

Abschlussbericht für das BMBF-Projekt

EISPAC – WESTWIND - SIODP – SO-228

Eiszeitliche Speicherung von atmosphärischem CO₂ im Ozean (EISPAC)

Hydrologie des **West-Pazifischen Warm Pools** und deren Einfluss auf den **Indonesischen Durchstrom (WESTWIND)**

Seismische Vermessung für den **IODP-Vollantrag 799 (SIODP)**



Förderkennzeichen: 03G0228A

Berichtszeitraum: 01.04.2013 – 31.07.2015

Projektleiter:

Prof. Dr. Dierk Hebbeln Dr. Mahyar Mohtadi
MARUM - Zentrum für Marine Umweltwissenschaften
Universität Bremen
Leobener Str.
28359 Bremen
Tel.: 0421-218-65650 0421-218-65660
e-mail: dhebbeln@marum.de mmohtadi@marum.de

Bremen, im März 2016

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung

1 Aufgabenstellung, Voraussetzungen und Durchführung von EISPAC-WESTWIND-SIODP

- 1.1 Aufgabenstellung
- 1.2 Voraussetzungen, unter denen EISPAC-WESTWIND-SIOD durchgeführt wurde
- 1.3 Planung und Ablauf der Expedition SO-228
- 1.4 Wissenschaftlich-technischer Stand zu Beginn des Projektes
- 1.5 Beteiligte Institute und Wissenschaftler

2 Wissenschaftliche Ergebnisse, Nutzen und Veröffentlichungen

- 2.1 Erzielte Ergebnisse
- 2.2 Darstellung der wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises
- 2.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit
- 2.4 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse
- 2.5 Thematischer wissenschaftlicher Fortschritt während des Vorhabens durch Dritte
- 2.6 Präsentationen (Poster/Vorträge) und eingereichte/geplante Veröffentlichungen

3 Literatur

Anlagen

- A Erfolgskontrollbericht
- B Verwertungsplan mit Zeithorizont
- C EISPAC-WESTWIND-SIODP – Berichtsblatt
 - EISPAC-WESTWIND-SIODP – Document Control Sheet

Zusammenfassung

Im Mittelpunkt dieses Projekts stand die Expedition SO-228 (EISPAC-WESTWIND-SIODP) mit dem Forschungsschiff SONNE im Mai/Juni 2013. Es handelt sich hier um ein Projektbündel bestehend aus den Einzelvorschlägen „Eiszeitliche Speicherung von atmosphärischem CO₂ im Ozean (EISPAC)“, „Hydrologie des West-Pazifischen Warm Pools und deren Einfluss auf den Indonesischen Durchstrom (WESTWIND)“ und „Seismische Vermessung für den IODP Vollartrag 799 (SIODP)“.

Es konnten zahlreiche Sediment- und Multicorer-Kerne in den Arbeitsgebieten vor Mindanao (Philippinen) sowie um die Hauptinsel Papua-Neuguineas gewonnen werden. An 15 Stationen wurde die Wassersäule mit der CTD beprobt, um wichtige neue Erkenntnisse über die Wassermassen in beiden Arbeitsgebieten zu gewinnen. Außerdem wurden seismo-akustische Untersuchungen der Bucht von Davao, Philippinen, und nördlich von Papua-Neuguinea durchgeführt, aus denen zwei Bohrvorschläge für den IODP-Vollartrag 799 erarbeitet werden konnten, die jetzt im Zuge der IODP Expedition 363 „Western Pacific Warm Pool“ in 2016 erbohrt werden sollen.

Die Auswertung der Wassersäulenproben vor den Philippinen und Papua Neuguinea im Rahmen der Arbeiten im Teilprojekt EISPAC ergab, dass sich vor den Philippinen nur noch Spuren des Antarktischen Zwischenwassers (AAIW) nachweisen lassen. Anhand der Sedimentkerne konnte gezeigt werden, dass es keine Anzeichen dafür gibt, dass während der Eiszeit im tiefen Pazifik und/oder im Südpolarmeer gespeichertes CO₂ während der letzten Enteisungsphase im westlichen äquatorialen Pazifik über das Nordpazifische Zwischenwasser (NPIW) und/oder das AAIW an die Atmosphäre abgegeben wurde.

Temperatur- und Salinitätsabschätzungen über den letzten Glazial/Interglazialzyklus weisen in Verbindung mit Elementverhältnissen (z.B. Ti/Ca), die mit einem XRF-Kernscanner ermittelt wurden, auf deutliche Veränderungen im hydrologischen Kreislauf hin. Dies wird besonders für das Arbeitsgebiet vor Papua-Neuguinea deutlich, wo Veränderungen in der Sonneneinstrahlung zu Änderungen im Niederschlagsregime geführt haben. Demgegenüber stehen die Daten aus dem Arbeitsgebiet vor Mindanao, wo Veränderungen in den Elementverhältnissen eher auf Produktivitätsveränderungen zurückzuführen sind.

1 Aufgabenstellung, Voraussetzungen und Durchführung von EISPAC-WESTWIND-SIODP

1.1 Aufgabenstellung

Bei dem BMBF-Projekt EISPAC-WESTWIND-SIODP handelt sich um ein Projektbündel bestehend aus den folgenden Einzelvorschlägen:

EISPAC - Der im Vergleich mit Warmzeiten deutlich reduzierte eiszeitliche CO_2 -Gehalt in der Atmosphäre wird auf eine Zwischenspeicherung des CO_2 im tiefen Ozean zurückgeführt. Bislang gibt es jedoch keine eindeutigen Hinweise auf ein isoliertes Tiefenwasser-Reservoir im tiefen Pazifik für die Speicherung dieses atmosphärischen CO_2 während der Kaltzeiten, das während der Abschmelzphase freigesetzt wurde. Das Ziel des Teilprojektes EISPAC war es, Sedimente auf dem Kontinentalhang vor der Insel Mindanao (Philippinen) mit Schwerelot und Multicorer zu beproben, um die eiszeitliche „Tiefenwasser-Reservoir“-Hypothese zu testen. Falls es dieses Reservoir im westlichen tiefen Pazifik gab, so sollte getestet werden, ob das im tiefen Pazifik gespeicherte CO_2 während der letzten Abschmelzphase über das Nordpazifische Zwischenwasser („North Pacific Intermediate Water“; NPIW) an die Atmosphäre (etwa 18.000-10.000 Jahre v.h.) abgegeben wurde (Abb. 1). Zudem sollte mit einem Sedimentkern nördlich von Papua Neuguinea geklärt werden, ob das zwischengespeicherte CO_2 über das in der Südlichen Hemisphäre gebildete Antarktische Zwischenwasser (AAIW) während der letzten Enteisungsphase an die Atmosphäre abgegeben wurde. In diesem Fall wäre vermutlich nicht der tiefe Pazifik, sondern das Südpolarmeer der Speicher des atmosphärischen CO_2 während der Kaltzeiten.

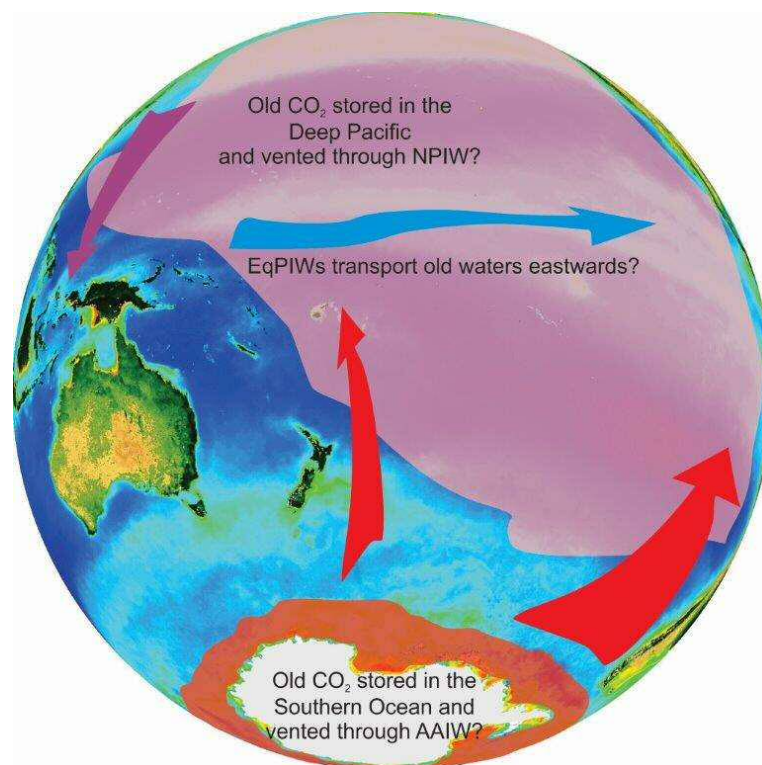


Abb. 1. Derzeit werden das Südpolarmeer und der tiefe Pazifik als Kandidaten für die Speicherung von atmosphärischen CO_2 während der Kaltzeiten behandelt. Es wird vermutet, dass das im tiefen Pazifik oder im Südpolarmeer gespeicherte CO_2 über das Nordpazifische Zwischenwasser (NPIW) bzw. das Antarktische Zwischenwasser (AAIW) an die Atmosphäre während der letzten Enteisungsphase abgegeben wurde.

WESTWIND - Der hydrologische Kreislauf des Westpazifischen Warm Pools (WPWP) wird heute sowohl durch Veränderungen der El Niño-Südliche Oszillation (ENSO) als auch durch das Klima der hohen Breiten beeinflusst. Trotz der Bedeutung dieses Kreislaufes für das regionale Klimageschehen und seiner aktiven Rolle im globalen Zirkulationsgeschehen sind seine langzeitigen Veränderungen und deren Einfluss auf den Indonesischen Durchstrom (ITF) noch weitestgehend unbekannt. Mit dem Ziel das Prozessverständnis zur Dynamik des hydrologischen Kreislaufs im Bereich des WPWP unter sich ändernden Klimabedingungen zu verbessern, sollten im Rahmen dieses Fahrtvorschlages zeitlich hochauflösende Sedimentkerne aus den Regionen um Irian Jaya im östlichen Indonesien, Papua Neuguinea und die Philippinen gewonnen werden. Das Ziel der Untersuchungen war die Steuerungsmechanismen des hydrologischen Kreislaufs im WPWP auf Zeitskalen von Jahrzehnten bis Jahrtausenden zu untersuchen.

SIODP - Ziel dieses Vorhabens war die seismische Vermessung (multi-channel seismic, MCS) zwei Stationen in der Bucht von Davao (Philippinen) und nördlich von Papua-Neuguinea, um diese mit umfassender seismischer Dokumentation in den IODP-Vollantrag 799 – „Paleoceanographic records of the Western Pacific Warm Pool variability“- von Rosenthal, Mountain, Mohtadi et al., 2013) als Bohrlokationen vorschlagen zu können. Der IODP-Antrag war bereits vorher wissenschaftlich sehr positiv bewertet worden, wobei allerdings das Fehlen von seismischen Daten bemängelt wurde.

1.2 Voraussetzungen, unter denen EISPAC-WESTWIND-SIODP durchgeführt wurde

Die Voraussetzungen für die wissenschaftlichen Arbeiten am MARUM, unter denen EISPAC-WESTWIND-SIODP durchgeführt wurde, waren:

- Finanzierung der Schiffs- und Transportkosten der FS Sonne Expedition SO-228 durch das BMBF;
- Bereitstellung der Probenentnahmegерäte durch das MARUM;
- Finanzierung von drei Wissenschaftlerstellen (Mahyar Mohtadi für 26 Monate, Gema Martínez Méndez für 16.5 Monate; Stephan Steinke für 20 Monate;) und Studentische Hilfswissenschaftlerstellen am MARUM durch das BMBF;
- Finanzierung einer Doktorandenstelle (Martina Hollstein für 36 Monate) durch das MARUM (Exzellenzcluster „Ocean and Climate“);
- Finanzierung eines Stipendiums (Doktorandenstelle M. Yusuf Awaluddin für 48 Monate) durch das Indonesische Finanzministerium im Rahmen des „Indonesia Endowment Fund for Education (LPDP)“;
- Bereitstellung von Infrastruktur und Messzeiten am MARUM;
- Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Kooperationspartnern.

1.3 Planung und Ablauf der Expedition SO-228

Die Expedition SO-228 wurde vom 04.05.2013 bis 23.06.2013 durchgeführt (siehe Report and preliminary results of RV SONNE cruise SO-228 „EISPAC/WESTWIND/SIODP“; Mohtadi et al. 2013). Ursprünglich sollte die Expedition in den Hoheitsgewässern der Philippinen, von Papua-Neuguinea und vor allem von Indonesien durchgeführt werden. Jedoch blieb die indonesische Forschungsgenehmigung trotz rechtzeitiger und intensiver Bemühungen von der deutschen Seite (Fahrtleiter, Auswärtiges Amt, Deutsche Botschaft in Indonesien) und von

unserem indonesischen Partnerinstitut (Institute for Marine Research and Observation, Bali) aus nicht nachvollziehbaren Gründen aus. Es konnten somit keine Sedimentkerne aus der Region Irian Jaya im östlichen Indonesien gewonnen werden, um u.a. den Einfluss der süd-pazifischen Wassermassen auf den ITF und die Veränderungen des hydrologischen Kreislaufs im Süden von Irian Jaya zu untersuchen (siehe Antrag auf Schiffszeit mit FS Sonne von Prof. Dr. Dierk Hebbeln und Dr. Mahyar Mohtadi). Eine schnelle und großzügige Erweiterung der Forschungsgenehmigung durch Papua-Neuguinea konnte jedoch Abhilfe schaffen. Die Arbeitsgebiete konnten weiter nach Osten in die Hoheitsgewässer von Papua-Neuguinea verlagert werden. Da diese Verlagerung entlang des süd-pazifischen Einstromes in den ITF erfolgte, konnten die aufgestellten Fragestellungen wie vorgesehen bearbeitet werden. Während der Expedition SO-228 konnten an 28 Stationen insgesamt 200 m Sediment mit dem Schwerelot und etwa 105 m Sediment mit dem „Multi-Corer“ in den Arbeitsgebieten östlich und südlich vor Mindanao (Philippinen) sowie um die Hauptinsel Papua-Neuguineas gewonnen werden (Abb. 2). An 15 Stationen wurde die Wassersäule mit der CTD beprobt, um über die Analyse von $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{15}\text{N}$, Deuterium, ϵNd , Alkalinität, Spurenmetalle und Seltenen Erden wichtige neue Erkenntnisse über die Wassermassen in den Arbeitsgebieten zu gewinnen. Es konnten zudem ausgedehnte seismo-akustische Untersuchungen in der Bucht von Davao (Philippinen) und nördlich von Papua-Neuguinea durchgeführt werden, wobei geeignete Bohrlokationen für den IODP-Vollantrag 799 (siehe oben) seismisch dokumentiert werden konnten. Basierend auf diesen Vorerkundungen wurde der Vollantrag mittlerweile positiv begutachtet und die während der SO-228 Expeditionen untersuchten Bohrlokationen sollen im Zuge der IODP Expedition 363 „Western Pacific Warm Pool“, die vom 6.10. bis 08.12.2016 stattfinden wird, beprobt werden.

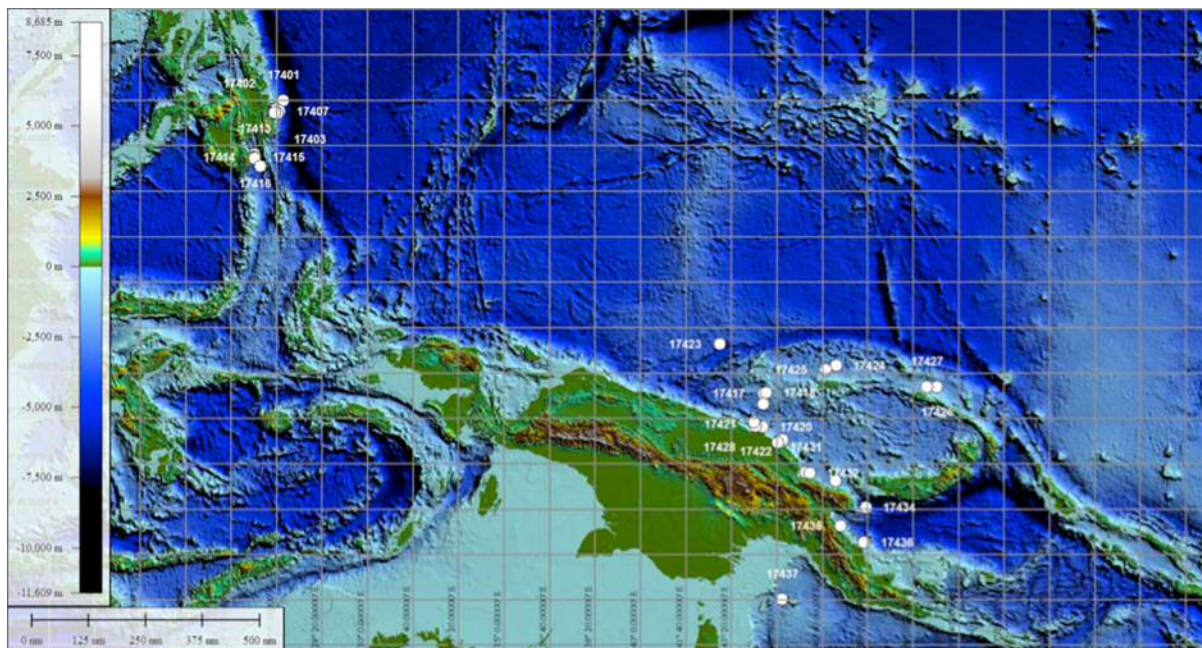


Abb. 2: Arbeitsgebiet und Stationskarte der FS Sonne Expedition SO-228 vor Mindanao (Philippinen) und vor Papua Neuguinea.

1.4 Wissenschaftlich-technischer Stand zu Beginn des Projektes

Unter dem Punkt „Stand der Wissenschaft“ im Antrag auf Schiffszeit mit FS Sonne wurde der wissenschaftlich-technische Stand, an den mit diesem Projekt angeknüpft worden ist, ausführlich abgehandelt. Daher wird an dieser Stelle auf eine Wiederholung verzichtet.

1.5 Beteiligte Institute und Wissenschaftler

Zentrum für Marine Umweltwissenschaften (MARUM) und Fachbereich Geowissenschaften an der Universität Bremen, Bremen:

- M. Mohtadi (Projektleiter MARUM, Paläozeanographie)
- D. Hebbeln (Projektleiter MARUM, Paläozeanographie)
- T. Schwenk (Fachbereich Geowissenschaften, Seismik)
- G. Martínez Méndez (Postdoc MARUM, Paläozeanographie)
- S. Steinke (Postdoc MARUM, Paläozeanographie)
- J. Groeneveld (Postdoc MARUM, Geochemie)
- M. Hollstein (Doktorandin MARUM, Paläozeanographie)
- M. Yusuf Awaluddin, (Doktorand MARUM, Paläozeanographie)

GEOMAR – Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, Kiel:

- E. Hathorne (Geochemie)
- A. Plaß (Geochemie)

Department of Oceanography, Dalhousie University, Halifax, Kanada:

- M. Kienast (Organische Geochemie)

BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover:

- A. Lückge (Organische Geochemie)

Department of Earth System Science „W.M. Keck Carbon Cycle Accelerator Mass Spectrometry Laboratory“, University of California, Irvine, CA, USA

- Dr. John Southon (Experte ¹⁴C-Messungen)

Marine Scientific Research Committee, Port Moresby, Papua New Guinea:

- J. Buleka

Taiwan Ocean Research Institute (TORI), Kaoshiung, Taiwan:

- P.-S. Yu

National Institute of Geological Sciences and Marine Science Institute, University of the Philippines, Quezon City, Philippines:

- A.G.S. Fernando (Mikropaläontologie - Nannofossilien)
- J.W.M. Carag (Mikropaläontologie - Nannofossilien)
- J.M.D. Quevedo (Mikropaläontologie - Nannofossilien)

Department of Earth Sciences, University of Southern California, Los Angeles, CA, USA

- L.D. Stott (Paläozeanographie)
- M.H. Nishibayashi (Paläozeanographie)

University of Papua New Guinea, Port Moresby, Papua New Guinea:

- A. Tevlone (Mikropaläontologie)
- H. Davies (Tephrochronologie)

School of Geosciences, University of Sydney, Sydney, Australia

- J. Webster (Karbonatsedimentologie)

2 Wissenschaftliche Ergebnisse, Nutzen und Veröffentlichungen

2.1 Erzielte Ergebnisse

Die wichtigsten Ergebnisse der Teilprojekte EISPAC, WESTWIND und SIODP sind im Folgenden zusammengestellt:

2.1.1 EISPAC

Im Teilprojekt EISPAC wurden in Zusammenarbeit mit dem „Keck Carbon Cycle Accelerator Mass Spectrometry Laboratory“ in Irvine, USA, mehr als 200 Radiokohlenstoffmessungen zur Datierung von planktischen und benthischen Foraminiferen aus denselben Sedimentteufen in 6 Kernen von vor Philippinen und vor Papua-Neuguinea durchgeführt. Hierbei soll getestet werden, ob der Anstieg des atmosphärischen CO₂ während der letzten Abschmelzphase auf eine zunehmende Entlüftung des tiefen Pazifiks und die Freisetzung des im tiefen Pazifik gespeicherten CO₂ über pazifische Zwischenwassermassen zurückzuführen ist. Zudem sollte anhand einiger Sedimentkerne entlang der Strömungsrichtung des Antarktischen Zwischenwassers (nördlich vor Papua Neuguinea) geklärt werden, ob während der letzten Enteisungsphase über das Antarktische Zwischenwasser („Antarctic Intermediate Water“; AAIW) gespeichertes CO₂ aus dem Südpolarmeer an die Atmosphäre abgegeben wurde. Es wird davon ausgegangen, dass die Radiokohlenstoffgehalte in planktischen Foraminiferenschalen mit der Atmosphäre im Gleichgewicht stehen, während die benthischen Foraminiferen das Alter des Tiefenwassers reflektieren. Somit kann die Differenz zwischen den planktischen und benthischen Werten als ein Maß für die Isolation bzw. Ventilation des Tiefenwassers benutzt werden. Die ersten Ergebnisse zeigen keine systematischen oder außerordentlichen Anomalien im $\Delta^{14}\text{C}$ während der letzten Abschmelzphase (Abb. 3) und somit kommt der westliche äquatoriale Pazifik nicht als Kandidat für die Freisetzung des ozeanisch gespeicherten CO₂ in die Atmosphäre in Frage.

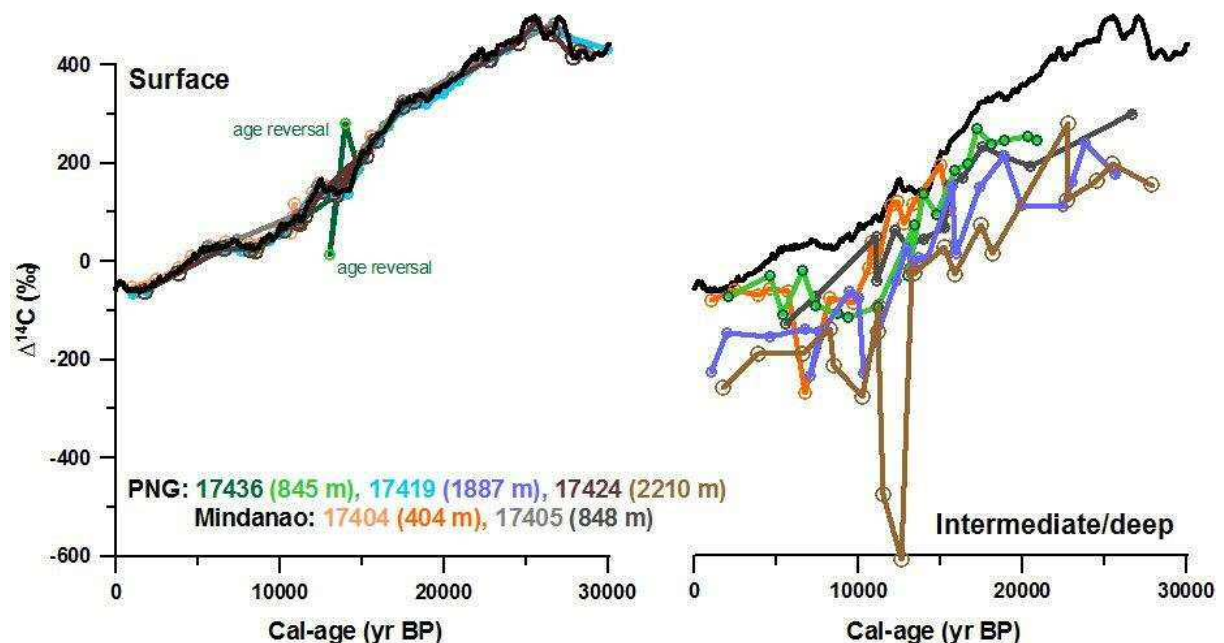


Abb. 3. Radiokohlenstoff-Aktivität im Oberflächenwasser und Zwischen- bzw. Tiefenwasser abgeleitet aus Radiokohlenstoff-Messungen von planktischen bzw. benthischen Foraminiferen gegen die Radiokohlenstoff-Aktivität der Atmosphäre. Die ^{14}C -Aktivität im Oberflächenwasser ist erwartungsgemäß identisch mit der Atmosphäre. Die Ergebnisse der ^{14}C -Aktivität nach benthischen Foraminiferen zeigen im Wesentlichen keine systematischen oder außerordentlichen Abweichungen zur ^{14}C -Aktivität der, die auf eine alte, isolierte bzw. schlecht durchlüftete Zwischen-und/oder Tiefenwassermasse im westlichen Pazifik hinweisen. Der westliche äquatoriale Pazifik kommt somit vermutlich nicht als Kandidat für die Speicherung von atmosphärischen CO₂ während der letzten Kaltzeit in Frage. Lediglich die ^{14}C -Aktivität an der Station GeoB17424-3 zwischen 10,000 und 15,000 Jahre vor heute deutet auf eine alte, isolierte bzw. schlecht durchlüftete Zwischen-und/oder Tiefenwassermasse. Ob diese ^{14}C -Anomalie tatsächlich mit einer isolierten und schlecht durchlüfteten Wassermasse in Verbindung steht muss noch geklärt werden.

Die Ergebnisse der Sedimentkerne im Bereich des AAIW vor Papua Neu Guinea erlauben zudem keine Rückschlüsse auf die Freisetzung von Kohlenstoff aus einem abysalen Reservoir im tiefen Pazifik oder dem Südpolarmeer. Die höchsten $\Delta^{14}\text{C}$ -Werte kommen während des frühen Holozäns vor, die wahrscheinlich auf Zirkulationsänderungen zurückzuführen sind und in keinem Zusammenhang mit dem Anstieg des atmosphärischen CO_2 während der letzten Abschmelzphase stehen.

Im Rahmen der Teilprojekte EISPAC und WESTWIND wurden geochemische Analysen an den Wasserproben, die an insgesamt 15 Stationen mit der CTD genommen wurden, durchgeführt. Es war das Ziel, neue Erkenntnisse über die Wassermassen in den Arbeitsgebieten zu gewinnen. Vor der Insel Mindanao befindet sich unterhalb der Durchmischungszone das salzreiche Nordpazifische Tropenwasser („North Pacific Tropical Water“; NPTW). Unterhalb des NPTW befindet sich das salzarme Nordpazifische Zwischenwasser („North Pacific Intermediate Water“; NPIW). Die Sprungschicht bildet die Grenze zwischen beiden Wassermassen. Das Pazifische Tiefenwasser („Pacific Deep Water“; PDW) befindet sich unterhalb des NPI. Die mögliche Anwesenheit von erodiertem Antarktischen Zwischenwasser (AAIW) vor der Insel Mindanao wird in der Literatur kontrovers diskutiert und auch wir sind dieser Frage nachgegangen (siehe unten). Der Wasserkörper vor Papua Neuguinea ist durch folgende Wassermassen aufgebaut: Unterhalb der Durchmischungszone befindet sich das salzreiche Südpazifische Tropenwasser („South Pacific Tropical Water“; SPTW), das hier oberhalb des salzarmen Antarktischen Zwischenwasser („Antarctic Intermediate Water“; AAIW) liegt. Südlich der Vitaz-Straße wird das AAIW durch das Zirkumpolare Tiefenwasser („Circumpolar Deep Water“; CDW) unterlagert, während nördlich der Meeressäenge in derselben Tiefe das PDM vorherrscht. (siehe Abb. 4).

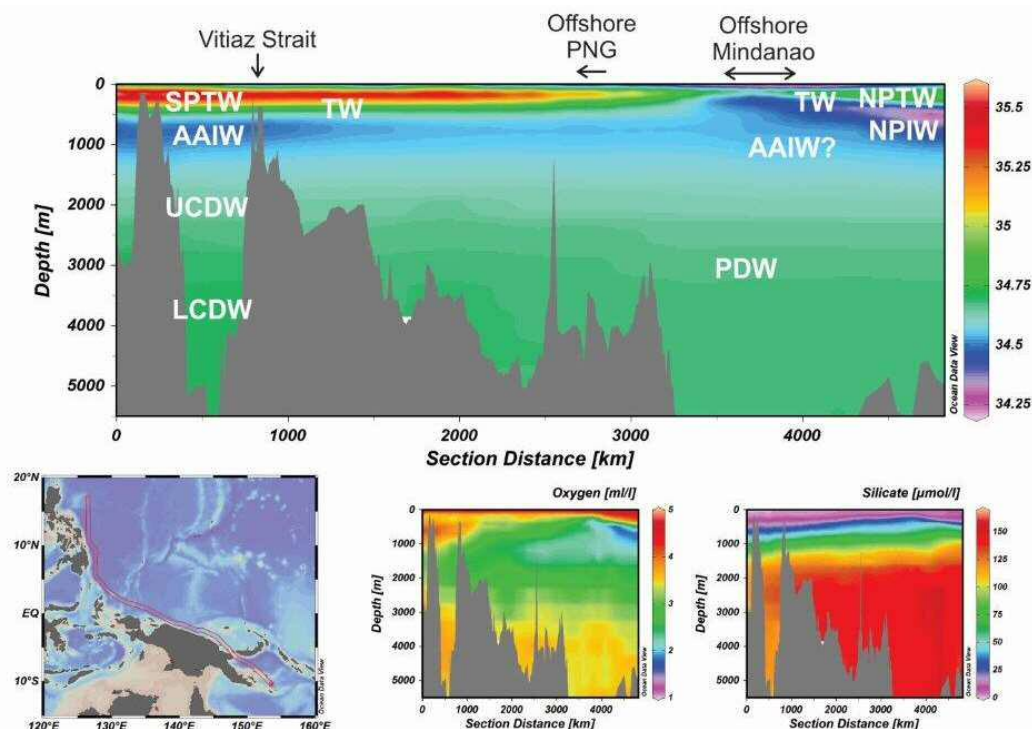


Abb. 4. Tiefenprofil des Salzgehaltes und Hauptwassermassen entlang eines Schnittes von Papua Neuguinea bis zu den Philippinen (siehe kleine Karte unten links). Die kleinen Abbildungen zeigen den Sauerstoffgehalt (ml/l) und den Silikatgehalt ($\mu\text{mol/l}$) entlang des gleichen Tiefenprofils. SPTW: Südpazifisches Tropenwasser („South Pacific Tropical Water“), TW: Thermoklinen-Wasser, AAIW: Antarktisches Zwischenwasser („Antarctic Intermediate Water“), UCDW: Oberes Zirkumpolares Tiefenwasser („Upper Circumpolar Deep Water“), LCDW: Unteres Zirkumpolares Tiefenwasser („Lower Circumpolar Deep Water“), NPTW: Nordpazifisches Tropenwasser („North Pacific Tropical Water“), NPIW: Nordpazifisches Zwischenwasser („North Pacific Intermediate Water“), PDW: Pazifisches Tiefenwasser („Pacific Deep Water“).

Um die beiden wichtigsten Hypothesen zur Speicherung und Freisetzung von atmosphärischen Kohlenstoff während der Kaltzeiten und der Enteisungsphasen zu testen, war es von besonderer Bedeutung, unser Verständnis der Wassermassenverteilung und des Strömungsmusters vor Mindanao und nördlich von Papua Neuguinea zu verbessern (siehe oben). Derzeit werden das Südpolarmeer und der tiefe Pazifik als Kandidaten für die Speicherung von atmosphärischen CO₂ während der Kaltzeiten gehandelt. Es wird vermutet, dass das im tiefen Pazifik oder im Südpolarmeer gespeicherte CO₂ über das NPIW bzw. das AAIW während der letzten Enteisungsphase an die Atmosphäre abgegeben wurde. Es sollte geklärt werden, ob das AAIW auch vor der Insel Mindanao nachgewiesen werden kann und ob das NPIW und das AAIW geochemisch voneinander unterschieden werden können. Die Untersuchung der Wasserproben von 6 Stationen östlich von Mindanao und 9 Stationen nördlich von Papua Neuguinea aus verschiedenen Tiefen umfassten die Messung von stabilen Isotopen ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$, δD , $\delta^{15}\text{N}$), Nährstoffen (Nitrat, Phosphat, Silikat), Alkalität, pH-Wert, Spurenelement/Ca-Verhältnisse, Nd, und Seltene Erden (Abb. 5). Mit der CTD wurden bereits an Bord die Temperatur (T), der Salzgehalt (S), die Sauerstoffkonzentration und die Dichte gemessen. Die Auswertung unserer umfassenden Datensätze ergab wichtige neue Erkenntnisse über die nördliche Ausbreitung des AAIW. T-S Diagramme belegen die Anwesenheit des NPIW in Wassertiefen von 250 bis 450 m vor Mindanao. Das AAIW wurde vor Papua Neuguinea in einer Wassertiefe von 500 bis 1000 m nachgewiesen. Die Anwesenheit dieser

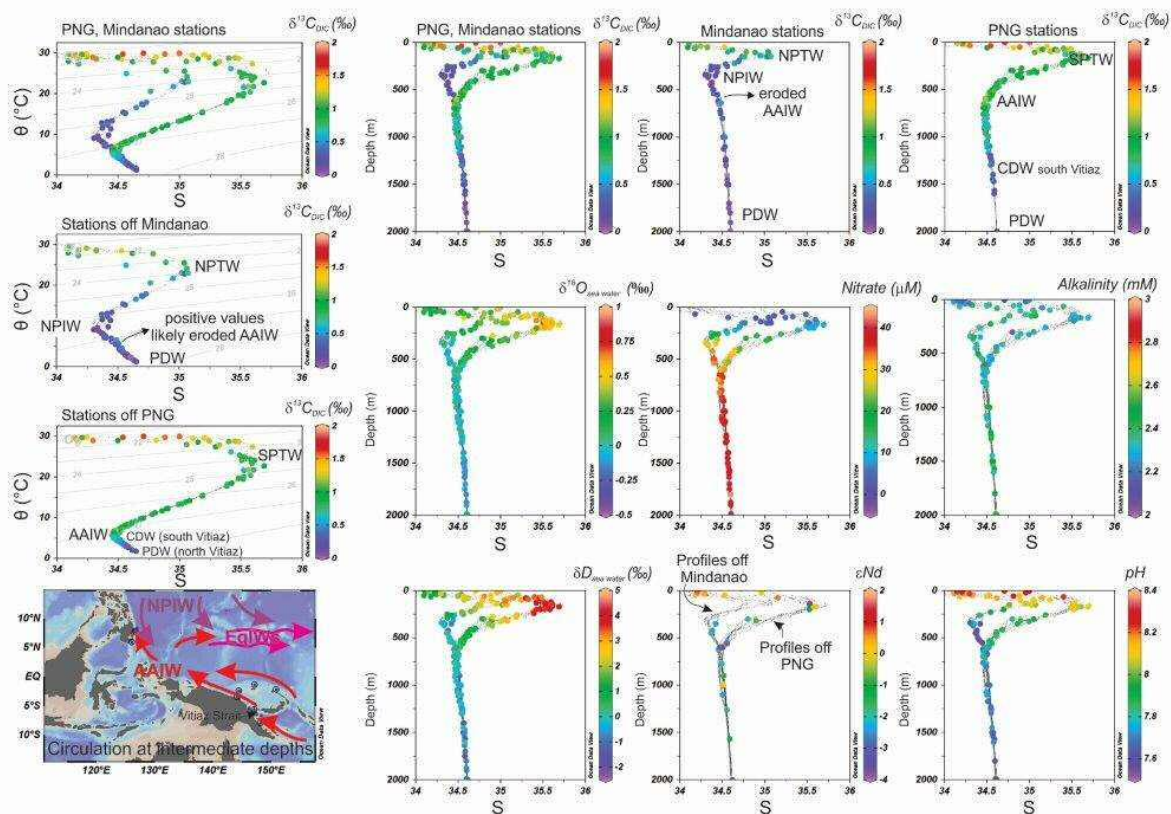


Abb. 5. Wassermasseneigenschaften an den Stationen vor Mindanao und Papua Neuguinea. Die Hauptwassermassen im Arbeitsgebiet sind in den T/S-Diagrammen und den $\delta^{13}\text{C}$ -Profilen dargestellt. Die verschiedenen gemessenen Parameter sind anhand der Farbcodierungen auf die jeweiligen Salinitätsprofile projiziert. Die kleine Karte unten links zeigt die großräumigen Strömungsrichtungen der Zwischenwassermassen. SPTW: Südpazifisches Tropenwasser („South Pacific Tropical Water“), AAIW: Antarktisches Zwischenwasser („Antarctic Intermediate Water“), CDW: Zirkumpolares Tiefenwasser („Circumpolar Deep Water“), NPTW: Nordpazifisches Tropenwasser („North Pacific Tropical Water“), NPIW: Nordpazifisches Zwischenwasser („North Pacific Intermediate Water“), PDW: Pazifisches Tiefenwasser („Pacific Deep Water“), EquiIWS: Äquatoriales Zwischenwasser („Equatorial Intermediate Water“).

beiden Wassermassen konnte auch durch $\delta^{13}\text{C}$ und pH Messungen nachgewiesen werden (Abb. 5). Das NPIW zeichnet sich durch $\delta^{13}\text{C}$ von $\sim 0,1$ ‰ und einem pH-Wert von $\sim 7,6$ aus, während das AAIW durch ein $\delta^{13}\text{C}$ von $\sim 1,2$ ‰ und ein pH von $\sim 7,7$ gekennzeichnet ist. Beide Zwischenwassermassen weisen sehr ähnliche $\delta^{18}\text{O}$ - und δD Signaturen, Alkalität und Nährstoffgehalte auf, so dass diese Parameter nicht für die Unterscheidung der beiden Wassermassen herangezogen werden können. Es wird in der Literatur angenommen, dass das AAIW bis 12°N vorkommt. Unsere Temperatur- und Salinitätswerte sind hier nicht eindeutig und somit wenig aussagekräftig hinsichtlich der nördlichen Ausbreitung des AAIW bis vor die Philippinen. Erhöhte $\delta^{13}\text{C}$ -Werte von $\sim 0,3$ bis $0,5$ ‰ zwischen dem NPIW ($\delta^{13}\text{C} \sim 0,1$ ‰) und dem PDW ($\delta^{13}\text{C} \sim 0,1$ ‰) unterhalb von 500 m und oberhalb von 1200 m deuten jedoch auf die Anwesenheit von erodiertem AAIW vor der Insel Mindanao hin. Die gemessenen $\delta^{13}\text{C}$ -Werte vor Mindanao sind jedoch deutlich niedriger als die gemessenen $\delta^{13}\text{C}$ -Werte für das AAIW vor Papua Neuguinea. Vermutlich mischt sich das AAIW auf dem Weg Richtung Philippinen mit $\delta^{13}\text{C}$ -abgereicherten Wassermassen.

Die insgesamt sehr radiogenen Nd-Isotopensignaturen der Wasserproben in unserem Arbeitsgebiet (Abb. 6) sind sehr wahrscheinlich auf den Eintrag von jungen Vulkangesteinen von den umliegenden Landmassen zurückzuführen, was insbesondere im Oberflächenwasser und nahe des Meeresbodens vor Papua Neuguinea zu beobachten ist. Dadurch sind die Nd-Isotopensignaturen des AAIW vor Papua Neuguinea radiogener als das Quellwasser des AAIW im Südpolarmeer (Stichel et al., 2012). Die Verwendung von Nd-Isotopensignaturen als Wassermassentracer ist in unserem Arbeitsgebiet deshalb nur eingeschränkt möglich. Die Nd-Isotopensignatur des AAIW in unserem Arbeitsgebiet kann jedoch genutzt werden, um die Advektion des AAIW in den äquatorialen Unterstrom zu verfolgen.

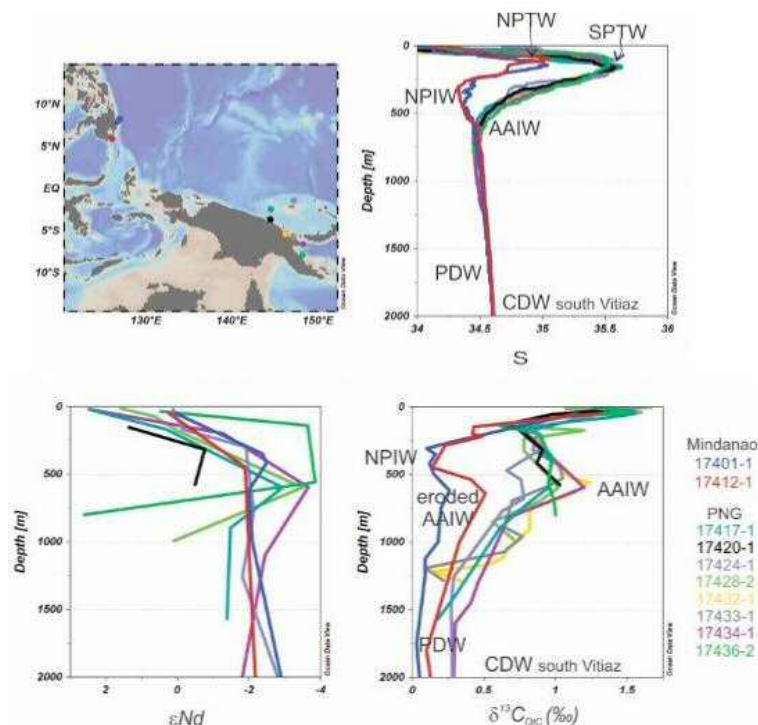


Abb. 6. Tiefenprofile für Salinität, ϵNd und $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$. Zu beachten sind die sehr radiogenen ϵNd Werte an allen Stationen. Ein nicht radiogener ϵNd Wert von etwa $-8,5$ ist nach Stichel et al. (2012) und Molina-Kescher et al. (2014) charakteristisch für das Antarktische Zwischenwasser (AAIW). Die sehr radiogenen ϵNd Werte an diesen Stationen repräsentieren vermutlich den Eintrag von jungen Vulkangesteinen von den umliegenden Landmassen.

2.1.2 WESTWIND

Im Teilprojekt WESTWIND wurden Sedimentkerne untersucht, um anhand von stabilen Sauerstoffisotopen und Mg/Ca-Verhältnissen in den Schalen planktischer und benthischer Foraminiferen vergangene Temperatur- und Salzgehaltänderungen der Quellwassermassen des indonesischen Durchstroms (ITF) zu untersuchen. Es wurden die Sedimentkerne GeoB17419-1 (vor der Küste Papua Neuguineas) und GeoB17426-3 (vor der Insel Neuhannover; Papua Neuguinea) ausgewählt, um Veränderungen in der Hydrologie des westpazifischen Wärmebeckens während des(r) letzten glazial-interglazialen Zyklus(en) zu rekonstruieren. Des Weiteren wurde der Einfluss südpazifischer Wassermassen auf den ITF untersucht. Die genannten Kernlokationen werden von unterschiedlichen Wassermassen beeinflusst, welche mögliche Quellwassermassen für den ITF darstellen. Als Schlüsselparameter wurden hierzu vergangene Temperatur- und Salzgehaltsschwankungen in der oberen Wassersäule (Oberfläche und Sprungschicht) abgeschätzt. Mit Hilfe von Sauerstoffisotopenkurven und Radiokohlenstoffdatierungen konnten Altersmodelle für die Kerne erstellt werden. Diese zeigen, dass die Sedimente des Kerns GeoB17419-1 etwa die letzten 110.000 Jahre v.h. abdecken, während GeoB17426-3 etwa bis etwa 206.000 Jahre v.h. zurückreicht.

Über die Mg/Ca-Verhältnisse in den Schalen planktischer Foraminiferen aus dem Oberflächenwasser und aus der Thermokline wurden die entsprechenden Wassertemperaturen abgeschätzt (Abb. 7). In Kombination mit den Sauerstoffisotopen wurden dann Schwankungen

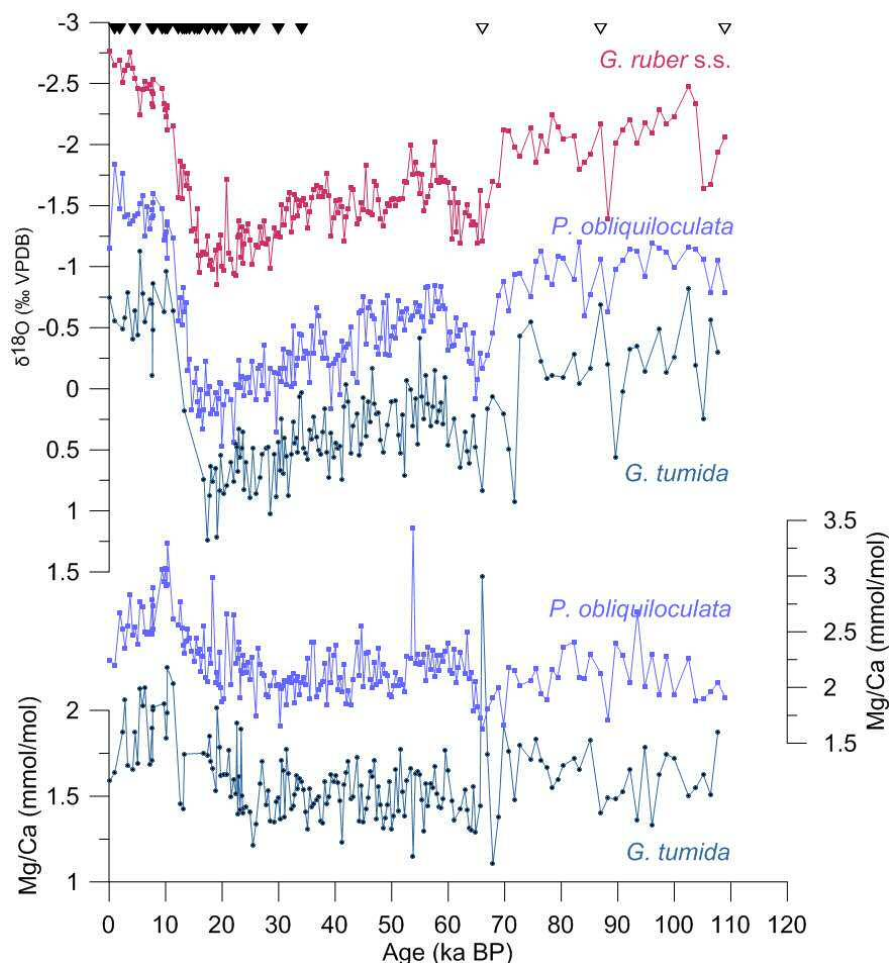


Abb.7. Stabile Sauerstoffisotopen-Signatur in den Schalen planktischer Foraminiferen der Durchmischungszone (*Globigerinoides ruber*), der oberen (*Pulleniatina obliquiloculata*) und der unteren Thermokline (*Globobulimina tumida*) und Mg/Ca-Werte von *P. obliquiloculata* und *G. tumida* an Kernstation GeoB17419-1 nördlich von Papua Neuguinea. Die Dreiecke zeigen die Alterskontrollpunkte nach Radiokohlenstoffdatierungen. Die schwarzen Dreiecke zeigen die Alterskontrollpunkte basierend auf Radiokohlenstoffdatierungen, während weiße Dreiecke Alterskontrollpunkte basierend auf der graphischen Korrelation mit dem LR04-Stack (Lisiecki und Raymo, 2005) darstellen.

in der Sauerstoffisotopenzusammensetzung ($\delta^{18}\text{O}$) des Meerwassers abgeschätzt, die ein Anzeiger für Salzgehaltsveränderungen ist. Da der Salzgehalt ein wichtiger Wassermassenindikator ist, konnten die $\delta^{18}\text{O}$ Meerwasser-Daten der beiden Kerne im Vergleich zu (publizierten) Aufzeichnungen aus dem nördlichen Pazifik, den Indonesischen Gewässern und dem ITF Ausstrom verwendet werden, um den Einfluss südpazifischer Wassermassen auf den ITF zu untersuchen. Erste Abschätzungen zeigen, dass die glazial-interglazialen Veränderungen in der Wassertemperatur mit Werten aus publizierten Studien in Einklang sind. Für den westlichen Pazifik existieren allerdings nur sehr wenige Gleichungen für eine Umrechnung von Mg/Ca-Verhältnissen in Wassertemperaturen. Im Besonderen für tiefer lebende Foraminiferenarten, z.B. aus der Thermokline, werden daher derzeit Mg/Ca Werte, die an Schalen rezenter Foraminiferen aus SO-228 Oberflächenproben gemessen worden sind, mit modernen Wassertemperaturen abgeglichen, um so die Genauigkeit der Temperaturabschätzungen zu verbessern. Möglichst genaue Temperaturberechnungen stellen auch die Basis für Abschätzungen von Schwankungen im $\delta^{18}\text{O}$ Meerwasser-Signal dar.

Darüber hinaus wurden Elementprofile (z.B. Ca) und Elementverhältnisse (z.B. Ti/Ca) von XRF-Kernscanner-Messungen verwendet, um Veränderungen im terrigenen Eintrag an den Kernlokationen abzuschätzen. Schwankungen im Ti/Ca-Verhältnis von Kern GeoB17419-1 deuten auf erhöhte terrigene Einträge zwischen etwa 77.000 und 62.000 Jahre v.h. sowie ab 28.000 Jahre v.h. hin (Abb. 8). Ab 20.000 Jahre v.h. nimmt das Ti/Ca-Verhältnis graduell ab,

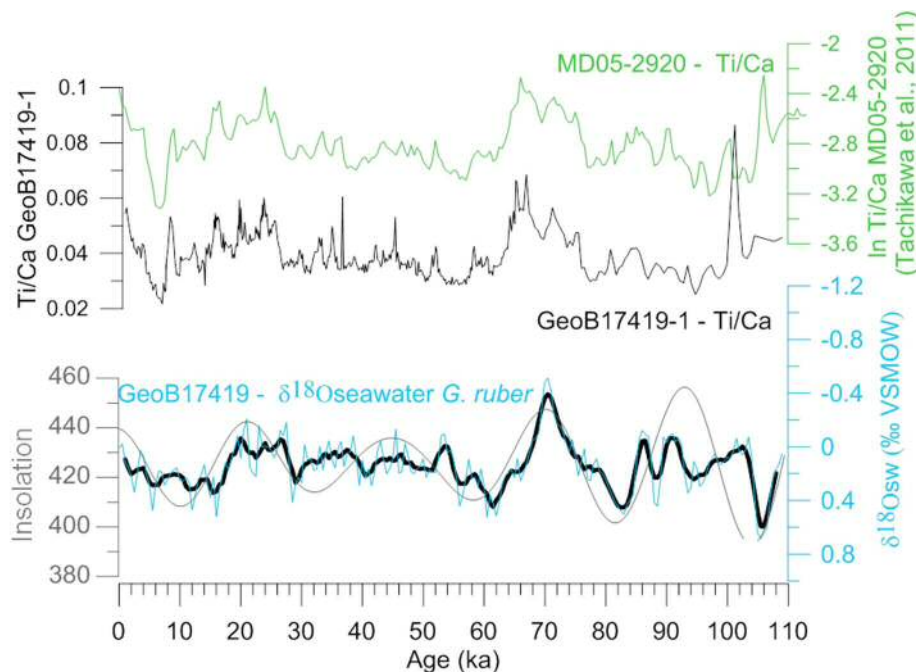


Abb. 8. Ti/Ca-Verhältnisse für Kern GeoB 17419-1, gewonnen vor Papua Neuguinea, zeigen deutliche Variationen im terrigenen Eintrag an, wie sie auch in Kern MD05-2920 zu beobachten sind. Ebenfalls an Kern GeoB 17419-1 erstellte $\delta^{18}\text{O}$ -Meerwasser-Signaturen, die parallele Schwankungen zum Ti/Ca-Verhältnis aufweisen, belegen eine auf terrigenen Eintrag und damit auch auf Niederschlag zurückzuführenden Einfluss von Veränderungen des regionalen hydrologischen Kreislaufs.

ein Minimum ist von etwa 8.000 bis 4.000 Jahren v.h. zu verzeichnen. Nach Tachikawa et al. (2011) spiegeln die Ti/Ca-Verhältnisse Niederschlagsvariationen über Papua-Neuguinea wieder, welche vor allem durch Veränderungen in der Sonneneinstrahlung beeinflusst werden. Es fallen Perioden hoher Ti/Ca-Werte, die einen erhöhten terrigenen Eintrag und somit erhöhte Niederschlagswerte anzeigen, mit Maxima in der lokalen Sonneneinstrahlung während der Sommermonate zusammen. Erste Abschätzungen der Sauerstoffisotopenzusammensetzung

($\delta^{18}\text{O}$) des Meerwassers in der oberen Wassersäule (ebenfalls ein Anzeiger für kontinentalen Abfluss und/oder Niederschlag) deuten darauf hin, dass hohe Ti/Ca-Werte mit niedrigen $\delta^{18}\text{O}$ Werten korrelieren, was ebenfalls einen erhöhten Abfluss bzw. Süßwassereintrag anzeigt (Abb. 8).

Es wurden zwei Sedimentkerne östlich vor Mindanao ausgewählt, um Änderungen in der nord-pazifischen Komponente des ITF und in der WPWP-Dynamik zu untersuchen. Elementprofile (z.B. Ca) und Elementverhältnisse (z.B. Ti/Ca) von XRF-Kernscanner-Messungen zeigen einen erhöhten Eintrag von terrigenem Material zwischen etwa 30.000 und 15.000 Jahre v.h.. Eine graduelle Abnahme im terrigenen Eintrag deutet die Ti/Ca-Verhältnissen für die Enteisungsphase zwischen 15.000 Jahre v.h. und 10.000 Jahre v.h. an. Ein erhöhter terrigener Eintrag zwischen etwa 30.000 und 15.000 Jahre v.h. wird jedoch weder durch erhöhte Sedimentationsraten noch durch $\delta^{18}\text{O}$ Meerwasser-Abschätzungen in diesem Zeitraum unterstützt. Daher wird angenommen, dass das Ti/Ca-Verhältnis hier über Änderungen im Ca-Gehalt gesteuert wurde, so dass eher Änderungen in der marinen Produktivität als ein erhöhter terrigener Eintrag zwischen etwa 30.000 und 15.000 Jahre v.h. anzunehmen sind.

2.1.3 SIODP

Mit den sedimentakustischen, bathymetrischen und mehrkanalseismischen Daten aus der Bucht von Davao vor Mindanao, Philippinen, und nördlich von Papua-Neuguinea, die während der SO-228 Expedition durchgeführt wurden, konnten zwei Bohrvorschläge (WP-05A und WP-09A) für den IODP-Vollantrag 799 (Paleoceanographic records of Western Pacific Warm Pool Paleoceanography; Rosenthal, Y., Mountain, G., Mohtadi, M. et al., 2013) erarbeitet werden. Die vorgeschlagenen Bohrlokationen wurden gesetzt und sollen jetzt im Rahmen der IODP Expedition 363 „Western Pacific Warm Pool – Neogene and Quaternary records of Western Pacific Warm Pool paleoceanography“, die vom 06.10. bis 08.12.2016 stattfinden wird, erbohrt werden. Die Bohrlokation WP-05A westlich der Insel Manus im Manus Becken gelegen (nördlich von Papua-Neuguinea) wurde ausgewählt, da hier Klimaschwankungen, u.a. Niederschlagsänderungen über Papua Neuguinea, im Zentrum des WPWP für die letzten 2 Mio. Jahre hochauflösend rekonstruiert werden können. Sedimente an der Bohrlokation WP-09A in der in der Bucht von Davao erlauben eine hochauflösende Rekonstruktion des Ostasiatischen Monsuns für die letzten 600.000 Jahre (Abb. 9).

2.2 Darstellung der wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Expeditionskosten

Die Expeditionskosten waren unverzichtbar für den Erfolg der Expedition. Ohne die Expedition wäre die Gewinnung von Sedimentarchiven östlich und südlich von Mindanao (Philippinen) sowie um die Hauptinsel Papua-Neuguinea, die bis ins letzte Interglazial und darüber hinaus reichen, nicht möglich gewesen. Diese Sedimentarchive erlauben insbesondere nun die Rekonstruktion des hydrologischen Kreislaufs im WPWP und des ITF bis zurück ins letzte Interglazial.

Personalmittel

Aus den zur Verfügung gestellten Personalmitteln wurden Herr Dr. Mahyar Mohtadi (26 Monate), Herr Dr. Stephan Steinke (20 Monate) und Frau Dr. Gema Martínez Méndez (16.5 Monate) finanziert. Alle Wissenschaftler waren erfahren auf dem Gebiet der Paläozeographie und Geochemie und konnten die Arbeiten zu Temperaturrekonstruktionen anhand planktischer und benthischer Foraminiferen, die Radiokohlenstoffdatierungen von planktischen und benthischen Foraminiferen sowie die Analyse der Wasserproben erfolgreich durch-

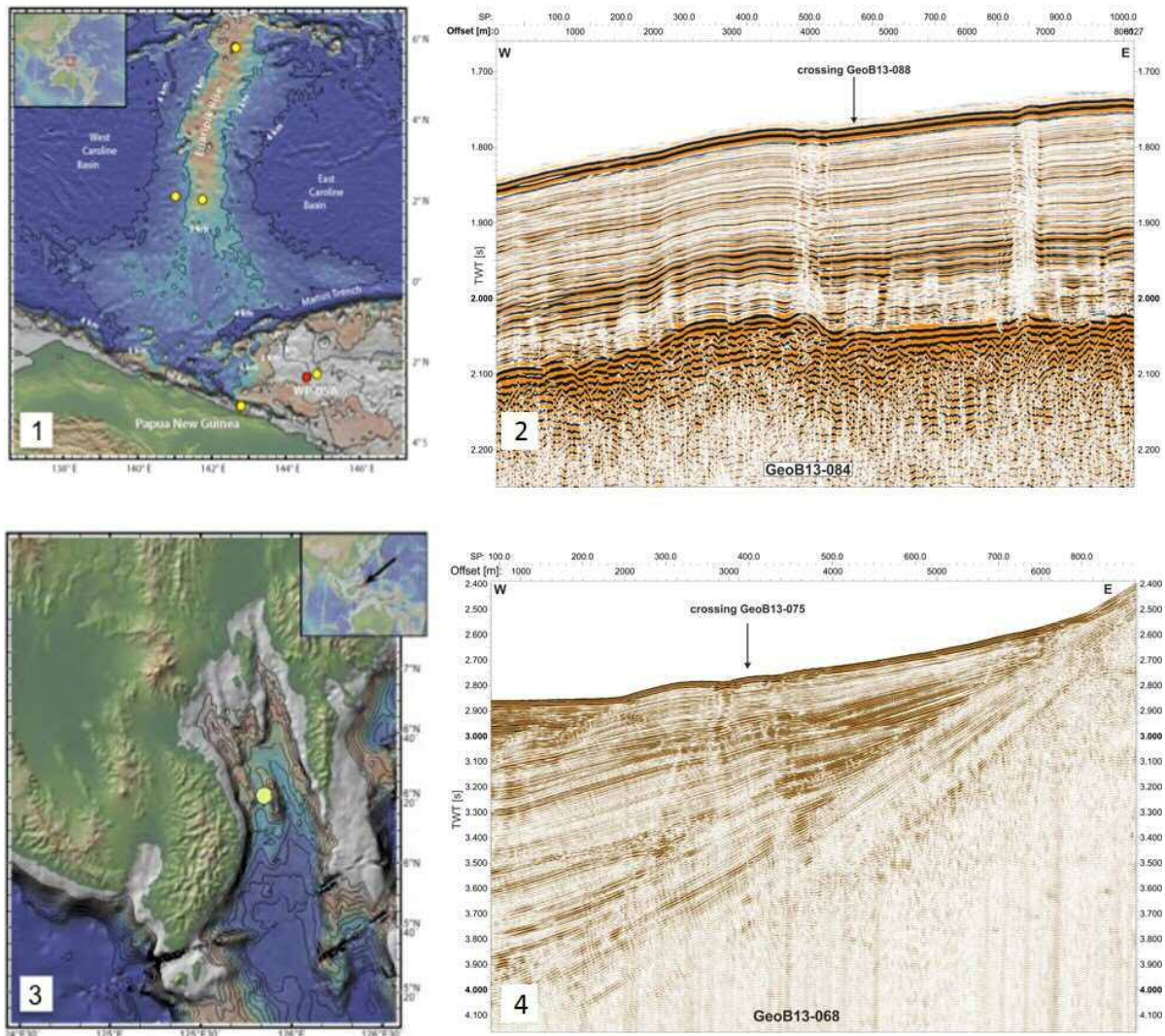


Abb. 9. Lage der Bohrlokationen WP-05A (1) im Manus Becken (N Papua Neuguinea) und WP-09A (3) in der Bucht von Davao (südlich Mindanao/Philippinen) und die während der Expedition SO-228 gewonnenen seismischen Profile (2 und 4) an diesen Lokationen (Rosenthal et al., 2013).

führen. Das Projekt hat zudem von den beiden Doktoranden Martina Hollstein und M. Yusuf Awaluddin profitiert, die vom MARUM bzw. dem Indonesischen Finanzministerium im Rahmen des „Indonesia Endowment Fund for Education (LPDP)“ finanziert wurden bzw. über die Projektlaufzeit hinaus finanziert werden. Die Arbeit an den WESTWIND-Sedimentkernen wird auch nach Ablauf dieses Projektes im Rahmen dieser Doktorarbeiten fortgeführt.

2.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Im Rahmen des Projektes wurden die gewonnenen Wasserproben auf $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{15}\text{N}$, Deuterium, ϵNd , Alkalinität, Spurenmetalle und Seltene Erden untersucht, um wichtige neue Erkenntnisse über die Wassermassen in den Arbeitsgebieten zu gewinnen. Stabile Sauerstoffisotope und Radiokohlenstoffmessungen wurden an ausgewählten Kernen wie geplant durchgeführt. Ziel dieser Arbeiten war zum einen die Erstellung einer hochauflösenden Stratigraphie für die ausgewählten Kerne und zum anderen die Datierung von planktischen und benthischen Foraminiferen aus denselben Sedimenttiefen. Über die Differenz zwischen den planktischen und benthischen Werten kann die Isolation bzw. Ventilation des

Tiefenwassers abgeschätzt werden. Hinzu kam die Erstellung von Mg/Ca-basierten Meeresoberflächen-Wassertemperatur-Zeitreihen für vier Sedimentkerne. Zusammen mit den stabilen Sauerstoffisotopenmessungen an denselben Proben werden diese Daten zur Rekonstruktion der Salzgehaltsänderungen als Anzeiger für hydrologische Änderungen im WPW herangezogen. Die im Rahmen der Expedition SO-228 durchgeführten seismischen Vermessungen konnten, wie geplant, die beiden Bohrlokationen für IODP so charakterisieren, dass sie in die Bohrplanung aufgenommen werden konnten. Wie die hier in diesem Bericht dargestellten Daten zeigen, konnten sie bei Projektanfang aufgestellten Fragestellungen erfolgreich bearbeitet werden.

2.4 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Die wissenschaftlichen Ergebnisse von EISPAC-WESTWIND-SIODP sind im Bereich der Grundlagenforschung angesiedelt und erlauben deshalb keine direkte wirtschaftliche Verwertung. Die wissenschaftlichen Daten sind dagegen entscheidend für ein besseres Verständnis des Klimageschehens im WPWP und dessen Einfluss auf das globale Klima. Das Projekt EISPAC-WESTWIND-SIODP besitzt einen direkten Bezug zum Meeresforschungsprogramm der Bundesregierung im BMBF Rahmenprogramm „System Erde“ und dort besonders zum Themenfeld „Meeresbezogene Klimaforschung“, da die im Rahmen dieses Projektes gewonnenen Ergebnisse einen wertvollen Beitrag zum besseren Verständnis der Rolle des Pazifischen Ozeans auf das Klimasystem der Vergangenheit leisten werden. Darüber hinaus steht das Projekt in direktem Zusammenhang mit der BMBF-Initiative „Forschung für Nachhaltige Entwicklungen (FONA)“ mit den relevanten Schwerpunkten (a) Erdsystem – Geotechnologien mit dem Thema „Ozeanzirkulation und Klimadynamik“ und (b) Energie und Klima mit dem Thema „Prozesse und Wechselwirkungen des Klimasystems“. Die entsprechenden wissenschaftlichen Ergebnisse werden in naher Zukunft in internationalen, begutachteten Wissenschaftszeitschriften veröffentlicht werden.

2.5 Thematischer wissenschaftlicher Fortschritt während des Vorhabens durch Dritte

Im Verlauf des Projektes konnten Ronge et al. (2015) mittels Untersuchungen von $\Delta^{14}\text{C}$ an einem Wassermassentransekt im südlichen Pazifik zeigen, dass ein Reservoir von radiokohlenstoffarmen Wasser zwischen ca. 2000 und ca. 4300 m Wassertiefe im südlichen Pazifik während der letzten Kaltzeit existierte. Zwei Sedimentkerne aus 2500 m und 3600 m Wassertiefe zeigen jedoch ein Ventilationsalter von ca. 8000 Jahren. Solche alten Wassermassen würden auf anoxische Verhältnisse schließen lassen. Es ließen sich jedoch keine Hinweise auf anoxische Bedingungen im gaziolen Südpazifik finden. Jüngste Studien zeigen einen Anstieg von „Mid Ocean Ridge“ (MOR) Vulkanismus während der Eiszeiten aufgrund des globalen Meeresspiegeltiefstands. Aus diesem Grund nehmen Ronge et al. (2015) an, dass die Beimischung von „ ^{14}C -toten“ Kohlenstoff aufgrund erhöhter tektonischer Aktivität entlang der MORs zu extrem niedrigen Radiokohlenstoffwerten beigetragen haben könnte. Sikes und Ko-Autoren (2016) bestätigen die Existenz einer radiokohlenstoffarmen Wassermasse zwischen 1600 m und 3800 m Wassertiefe im südlichen Pazifik während des Letzten Glazialen Maximums und der frühen Enteisungsphase. De la Fuente et al. (2015) berichten von erhöhten Reservoiraltern und einem schlecht durchlüfteten Tiefenwasser im östlichen äquatorialen Pazifik während der letzten Kaltzeit. Es bleibt festzuhalten, dass der tiefe westliche Pazifik im Gegensatz zum südlichen und östlichen Pazifik kein Reservoir für die Speicherung von atmosphärischen CO_2 während der Kaltzeiten darstellte.

2.6 Präsentationen (Poster/Vorträge) und eingereichte/geplante Veröffentlichungen

- Martínez-Méndez, G., Awaluddin, Y., Steinke, S., Southon, J., Mohtadi, M., Searching for the conduit waters of old glacial carbon: deglacial intermediate to deep water records from the western sub-equatorial Pacific. Poster at the AGU Fall Meeting, 15-19 Dec. 2014, San Francisco, USA.
- Mohtadi, M., Glacial to Holocene Hydroclimate of the western Indo-Pacific Warm Pool. Invited talk at the AGU Fall Meeting, 15-19 Dec. 2014, San Francisco, USA.
- Martínez-Méndez, G., Kienast, M., Groeneveld, J., Kwiatkowski, C., Mohtadi, M., Multi-tracer reconstruction of the water column characteristics off Mindanao and off Papua New Guinea with focus on the intermediate depth layer. Talk at the Sonne Status Seminar 2015, 12-13 Feb. 2015, Bremen, Germany.
- Mohtadi, M. und Fahrtteilnehmer, SO228- Westpazifisches Wärmebecken: Fahrtbericht und erste Ergebnisse. Talk at the Sonne Status Seminar 2015, 12-13 Feb. 2015, Bremen, Germany.
- Martínez-Méndez, G., Southon, J., Awaluddin, M.Y., Steinke, S., Mohtadi, M., Is the deep Pacific a reservoir of atmospheric CO₂ during glacials? Talk at the 6th Early Career Scientists Conference for Marine and Climate Research, 5-6 Oct. 2015, Kiel, Germany.
- Mohtadi, M., A Model-Data Assessment of Glacial to Holocene Changes in Walker and Hadley Circulations. Talk at the AGU Chapman Conference – The evolution of the Asian Monsoon, 14-18 June 2015, Hong Kong, China.
- Steinke, S., Multi-decadal to centennial-scale variability in Australian-Indonesian monsoon intensity over the past two millennia. Talk at the AGU Chapman Conference – The evolution of the Asian Monsoon, 14-18 June 2015, Hong Kong, China.
- Awaluddin, Y.M., Mohtadi, M., Martínez-Méndez, G., Rosenthal, Y., Hebbeln, D. Hydroclimate variability in the western Pacific warm pool during the past 60.000 years. Poster accepted for presentation at the EGU, 17-22 Ap. 2016, Vienna, Austria.
- Kienast, M., Lehmann, N., Martínez-Méndez, G., Hathorne, E.C., Plass, A., Hollstein, M., Granger, Mohtadi, M., Tracing ocean circulation in the Western Equatorial Pacific with carbon, nitrate, and neodymium isotopes, and rare earth elements. Goldschmidt Conference, 26.06-01.07.2016, Yokohama, Japan.

Veröffentlichungen

- Mohtadi M., Prange M., Steinke S., accepted. Paleoclimatic insights into forcing and response of monsoon rainfall. *Nature*.
- Mohtadi, M. and cruise participants, 2013, Report and preliminary results of RV SONNE Cruise SO-228, Kaohsiung-Townsville, 04.05.2013-23.06.2013. EISPAC-WESTWIND-SIODP. Berichte aus dem Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen, 29,5, 110 pp. ISSN 2195-7894.
- Rosenthal, Y., Mountain, G., Mohtadi, M., Ravelo, C., Kuhnt, W., Holbourn, A., Schwenk, T., Woodard, S., Linsley, B. and Wright, J., 2013, IODP-Vollantrag 799 –Paleoceanographic records of the Western Pacific Warm Pool variability.

Geplante Veröffentlichungen

- Awaluddin, Y.M., Mohtadi, M., Martínez-Méndez, G., Rosenthal, Y., Hebbeln, D. Hydroclimate variability in the western Pacific warm pool during the past 60.000 years. In preparation, to be submitted to *Paleoceanography*.
- Hollstein, M., Mohtadi, M., Martínez-Méndez, G., Rosenthal, Y., Oppo, D., Hebbeln, D. The use of Mg/Ca and $\delta^{18}\text{O}$ in shells of modern planktic foraminifera for reconstructing the near surface hydrography of the western Pacific Ocean. In preparation, to be submitted to *Paleoceanography*.

Martínez-Méndez, G., Southon, J., Awaluddin, M.Y., Steinke, S., Mohtadi, M., Storage of glacial old CO₂ remains elusive: lack of evidence in intermediate waters of Pacific and Southern Ocean origin. In preparation, to be submitted to Earth and Planetary Science Letters.

3 Literatur

De la Fuente, M., Skinner, L., Calvo, E., Pelejero, C., Cacho, I. (2015). Increased reservoir ages and poorly ventilated deep waters inferred in the glacial Eastern Equatorial Pacific. *Nature Communications* 6, doi: 10.1038/ncomms8420.

Lisiecki, L. E., and M. E. Raymo (2005), A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records, *Paleoceanography*, 20, PA1003, doi:10.1029/2004PA001071.

Molina-Kescher, M., Frank, M., Hathorne, E. (2014). South Pacific dissolved Nd isotope compositions and rare earth element distributions: Water mass mixing versus biogeochemical cycling. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 127, 171-189.

Ronge, T., Köhler, P., Tiedemann, R., Lamy, F., Alloway, B.V., de Pol-Holz, R., Pahnke, K., Southon, J., Wacker, L. (2015). The joint impact of ocean circulation and plate tectonics on the glacial South Pacific carbon pool, AGU Fall Meeting, San Francisco, 14 December 2015 - 18 December 2015.

Rosenthal, Y., Mountain, G., Mohtadi, M., Ravelo, C., Kuhnt, W., Holbourn, A., Schwenk, T., Woodard, S., Linsley, B., Wright, J. Paleoceanographic Records of Western Pacific Warm Pool Paleoceanography. IODP Full proposal 799 (www.iodp.org/expeditions).

Sikes, E.L., Cook, M.S., Guilderson, T.P. (2016). Reduced deep ocean ventilation in the Southern Pacific Ocean during the last glaciation persisted into the deglaciation. *Earth and Planetary Science Letters* 438, 130-138.

Stichel, T., Frank, M., Rickli, J., Hathorne, E., Haley, B.C., Jeandel, A., Pradoux, C. (2012). Sources and input mechanisms of hafnium and neodymium in surface waters of the Atlantic sector of the Southern Ocean. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 94, 22-37.

Tachikawa, K., Cartapanis, O., Vidal, L., Beaufort, L., Barlyaeva, T., Bard, E., 2011. The precession phase of hydrological variability in the Western Pacific Warm Pool during the past 400 ka. *Quaternary Science Reviews* 30, 3716-3727.

Anlage A – Erfolgskontrollbericht (gemäß BNBest-BMBF 98)

Zuwendungsempfänger: Universität Bremen MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften Prof. Dr. Dierk Hebbeln	Förderkennzeichen: 03G0228A
Vorhabenbezeichnung: SO 228 – EISPAC, WESTWIND, SIODP: Paläoklima, Hydrologie und IODP Site Survey in SE Asien (Philippinen und Papua Neuguinea)	
Laufzeit des Vorhabens: 01.04.2013 bis 31.07.2015	

1. Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen, z.B. des Förderprogramms - (ggf. unter Angabe des Schwerpunkts) - soweit dies möglich ist

Das Projekt EISPAC-WESTWIND-SIODP besitzt einen direkten Bezug zum Meeresforschungsprogramm der Bundesregierung im BMBF Rahmenprogramm „System Erde“ und dort besonders zum Themenfeld „Meeresbezogene Klimaforschung“, da die im Rahmen dieses Projektes gewonnenen Ergebnisse einen wertvollen Beitrag zum besseren Verständnis der Rolle des Pazifischen Ozeans auf das Klimasystem der Vergangenheit leisten werden. Darüber hinaus steht das Projekt in direktem Zusammenhang mit der BMBF-Initiative „Forschung für Nachhaltige Entwicklungen (FONA)“ mit den relevanten Schwerpunkten (a) Erdsystem – Geotechnologien mit dem Thema „Ozeanzirkulation und Klimadynamik“ und (b) Energie und Klima mit dem Thema „Prozesse und Wechselwirkungen des Klimasystems“.

2. wissenschaftlich-technische Ergebnisse des Vorhabens, die erreichten Nebenergebnisse und die gesammelten wesentlichen Erfahrungen

Im Mittelpunkt dieses Projekts stand die Expedition SO-228 (EISPAC-WESTWIND-SIODP) mit dem Forschungsschiff SONNE im Mai/Juni 2013. Es handelt sich hier um ein Projektbündel bestehend aus den Einzelvorschlägen „Eiszeitliche Speicherung von atmosphärischem CO₂ im Ozean (EISPAC)“, „Hydrologie des West-Pazifischen Warm Pools und deren Einfluss auf den Indonesischen Durchstrom (WESTWIND)“ und „Seismische Vermessung für den IODP Vollantrag 799 (SIODP)“. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse zu den jeweiligen Einzelprojekten kurz dargestellt.

EISPAC - Der im Vergleich mit Warmzeiten deutlich reduzierte eiszeitliche CO₂-Gehalt in der Atmosphäre wird auf eine Zwischenspeicherung des CO₂ im tiefen Ozean zurückgeführt. Das Ziel von EISPAC war es, Sedimente vom Kontinentalhang vor den Philippinen zu beproben, um die eiszeitliche „Tiefenwasser-Reservoir“-Hypothese für den westlichen Pazifik zu testen. Falls es ein solches tiefes CO₂-Reservoir im westlichen tiefen Pazifik gab, sollte getestet werden, ob das dort gespeicherte CO₂ während der letzten Abschmelzphase (etwa 18.000-10.000 Jahre vor heute) über das Nordpazifische Zwischenwasser (NPIW) wieder an die Atmosphäre abgegeben wurde. Zudem sollte mit einem Sedimentkern nördlich von Papua Neuguinea geklärt werden, ob während der letzten Enteisungsphase zwischengespeichertes CO₂ über das in der Südlichen Hemisphäre gebildete Antarktische Zwischenwasser (AAIW) an die Atmosphäre abgegeben wurde. In diesem Fall wäre vermutlich nicht der tiefe Pazifik, sondern das Südpolarmeer der Speicher des atmosphärischen CO₂ während der Kaltzeiten.

Dafür wurden in Zusammenarbeit mit dem „Keck Carbon Cycle Accelerator Mass Spectrometry Laboratory“ in Irvine, USA, mehr als 200 Radiokohlenstoffmessungen zur Datierung von planktischen und benthischen Foraminiferen aus denselben Sedimentteufen durchgeführt. Es wird davon ausgegangen, dass die Radiokohlenstoffgehalte in planktischen Foraminiferen mit der Atmosphäre im Gleichgewicht stehen, während die

benthischen Foraminiferen das Alter des Tiefenwassers reflektieren. Somit kann die Differenz zwischen den planktischen und benthischen Werten ($\Delta^{14}\text{C}$) als ein Maß für die Isolation bzw. Ventilation des Tiefenwassers benutzt werden. Die Ergebnisse zeigen keine systematischen oder außerordentlichen Anomalien im $\Delta^{14}\text{C}$ während der letzten Abschmelzphase und somit kommt der westliche äquatoriale Pazifik nicht als Kandidat für die Freisetzung des ozeanisch gespeicherten CO_2 in die Atmosphäre in Frage. Die Ergebnisse der Sedimentkerne im Bereich des AAIW vor Papua Neu Guinea geben auch keine Hinweise auf die Freisetzung von Kohlenstoff aus einem abysalen Reservoir im tiefen Pazifik oder dem Südpolarmeer. Somit konnte durch die EISPAC-Untersuchungen gezeigt werden, dass es keine Anzeichen dafür gibt, dass während der Eiszeit im tiefen Pazifik und/oder im Südpolarmeer gespeichertes CO_2 während der letzten Enteisungsphase im westlichen äquatorialen Pazifik über das NPIW und/oder das AAIW an die Atmosphäre abgegeben wurde.

WESTWIND - Der hydrologische Kreislauf des Westpazifischen Warm Pools (WPWP) wird heute sowohl durch Veränderungen der El Niño-Südliche Oszillation (ENSO) als auch durch das Klima der hohen Breiten beeinflusst. Trotz der Bedeutung dieses Kreislaufes für das regionale Klimageschehen und seiner aktiven Rolle im globalen Zirkulationsgeschehen sind seine langzeitigen Veränderungen und deren Einfluss auf den Indonesischen Durchstrom (ITF) noch weitestgehend unbekannt. Mit dem Ziel das Prozessverständnis zur Dynamik des hydrologischen Kreislaufs im Bereich des WPWP unter sich ändernden Klimabedingungen zu verbessern, wurden im Rahmen von WESTWIND zeitlich hochauflösende Sedimentkerne aus den Regionen um Papua Neuguinea und die Philippinen gewonnen, anhand derer die Steuerungsmechanismen des hydrologischen Kreislaufs im WPWP auf Zeitskalen von Jahrzehnten bis Jahrtausenden untersucht wurden.

Anhand von Abschätzungen früherer Wassertemperaturen und Sauerstoffisotopenzusammensetzungen des Meerwassers (als Indikator für den Salzgehalt) aus unterschiedlichen Wassermassenstockwerken konnten für die beiden Arbeitsgebiete vor den Philippinen und vor Papua-Neuguinea hochauflösende Zeitreihen, die über 100.000 Jahre zurückreichen, erstellt werden. Kombiniert man diese mit Elementverhältnissen wie z.B. das Ti/Ca-Verhältnis, das als Indikator für den terrigenen Eintrag angesehen werden kann, zeigt sich, dass besonders vor Papua-Neuguinea der hydrologische Kreislauf über die Sonneneinstrahlung gesteuert wird. Dort resultieren Maxima in der lokalen Sonneneinstrahlung während der Sommermonate mit erhöhten Niederschlagswerten, die sich auch in einem erhöhten terrigenen Eintrag widerspiegeln.

SIODP – Im Rahmen von SIODP wurden seismische Vermessungen in der Bucht von Davao (Philippinen) und nördlich von Papua-Neuguinea durchgeführt, um diese mit umfassender seismischer Dokumentation in den IODP-Vollantrag 799 – „Paleoceanographic records of the Western Pacific Warm Pool variability“ als Bohrlokationen aufnehmen zu können. Der IODP-Antrag war bereits vorher wissenschaftlich sehr positiv bewertet worden, wobei allerdings das Fehlen von seismischen Daten bemängelt wurde. Die im Zuge der Expedition SO-228 durchgeführten Vermessungen erlaubten jetzt eine hervorragende Dokumentation dieser Bohrlokationen, so dass diese als Bohrvorschläge WP-05A und WP-09A in den IODP-Vollantrag 799 aufgenommen werden konnten. Der Antrag wurde inzwischen in die Fahrtplanung aufgenommen und beide Lokationen sollen jetzt im Rahmen der IODP Expedition 363 „Western Pacific Warm Pool – Neogene and Quaternary records of Western Pacific Warm Pool paleoceanography“, die vom 06.10. bis 08.12.2016 stattfinden wird, erbohrt werden.

3. **Fortschreibung des Verwertungsplans.** Diese soll, soweit im Einzelfall zutreffend, Angaben zu folgenden Punkten enthalten (Geschäftsgeheimnisse des Zuwendungsempfängers brauchen nicht offenbart zu werden):

- 3.1 **Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte, die vom Zuwendungsempfänger oder von am Vorhaben Beteiligten gemacht oder in Anspruch genommen wurden, sowie deren standortbezogene Verwertung (Lizenzen u.a.) und erkennbare weitere Verwertungsmöglichkeiten**

Das Projekt EISPAC ist im Bereich der klimageschichtlichen Grundlagenforschung angesiedelt und hatte zu keiner Zeit das Ziel, Neuentwicklungen/Erfindungen zu generieren, die einer Schutzrechtsanmeldung bedürft hätten.

- 3.2 **Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) - z.B. auch funktionale/wirtschaftliche Vorteile gegenüber Konkurrenzlösungen, Nutzen für verschiedene Anwendergruppen/-industrien am Standort Deutschland, Umsetzungs- und Transferstrategien (Angaben, soweit die Art des Vorhabens dies zulässt),**

Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Projekte EISPAC-WESTWIND-SIODP sind im Bereich der klimageschichtlichen Grundlagenforschung angesiedelt und erlauben deshalb keine direkte wirtschaftliche Verwertung.

- 3.3 **Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) - u.a. wie die geplanten Ergebnisse in anderer Weise (z.B. für öffentliche Aufgaben, Datenbanken, Netzwerke, Transferstellen etc.) genutzt werden können. Dabei ist auch eine etwaige Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen, Firmen, Netzwerken, Forschungsstellen u.a. einzubeziehen,**

Die wissenschaftlichen Daten der Projekte EISPAC-WESTWIND-SIODP können entscheidend zu einem besseren Verständnis des Klimageschehens im WPWP und zu dessen Einfluss auf das globale Klima beitragen. Das bereits generierte und auch das im Rahmen der noch laufenden Doktorarbeiten zu generierende neue Prozessverständnis kann zu einer weiteren Verbesserung der relevanten Klimamodelle herangezogen werden. Die entsprechenden wissenschaftlichen Ergebnisse aus diesen Projekten werden in naher Zukunft in internationalen, begutachteten Wissenschaftszeitschriften veröffentlicht und damit den interessierten Fachkollegen zugänglich gemacht werden.

- 3.4 **Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit für eine mögliche notwendige nächste Phase bzw. die nächsten innovatorischen Schritte zur erfolgreichen Umsetzung der Ergebnisse**

Die bislang erzielten Ergebnisse weisen auf eine Reihe neuer, interessanter Forschungsansätze hin. Nach der Publikation der Ergebnisse und dem daran anschließenden Austausch mit der Modellierer-Community lassen sich diese im Dialog weiterentwickeln, um mittel- bis langfristig möglicherweise einen neuen Fahrtantrag für das Forschungsschiff SONNE für den Bereich des Westpazifiks zu erstellen.

4. **Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben**

Ursprünglich sollte die Expedition SO-228 in den Hoheitsgewässern der Philippinen, von Papua-Neuguinea und vor allem von Indonesien durchgeführt werden. Jedoch blieb die indonesische Forschungsgenehmigung trotz rechtzeitiger und intensiver Bemühungen von der deutschen Seite (Fahrtleiter, Auswärtiges Amt, Deutsche Botschaft in Indonesien) und von unserem indonesischen Partnerinstitut (Institute for Marine Research and Observation, Bali) aus nicht nachvollziehbaren Gründen aus. Es konnten somit keine Sedimentkerne aus der Region Irian Jaya im östlichen Indonesien gewonnen werden, um u.a. den Einfluss der südpazifischen Wassermassen auf den ITF und die Veränderungen des hydrologischen Kreislaufs im Süden von Irian Jaya zu untersuchen (siehe Antrag auf Schiffszeit mit FS Sonne von Prof. Dr. Dierk Hebbeln und Dr. Mahyar Mohtadi). Eine schnelle und großzügige Erweiterung der Forschungsgenehmigung durch Papua-Neuguinea konnte jedoch Abhilfe schaffen. Die Arbeitsgebiete konnten weiter nach Osten

in die Hoheitsgewässer von Papua-Neuguinea verlagert werden. Da diese Verlagerung entlang des südpazifischen Einstromes in den ITF erfolgte, konnten die aufgestellten Fragestellungen wie vorgesehen bearbeitet werden.

5. Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer - z.B. Anwenderkonferenzen (Angaben, soweit die Art des Vorhabens dies zulässt),

Trifft für dieses Projekt nicht zu.

6. Einhaltung der Ausgaben- und Zeitplanung.

Die im Antrag aufgeführte Kostenplanung konnte größtenteils eingehalten werden. Lediglich aufgrund notwendiger flexibler Projektanpassungen wurde in Einzelfällen von der möglichen Kostenstellenerhöhung um 20% zu Ungunsten einer anderen Kostenstelle innerhalb des Projekt-gebundenen Kostenrahmens Gebrauch gemacht.

Die Zeitplanung, beginnend mit der Expeditionsvorbereitung und der Expedition SO-228 und dann fortgesetzt mit der Auswertung, wurde eingehalten. Zusätzlich zu den im Projektverlauf erstellten Daten und Auswertungen, die in naher Zukunft publiziert werden sollen, wird die Auswertung im Rahmen von zwei extern finanzierten Doktorarbeiten (MSc Martina Hollstein und MSc M. Yusuf Awaluddin) zur Zeit noch fortgesetzt. Durch diese zusätzliche Unterstützung des Projektes kann die Auswertung über den ursprünglich geplanten Rahmen hinaus erweitert werden.

Anlage B - Verwertungsplan mit Zeithorizont (gemäß Nr. 4.2 BNBest-BMBF 98)

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Zeithorizont
1	Publikation: Awaluddin, Y.M., Mohtadi, M., Martínez-Méndez, G., Rosenthal, Y., Hebbeln, D. Hydroclimate variability in the western Pacific warm pool during the past 60.000 years. In preparation, to be submitted to Paleoceanography.	12/2017
2	Publikation: Hollstein, M., Mohtadi, M., Martínez-Méndez, G., Rosenthal, Y., Oppo, D., Hebbeln, D. The use of Mg/Ca and $\delta^{18}\text{O}$ in shells of modern planktic foraminifera for reconstructing the near surface hydrography of the western Pacific Ocean. In preparation, to be submitted to Paleoceanography.	12/2017
3	Publikation: Martínez-Méndez, G., Southon, J., Awaluddin, M.Y., Steinke, S., Mohtadi, M., Storage of glacial old CO_2 remains elusive: lack of evidence in intermediate waters of Pacific and Southern Ocean origin. In preparation, to be submitted to Earth and Planetary Science Letters.	12/2017

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel EISPAC-WESTWIND-SIODP EISPAC: Eiszeitliche Speicherung von atmosphärischem CO ₂ im Ozean; WESTWIND: Hydrologie des Westpazifischen Warm Pools und deren Einfluss auf den Indonesischen Durchstrom; SIODP: Seismische Vermessung für den IODP-Vollantrag 799	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Hebbeln, Dierk Mohtadi, Mahyar	5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.07.2015 6. Veröffentlichungsdatum 22.03.2016
7. Form der Publikation Abschlussbericht	
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) MARUM, Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen	9. Ber. Nr. Durchführende Institution 10. Förderkennzeichen *) 03G0228A
11. Seitenzahl: 18	
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), 53170 Bonn	13. Literaturangaben: 6 14. Tabellen: keine
15. Abbildungen: 8	
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) Projektträger Jülich, Rostock, 22.03.2016	
18. Kurzfassung Im Mittelpunkt dieses Projekts stand die Expedition SO-228 (EISPAC-WESTWIND-SIODP) mit dem Forschungsschiff SONNE im Mai/Juni 2013. Es handelt sich hier um ein Projektbündel bestehend aus den Einzelvorschlägen „Eiszeitliche Speicherung von atmosphärischem CO ₂ im Ozean (EISPAC)“, „Hydrologie des West-Pazifischen Warm Pools und deren Einfluss auf den Indonesischen Durchstrom (WESTWIND)“ und „Seismische Vermessung für den IODP Vollantrag 799 (SIODP)“. Es konnten zahlreiche Sediment- und Multicorer-Kerne in den Arbeitsgebieten vor Mindanao (Philippinen) sowie um die Hauptinsel Papua-Neuguineas gewonnen werden. An 15 Stationen wurde die Wassersäule mit der CTD beprobt. Außerdem wurden seismo-akustische Untersuchungen durchgeführt, aus denen zwei Bohrvorschläge für den IOPD-Vollantrag 799 erarbeitet werden konnten, die jetzt im Zuge der IODP Expedition 363 „Western Pacific Warm Pool“ in 2016 erbohrt werden sollen. Die Auswertung der Wassersäulenproben vor den Philippinen und Papua Neuguinea im Rahmen der Arbeiten im Teilprojekt EISPAC ergab, dass sich vor den Philippinen nur noch Spuren des Antarktischen Zwischenwassers (AAIW) nachweisen lassen. Anhand der Sedimentkerne konnte gezeigt werden, dass es keine Anzeichen dafür gibt, dass während der Eiszeit im tiefen Pazifik und/oder im Südpolarmeer gespeichertes CO ₂ während der letzten Enteisungsphase im westlichen äquatorialen Pazifik über das Nordpazifische Zwischenwasser (NPIW) und/oder das AAIW an die Atmosphäre abgegeben wurde. Temperatur- und Salinitätsabschätzungen über den letzten Glazial/Interglazialzyklus weisen in Verbindung mit Elementverhältnissen (z.B. Ti/Ca), die mit einem XRF-Kernscanner ermittelt wurden, auf deutliche Veränderungen im hydrologischen Kreislauf hin. Dies wird besonders für das Arbeitsgebiet vor Papua-Neuguinea deutlich, wo Veränderungen in der Sonneneinstrahlung zu Änderungen im Niederschlagsregime geführt haben. Demgegenüber stehen die Daten aus dem Arbeitsgebiet vor Mindanao, wo Veränderungen in den Elementverhältnissen eher auf Produktivitätsveränderungen zurückzuführen sind.	
19. Schlagwörter Westpazifik, West Pacific Warm Pool (WPWP), Dynamik des hydrologischen Kreislaufs, Speicherung von atmosphärischem CO ₂ im tiefen Pazifik	
20. Verlag	21. Preis

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. type of document (e.g. report, publication) Final report
3. title EISPAC-WESTWIND-SIODP EISPAC: Glacial sequestration of atmospheric CO ₂ in the deep Pacific; WESTWIND: The hydrologic cycle of the Western Pacific Warm Pool (WPWP) and its influence on the Indonesian Throughflow; SIODP: Seismic Survey to support the IODP-full proposal 799.	
4. author(s) (family name, first name(s)) Hebbeln, Dierk Mohtadi, Mahyar	5. end of project 31.07.2015 6. publication date 22.03.2016
7. form of publication Final report	
8. performing organization(s) (name, address) MARUM, Center for Marine Environmental Sciences, University of Bremen	9. originator's report no. 10. reference no. 03G0228A
11. no. of pages: 18	
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), 53170 Bonn	13. no. of references: 6 14. no. of tables: none
15. no. of figures: 8	
16. supplementary notes	
17. presented at (title, place, date) Projekträger Jülich, Rostock, 22.03.2016	
18. abstract This study centered around RV SONNE expedition SO-228 (EISPAC WESTWIND-SIODP) to the Western Pacific in May/June 2013. The RV SONNE expedition SO-228 combines three individual cruise proposals for research in the Western Pacific: "Glacial sequestration of atmospheric CO ₂ in the deep Pacific (EISPAC)", "The hydrologic cycle of the Western Pacific Warm Pool (WPWP) and its influence on the Indonesian Throughflow (WESTWIND)" and "Seismic Survey to support the IODP-full proposal 799 (SIODP)". In the two main working areas off Mindanao (Philippines) and north off Papua New Guinea several sediment and multicorer cores have been collected. The water column was sampled with the CTD at 15. In addition, seismo-acoustic surveys have been conducted facilitating the documentation of two drill site proposals for the IODP-full proposal 799, which now will be drilled during the upcoming IODP Expedition 363 "Western Pacific Warm Pool" in 2016. The analyses of the water samples collected off Mindanao and off Papua New Guinea done within the framework of EISPAC revealed, that off the Philippines only traces of Antarctic Intermediate Water (AAIW) could be found. Based on the sediment core analyses it became clear that CO ₂ that might have been stored in the last glacial in the deep Pacific and/or in the deep Southern has during the last deglaciation neither been released through the North Pacific Intermediate Water (NPIW) nor through the AAIW to the atmosphere. Estimates of past temperature and salinity variations over the last glacial-interglacial cycle complemented by element ratios (e.g., Ti/Ca) obtained by XRF core scanning clearly point to changes in the hydrological cycle. This becomes most obvious for the working area off Papua New Guinea, where changes in insolation triggered changes in the precipitation regime. In contrast, off Mindanao, changes in the element ratios are most likely driven by productivity changes.	
19. keywords Western Pacific, Western Pacific Warm Pool (WPWP), dynamics of the hydrological cycle, sequestration of atmospheric CO ₂ in the deep Pacific Ocean	
20. publisher	21. price