



Doctoral Thesis

Late quaternary paleoceanography of the Great Australian Bight a geochemical and sedimentological study of cool-water carbonates ODP Leg 182, Site 1127

Author(s):

Andres, Miriam S.

Publication Date:

2002

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004447516> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH No. 14831

**LATE QUATERNARY PALEOCEANOGRAPHY OF THE
GREAT AUSTRALIAN BIGHT:
A Geochemical and Sedimentological Study of Cool-Water
Carbonates, ODP Leg 182, Site 1127**

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH
for the degree of
DOCTOR OF NATURAL SCIENCES

Presented by

MIRIAM S. ANDRES

Dipl Geol., University of Zurich

Born August 4, 1972

Citizen of Aetingen, Solothurn

Accepted on the recommendation of:

Prof. Dr. Judith A. McKenzie

Referee

PD Dr. Stefano M. Bernasconi

Co-referee

Prof. Dr. Thomas Stocker

Co-referee

Dr. Daniel Ariztegui

Co-referee

Zurich, 2002

ABSTRACT

The thesis aims at identifying paleoceanographic and paleoclimatic change in the temperate-water realm of the Great Australian Bight (GAB). It shows that changes are reflected in the sedimentary succession of cool-water carbonates and that these sediments contain chemical, physical and biological signatures to assess them. Furthermore, these changes are correlated to regional and global changes with respect to timing and amplitude. To accomplish these aims, a detailed, high-resolution geochemical and sedimentological study was undertaken using proxy records developed from a 450-m long marine sediment record spanning the last 850,000 years, which was recovered at Site 1127 during ODP Leg 182, on the (GAB).

The GAB, a wide, cool-water carbonate dominated, ramp-type shelf, directly faces the Southern Ocean. Due to the high-energy environment, the biogenic carbonate sediments are swept seaward where they accumulate on the shelf edge and slope. The modern oceanography is influenced by the warm, oligotrophic water of the Leeuwin Current, which flows around the tip of southwest Australia, and by the cooler, nutrient-rich waters of the Southern Ocean entering the Bight from the east as the Flinders Current.

The importance of the Southern Ocean within the global climate system has been shown in Late Quaternary studies. Yet, long and continuous records from the southern mid-to-high latitudes of the ocean are sparse. This region is ideally suited to contribute an appropriate record for the following reasons: (1) its mid-latitude, Southern Hemisphere location is far removed from Northern Hemisphere melt-water pulsing, but also at some distance to the Antarctic ice-sheet influence, (2) sedimentation rates form the basis for high-resolution studies, (3) abundant planktonic foraminifera provide a detailed chronology, (4) sea-level fluctuations have a large impact on continental margin evolution, and (5) the continental proximity allows to link terrestrial and open ocean setting.

The stratigraphy, based on a ^{14}C -dated chronology for the last 50 ka and on correlated $\delta^{18}\text{O}$ fluctuations in the remainder of the record, identifies the last 21 glacial-interglacial cycles. Thus, variations in carbonate mineralogy, sand-fraction percentages and Natural Gamma Ray measurements reflect the response of the neritic shelf community to sea-level rise and fall over the last 850 ka. During the last 250 ka (MIS 1-6), bryozoan mound growth is prolific during nutrient-rich glacial conditions, but absent during warm Leeuwin Current-influenced interglacials. The less pronounced mid-Pleistocene glacial-interglacial fluctuations (MIS 7 to 21) are explained by a generally northerly position of the Subtropical Convergence Zone but also during interglacials, which prevents Leeuwin Current flow into the GAB region. Site 1127 record not only represents the longest continuous record of paleoceanographic change in the sparsely documented southern mid-latitude region but also links open-ocean changes onto the continental margin of cool-water carbonate deposition.

A high-resolution $\delta^{18}\text{O}$ record and ^{14}C -chronology records in unprecedented detail changes in paleoceanography and margin evolution of the last glacial cycle. The initial step-wise warming during the LGM to Holocene transition is interrupted by two rapid cold reversals, which are ^{14}C -dated from 13.1 to 12.3 and 12.3 to 11.1 thousand years before present and separated by a brief but significant warming. The timing and nature of these two cold reversals correlates overall to the recently proposed Oceanic Cold Reversal observed in the mid-latitude Indian Ocean. The second, more intense, abrupt cooling, although smaller in amplitude, resembles and is synchronous with the Younger Dryas Chronozone as evidenced in the Northern Hemisphere.

Bulk sedimentary iron abundance data together with the $\delta^{18}\text{O}$ record document oceanographic, hydrologic and atmospheric circulation changes affecting the southern Australia and adjacent GAB during the last 20,000 years. Interpreted as SST and dust proxy records, the 10-m sequence shows the dramatic change from the cold, dry and windy LGM to the wet and warm Early Holocene and document the aridification and increased climate variability due to ENSO during the Late Holocene.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorgelegte Doktorarbeit befasst sich mit der Identifizierung von paläozeanographischen und klimatischen Veränderungen in den kalten Wassermassen der Grossen Australischen Bucht (GAB). Sind solche Veränderungen in der sedimentären Sequenz von Kaltwasserkarbonaten archiviert, und beinhalten die Sedimente chemische, physikalische und biologische Signaturen um solche zu identifizieren? Des weiteren, falls die Veränderungen archiviert sind, wie korrelieren sie zu regionalen und globalen Veränderungen, vor allem bezüglich Gleichzeitigkeit und Ausmass? Um diese Fragen zu beantworten, befasste sich diese geochemische und sedimentologische Studie mit der detaillierten und hochauflösenden Analyse des Sedimentkerns 1127. Dieser bis zu 850 000 Jahre (850 ka) zurückreichender, 450 m langer Kern wurde auf der 182. Forschungsfahrt des Internationalen Tiefseebohrprogramms (ODP) gebohrt.

Die GAB ist gekennzeichnet durch einen weiten, leicht geneigten Kontinentschelf am nördlichen Rand des Südozeans. Starke Strömungen transportieren das biogen produzierte Karbonat den Schelf hinunter und lagern es am Kontinentalrand und -abhang ab. Die heutige Ozeanographie wird stark von den warmen, nährstoffarmen Wassermassen des Leeuwin Stroms beeinflusst, welcher um die südwestliche Spitze Australiens fliesst. Des weiteren wird das Gebiet von den kälteren, nährstoffreichen Wassermassen des von Ostern her fliessenden Flinders Stroms beeinflusst.

Die wichtige Rolle des Südozeans im globalen Klimasystem, wurde in Studien des Spätquartärs gezeitigt. Doch bis heute, existieren nur wenige, lange und kontinuierliche Archive aus den mittleren und hohen Breiten der Südhemisphäre. Aus folgenden Gründen eignet sich ein Archiv aus dieser Region besonders: (1) die mittleren Breiten der Südhemisphäre liegen weit entfernt von den Schmelzwassereinträgen der Nordhemisphäre und in grosser Distanz zum Antarktischen Eisschild, (2) hohe Sedimentationsraten ermöglichen hochauflösende Studien, (3) planktonische Foraminiferen bilden die Grundlage einer detaillierten Chronologie, (4) Meeresspiegelschwankungen haben einen grossen Einfluss auf die Evolution eines Kontinentalrandes, und (5) die Nähe des Australischen Kontinents ermöglicht die Verbindung von terrestrischen und marinen Archiven.

Anhand der Sauerstoffisotopenstratigraphie wurden die letzten 21 glazial-interglazialen Zyklen identifiziert. Variationen in der Karbonatmineralogie, Sandfraktion und Messungen der natürlichen Gammastrahlung spiegeln die Reaktion der neritischen Schelfgemeinschaft auf Meeresspiegelschwankungen der letzten 850 ka wieder. Während den letzten 250 ka (MIS 1-6), wuchsen Bryozoenhügel unter nährstoffreichen Glazialbedingungen, während sie in den warmen, vom Leeuwin Strom beeinflussten Interglaziale wieder verschwanden. Die weniger deutlichen mittel-Pleistozänen glazial-interglazialen Schwankungen (MIS 7 to 21) können durch eine nördlichere Position der Subtropischen Konvergenzzone erklärt werden, welche den Einfluss des Leeuwin Stromes in die GAB verhinderte. Der Kern 1127 repräsentiert nicht nur das längste, kontinuierlichste Archiv in dieser zu wenig untersuchten Gegend, sondern verbindet zusätzlich die ozeanischen Veränderungen mit den Veränderungen auf dem von Kaltwasserkarbonaten dominiertem Kontinentalrand.

Ein weiterer Teil der Studie befasst sich mit der jüngsten geologischen und ozeanographischen Geschichte der GAB. Der hochauflösende $\delta^{18}\text{O}$ Datensatz und die ^{14}C -Chronologie zeigen im Detail die Veränderungen der Paleozeanographie und des Kontinentalrandes während des letzten glazialen Zyklusses, vor 20 000 Jahren bis heute. Die anfänglich stufenweise Erwärmung während des Übergangs von der letzten Eiszeit ins Holozän in Kern 1127 wird von zwei abrupten Kälteeinbrüchen unterbrochen (datiert 13.1 bis 12.3 und 12.3 bis 11.1 ka). