

Plio/Pleistozäne Temperatur- und Salinitätsänderungen zwischen Oberflächenozean und Zwischenwasser im SE-Pazifik – Hinweise zum Wechsel von „permanenten El Niño“ zu modernen „La Niña – ähnlichen“ Bedingungen

David-Willem Poggemann¹, Dirk Nürnberg¹, Ralf Tiedemann², Thomas Ronge²

¹GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

²Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

Mit hohen atmosphärischen CO₂-Konzentrationen und den erhöhten globalen Temperaturen dient das Pliozän vielfach als Analog-Szenario für die prognostizierte zukünftige globale Klimaentwicklung. Die Theorie eines Wechsels von „permanenten El Niño – ähnlichen“ Bedingungen im Pliozän zu einem modernen „La Niña – ähnlichem“ Zustand mit vereister Nordhemisphäre bleibt jedoch weiterhin umstritten. In dieser Arbeit werden die ersten Temperatur- und Salinitäts-Rekonstruktionen zwischen Oberflächenwasser und intermediärer Wassertiefe aus der Region des südöstlichen Pazifiks für den Übergang von Pliozän zu Pleistozän präsentiert. Während der Ausfahrt SO213 mit dem Forschungsschiff „FS Sonne“ vor Süd-Chile wurde der Sedimentkern SO213-01-2 KOL aus einer Wassertiefe von ca. 2800m gewonnen (Abb. 1). Basierend auf der vorläufigen Stratigraphie (erstellt durch Korrelation von XRF-Daten an einen gut datierten Referenzkern unter Berücksichtigung von biostratigrafischen Daten, AWI), deckt der Sedimentkern eine Zeitspanne von 4.8 Millionen Jahren (Ma) bis ~400.000 Jahren vor heute ab.

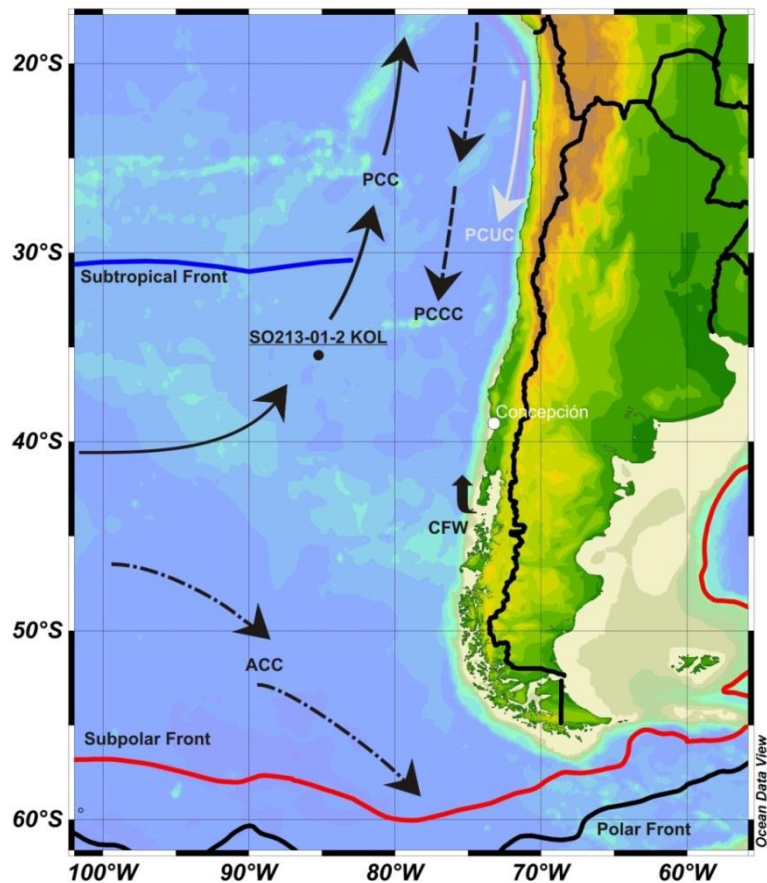


Abbildung 1: Karte des Arbeitsgebiets mit Kernlokation vor Süd-Chile. Humboldtstromsystem bestehend aus: Humboldtstrom (Peru-Chile-Current (PCC)), Peru-Chile-Gegenstrom (Peru-Chile-Countercurrent (PCCC)), Peru-Chile-Unterstrom (Peru-Chile-Undercurrent (PCUC)). Antarktischer Zirkumpolarstrom (ACC); Chile Fjord Wasser (CFW);

