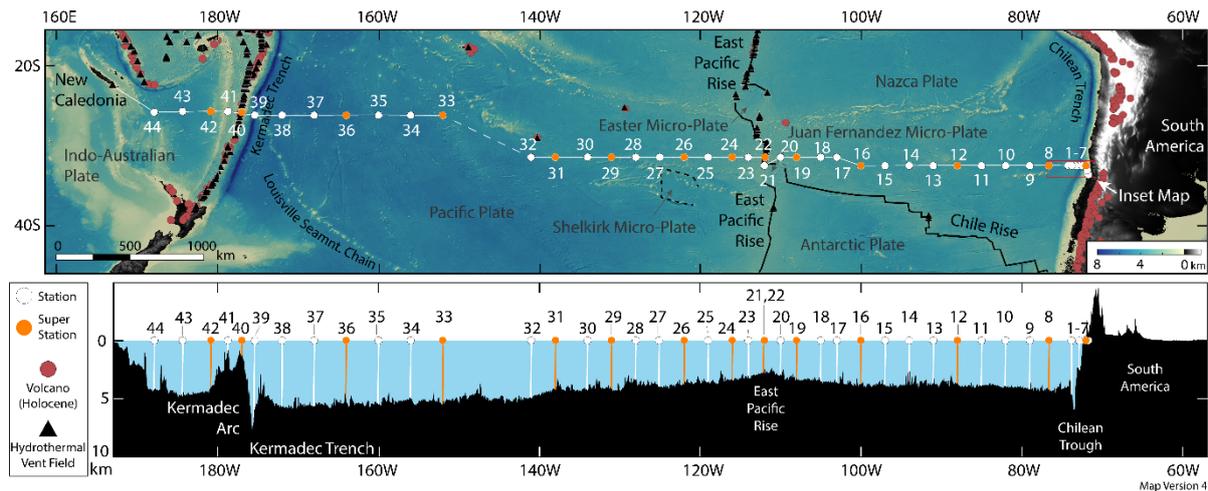


Abbildung 2: Stationsplan für SO289. Wir nähern uns derzeit der Station 37. Karte von Chris Galley.

Neuseelands. Das Wetter war wechselhaft mit Windstärken bis zu 6-7 Beaufort und sogar 10 Beaufort beim Überqueren einer Front, was uns aber nicht daran hinderte, an den Stationen zu arbeiten. Wir sind derzeit auf dem Weg zum Kermadec-Tief und den damit verbundenen hydrothermalen Systemen.

pH- und pCO₂-Beobachtungen an der Meeresoberfläche: Der Südpazifik wird von einem großen ultra-oligotrophen Wirbel beherrscht. Große Teile der subtropischen Gewässer des Südpazifiks gelten als Netto-CO₂-Senke, die in erster Linie durch die Löslichkeitspumpe funktioniert, aber es gibt nur wenige Daten, die dies bestätigen. Der anthropogene Kohlenstoff im Südpazifik kommt überwiegend im Oberflächen- und Intermediate wasser des äquatorwärts fließenden Antarktischen Intermediate wassers (AAIW) vor. Die östliche Grenzregion ist durch den Auftrieb von CO₂-reichem Tiefenwasser gekennzeichnet.

Wir sammeln Proben in der Wassersäule von der Oberfläche bis zum Meeresboden, um an Land den gelösten anorganischen Kohlenstoff und die Alkalität zu analysieren; diese Messungen werden von Louise Delaigue vom Netherlands Institute for Sea Research durchgeführt. Louise Delaigue führt auch automatische pH-Messungen an der Meeresoberfläche mit einem Optoden-Elektrodensystem durch. Darüber hinaus führt der

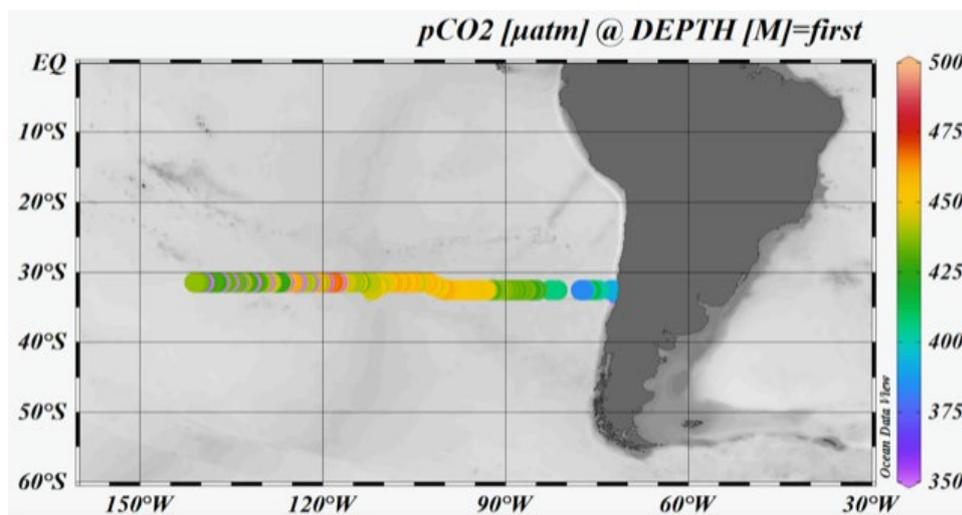


Abbildung 3: pCO₂-Trend im Oberflächenozean entlang unserer Fahrtroute. Abbildung von Li Qiu.

GEOMAR/Xiamen-Doktorand Li Qiu kontinuierliche Messungen von pCO₂ und pH an der Meeresoberfläche durch. Die Messungen werden in der Wasser-Versorgung des Schiffes durchgeführt, das Wasser aus einer Tiefe von 6,5 m entnimmt. Die pCO₂-Messungen werden jede Minute durchgeführt, und der Sensor basiert auf der Infrarot-Detektion von CO₂ nach der Membran-Equilibrierung (Contros HydroC Sensor). Der pH-Sensor misst den Gesamt-pH-Wert mit einem spektrophotometrischen Verfahren mit Meta-Kresolpurpur als pH-Farbstoff. Das Gerät (Sunburst SAMI pH) führt alle 15 Minuten eine Messung entlang des Transekts durch.

Die pCO₂-Daten (Abb. 3) zeigen Werte unterhalb des derzeitigen atmosphärischen pCO₂ (ca. 419 ppm) in der Nähe der chilenischen Küste als Ergebnis einer erhöhten Primärproduktivität in der nährstoffreichen Auftriebsregion (siehe Abb. 5). Das verstärkte Phytoplanktonwachstum

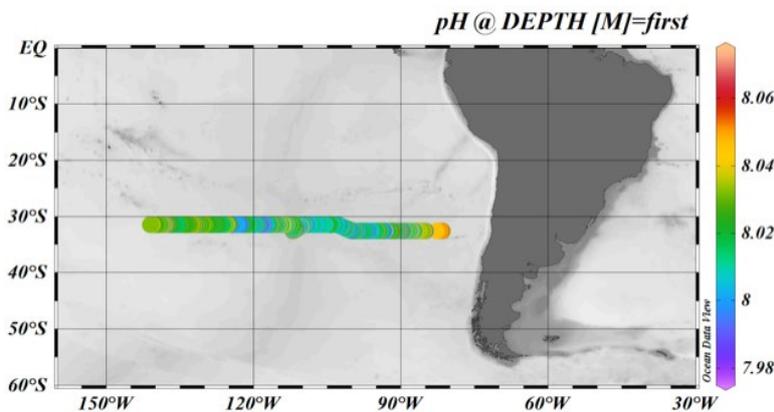


Abbildung 4: Entwicklung des pH-Werts an der Meeresoberfläche entlang unseres Fahrtroutenverlaufs. Abbildung von Li Qiu.

in diesen Gewässern nimmt CO₂ auf und beseitigt so den hohen CO₂-Gehalt in den Auftriebsgewässern und macht die Küstengewässer zu einer CO₂-Senke. Entlang unseres Transekts weg von der chilenischen Küste nahm der pCO₂-Wert allmählich ab, während die Gewässer aufgrund der geringeren Nährstoffzufuhr weniger produktiv wurden. Infolgedessen wurden die Gewässer zu einer CO₂-Quelle mit einem pCO₂-Wert von über 450 µatm im subtropischen Wirbel. Jetzt

bewegen wir uns allmählich aus den ultra-oligotrophen Gewässern in Richtung Neuseeland heraus, und die Produktivität scheint zuzunehmen und der pCO₂ auf atmosphärische pCO₂-Werte und darunter zu sinken.

Der beobachtete pH-Trend spiegelt den pCO₂-Trend wider. (Abb. 4) Der pH-Wert ist in Richtung der chilenischen Küste am höchsten (pH 8,04-8,06) und sinkt im Zentrum des subtropischen Wirbels auf 8,0 und darunter. Nun bewegen wir uns auf etwas produktivere Gewässer zu, und der pH-Wert steigt aufgrund der CO₂-Aufnahme durch das Phytoplankton und eines damit verbundenen Anstiegs des pH-Werts auf pH 8,03.

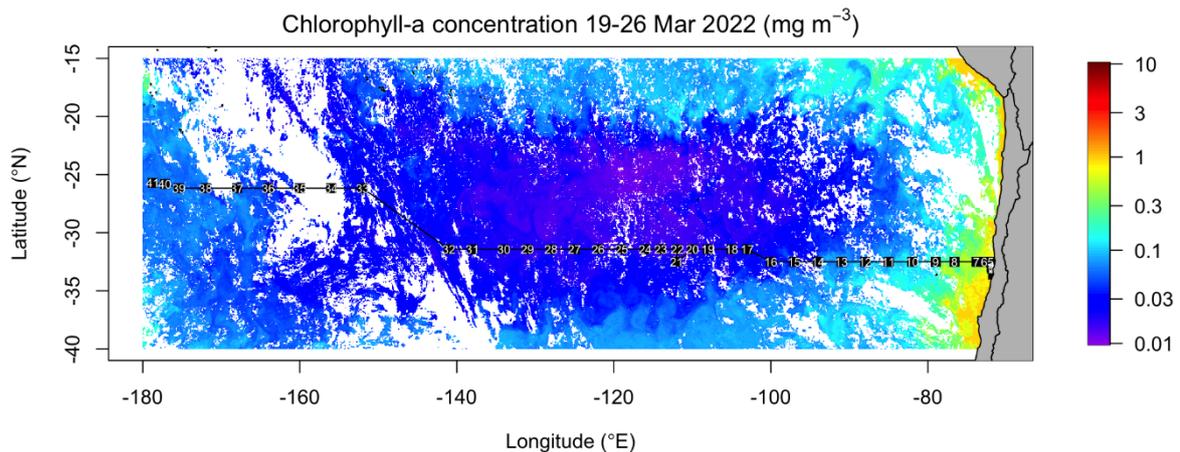
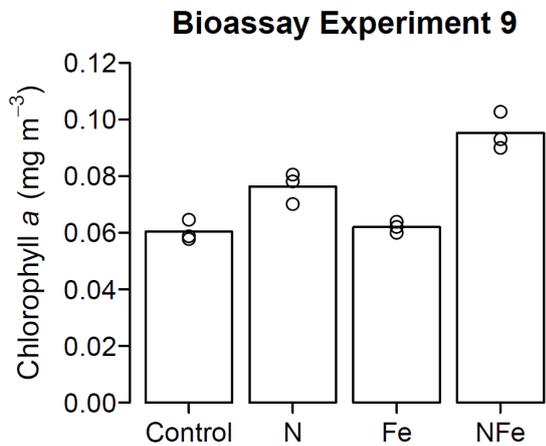


Abbildung 5. Satellitenbeobachtung der Chlorophyllkonzentration an der Meeresoberfläche in den letzten Tagen mit Einblendung der Stationen und der Fahrtroute. Das Bild zeigt die extrem niedrigen Chlorophyllkonzentrationen im Zentrum des subtropischen Wirbels. NASA MODIS Bild, aufgenommen von Tom Browning.

Controllen auf die Produktivität der Ozeane an der Oberfläche: Die Untersuchungsregion ist im Hinblick auf die Nährstoffbegrenzung fast völlig unerforscht; so fehlen beispielsweise die grundlegenden experimentellen Daten, um eine Begrenzung durch Stickstoff (N), Phosphor (P), Eisen (Fe) oder andere wichtige Mikronährstoffe nachzuweisen. Einige Vorhersagen erster Ordnung können anhand der verfügbaren Verteilungen von Nitrat und Phosphat aus dem World Ocean Atlas gemacht werden. Die Berechnung des relativen biologischen Überschusses von P gegenüber N ($P^* = [P] - [N]/16$) zeigt allgemein positive Werte auf dem gesamten Transekt, was darauf hindeutet, dass P wahrscheinlich deutlich "weniger limitierend" ist als N; im zentralen Teil des Transekts sind jedoch P^* -Werte zu beobachten, die auf $<0,05 \mu\text{M}$ abfallen - Konzentrationen, die sich im tropischen Nordatlantik als seriell limitierend (d. h. annähernd ko-limitierend) erwiesen haben. Der östliche Teil des Transekts verläuft durch Regionen mit $>0,1 \mu\text{M}$ Nitrat, und das Vorhandensein von Rest-N deutet auf eine (Co-)Limitierung durch einen anderen Nährstoff hin, und angesichts des P-Überschusses deutet dies stark auf einen Fe-Mangel hin. Die niedrigen N-, P- und Fe-Werte sind das Ergebnis einer geringen Zufuhr aus unterirdischen und atmosphärischen Quellen.

Unser Team unter der Leitung von Tom Browning, zu dem auch Zhongwei Yuan, Haoran Liu, Juliane Tammen und Zouzhou Wen gehören, untersucht die (Mikro-)Nährstoffkontrollen auf die Produktivität des Phytoplanktons. Das Team sammelt Oberflächenwasser und inkubiert das Wasser 48 Stunden lang an Deck unter kontrollierten Licht- und Temperaturbedingungen, nachdem es N, P, Fe und Kombinationen davon zugegeben hat.

Nach der Inkubationszeit werden verschiedene Variablen, darunter Chlorophyll a, gemessen. Abbildung 6 zeigt die Ergebnisse eines Inkubationsexperiments, das die Veränderungen in der Chlorophyll-a-Biomasse, einem Pigment, das in allen Phytoplanktonarten vorkommt, als Reaktion auf die Zufuhr von N, Fe oder einer Kombination aus Stickstoff und Eisen (N+Fe) nach 48 Stunden anzeigt. Das Experiment wird mit Oberflächenwasserproben durchgeführt, die im Zentrum des subtropischen Wirbels



gesammelt wurden. Die stärkste Reaktion ist bei der Zufuhr von N+Fe zu beobachten, was darauf hindeutet, dass sich diese beiden Nährstoffe einem Niveau nähern, das niedrig genug ist, um das Wachstum des Phytoplanktons zu begrenzen.

Abbildung 6. Veränderungen der Chlorophyll-a-Biomasse, ein Pigment, das in allen Phytoplanktonarten vorkommt, als Reaktion auf die Zufuhr von Stickstoff (N), Eisen (Fe) oder Stickstoff und Eisen zusammen (N+Fe) nach 48 Stunden. Das Experiment wird mit Oberflächenwasserproben durchgeführt, die im Zentrum des subtropischen Wirbels gesammelt wurden. Die stärkste Reaktion ist bei der Zufuhr von N+Fe zu beobachten, was darauf hindeutet, dass sich diese beiden Nährstoffe einem Niveau nähern, das niedrig genug ist, um das Phytoplanktonwachstum zu begrenzen.

RV Sonne auf See 26°10 S/167°5W

Eric Achterberg
 GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel/Universität Kiel

Sie können unseren Ozean-Blog unter <https://www.oceanblogs.org/geotraces/> folgen. Und Sie können uns auf Twitter folgen: Twitter @WCBGC_Geomar