Fossile Gehäuse der an der Oberfläche lebenden planktonischen Foraminiferenart *Globigerinoides ruber*, sowie die in intermediären Wassertiefen lebende Art *Globorotalia inflata* wurden auf stabile Sauerstoffisotope und Elementverhältnisse untersucht. Mit den erhobenen Daten konnten Paläo-Salinitäten und –Temperaturen für die Oberfläche ($\delta^{18}\text{O}_{\text{sw}}$, $\text{SST}_{\text{Mg/Ca}}$) und die intermediäre Wassertiefe ($\text{sub}\delta^{18}\text{O}_{\text{sw}}$, $\text{subSST}_{\text{Mg/Ca}}$) rekonstruiert werden (Abb. 2).

Während die Oberfläche den globalen Abkühlungstrend des Pliozäns von 3-4°C und eine leichte Abnahme der Salinität zeigt, ist die intermediäre Wassertiefe durch eine deutliche Temperaturabnahme von ~8°C und eine prominente Abnahme der Salinität zwischen dem mittleren und späten Pliozän geprägt. Dies deutet auf eine starke Verflachung der Thermoklinentiefe durch den verstärkten Einfluss von südlichen Wassermassen, insbesondere von Subantarktischen Oberflächenwasser (SAAW) und Antarktischen Zwischenwasser (AAIW).

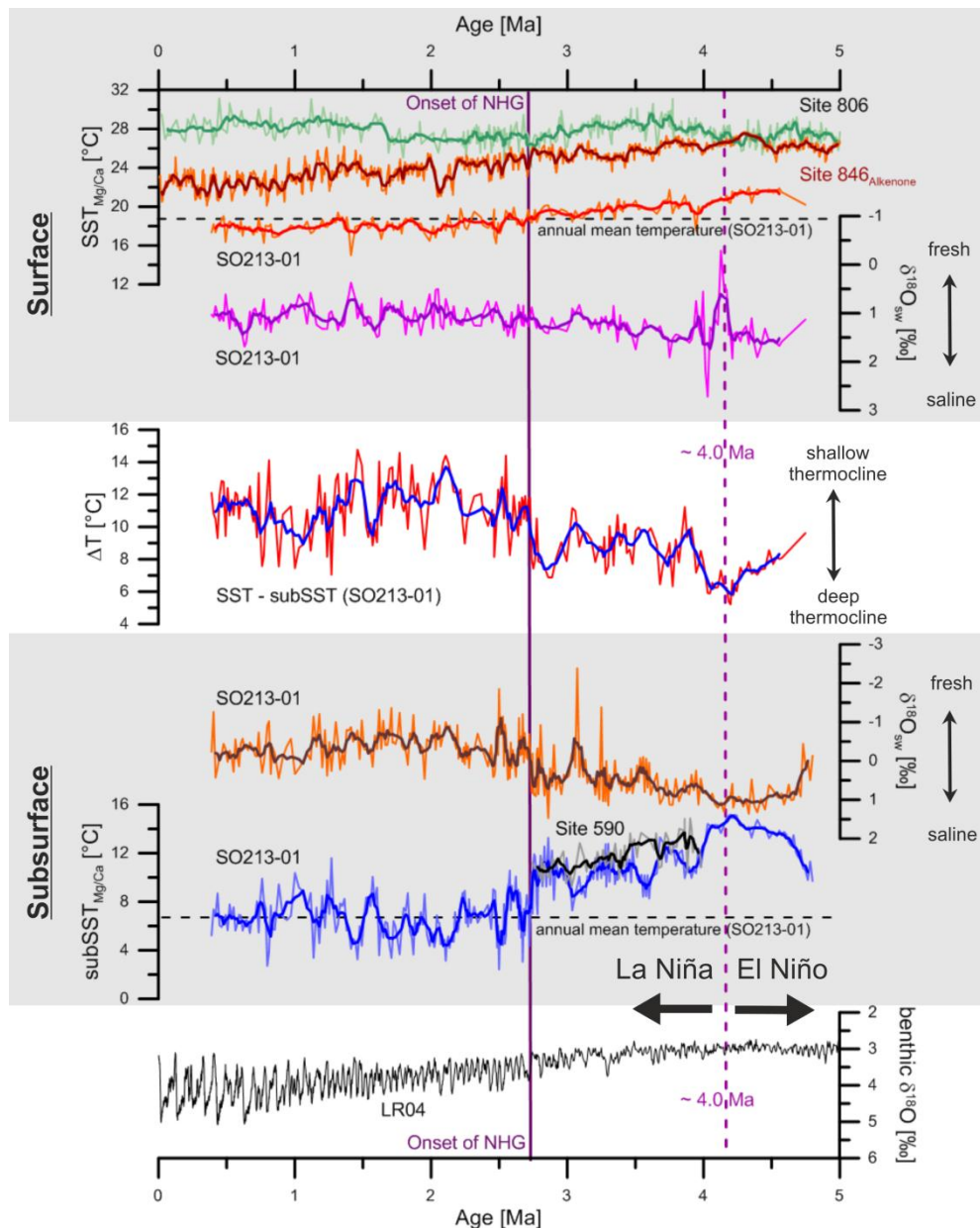


Abbildung 2: Ergebnisse für den Sedimentkern SO213-01-2 KOL im Vergleich zu den angegebenen Datensätzen (vergl. Abb. 3). Oberer grauer Kasten: Oberflächentemperaturen und –salinitäten, rekonstruiert aus geochemischen Signaturen von planktonischen foraminiferen (SO213-01 (rot und pink): *G. ruber*; ODP Site 806 (grün): *G. sacculifer* (Wara et al., 2005)) und Alkenonen (braun) (Lawrence et al., 2006). Unterer grauer Kasten: Temperaturen und Salinitäten für die intermediäre Wassertiefe (SO213-01 (blau und braun): *G. inflata*; ODP Site 590 (schwarz): *G. crassaformis* (Karas et al., 2011)). Mitte: Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und intermediärer Wassertiefe (rotblau) für SO213-01. Unten: Globaler Isotopen-Referenzdatensatz von Lisiecki und Raymo (2005).

Der Vergleich der gewonnenen Daten mit anderen Datensätzen aus dem W-Pazifik, dem E-Pazifik, sowie dem SW-Pazifik unterstützt die These eines Überganges von einem „permanenten El Niño“ – Klimazustand mit geringem Ost-West-Gradienten in den Oberflächentemperaturen entlang des äquatorialen Pazifiks zu „modernen La Niña“ – ähnlichen Bedingungen ab ~2.7 Ma (Abb. 3).

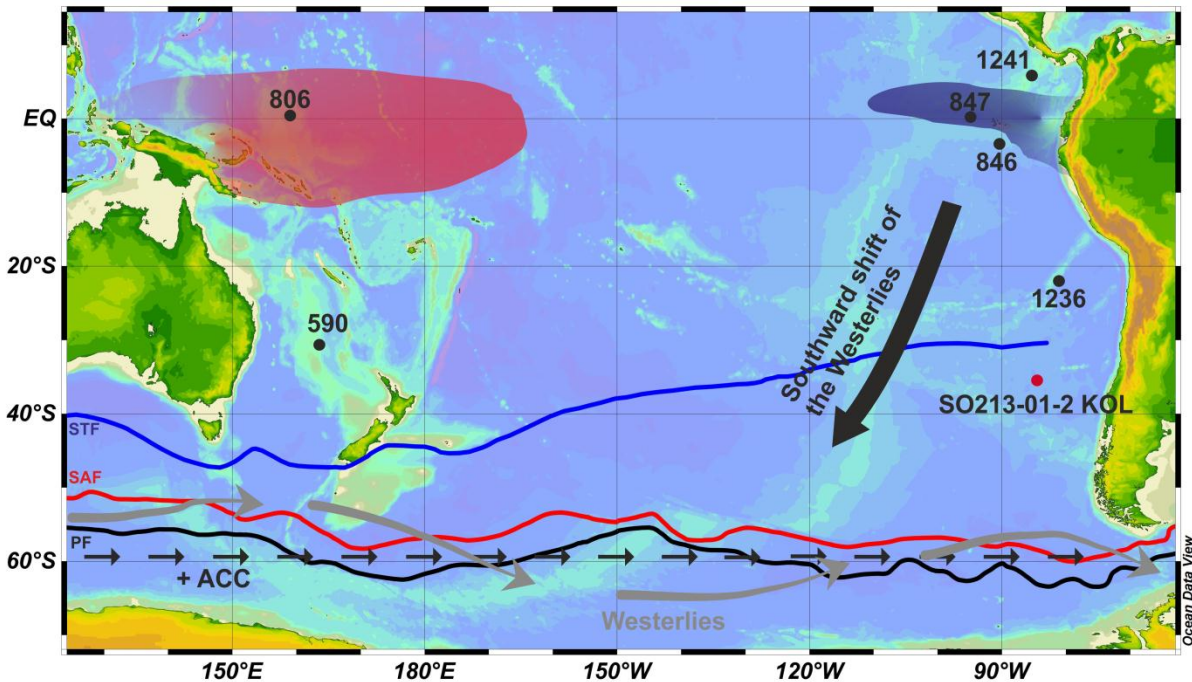


Abbildung 3: Karte des S-Pazifiks mit Kernlokation (roter Punkt), den ODP und IODP Vergleichslokationen (schwarze Punkte), Frontensystem aus Subtropischer Front (STF), Subantarktischer Front (SAF) und polarer Front (PF). Der heutige Ost-West-Gradient in den Oberflächentemperaturen wird durch die ostpazifische Kältezunge (blaue Fläche) und den Westpazifischem Warmpool (rote Fläche) verursacht. Die pliozäne Etablierung dieses Gradienten hat möglicherweise zu einer Südverschiebung der Westwinde (graue Pfeile) und einem verstärkten Antarktischen Zirkumpolarstrom (ACC, schwarze Pfeile) geführt.

In Folge der Schließung des Panama Seeweges vor ca. 4.5 Ma (Haug und Tiedemann, 1998) setze die globale Abkühlung im Pliozän seit 4.3 Ma ein (Lawrence et al., 2006). Mit der Ausbildung der ostpazifischen Kältezunge, dem Westpazifischen Warmpool und dem einhergehendem Ost-West-Gradienten in den Oberflächentemperaturen vollzog sich der Übergang von „permanentem El Niño“ zu „La Niña – ähnlichen“ Klimabedingungen (Steph et al., 2010). Entsprechend breiteten sich die südlichen intermediären Wassermassen bis ca. 2.7 Ma nach Norden aus, was zu einer Verflachung der Thermokline an der untersuchten Kernlokation führte. Zwischen 2.5 und 2.0 Ma etablierten sich die „modernen“ hydrographischen Bedingungen.

Literatur:

- Haug, G.H., Tiedemann, R., 1998. Effect of the formation of the Isthmus of Panama on Atlantic Ocean thermohaline circulation. *Nature* 393, 673–676.
- Karas, C., Nürnberg, D., Tiedemann, R., Garbe-Schönberg, D., 2011. Pliocene climate change of the Southwest Pacific and the impact of ocean gateways. *Earth and Planetary Science Letters* 301, 117–124.
- Lawrence, K.T., Liu, Z., Herbert, T.D., 2006. Evolution of the Eastern Tropical Pacific Through Plio-Pleistocene Glaciation. *Science* 312, 79–83.
- Steph, S., Tiedemann, R., Prange, M., Groeneveld, J., Schulz, M., Timmermann, A., Nürnberg, D., Rühlemann, C., Saukel, C., Haug, G.H., 2010. Early Pliocene increase in thermohaline overturning: A precondition for the development of the modern equatorial Pacific cold tongue. *Paleoceanography* 25, PA2202.
- Wara, M.W., Ravelo, A.C., Delaney, M.L., 2005. Permanent El Niño-Like Conditions During the Pliocene Warm Period. *Science* 309, 758–761.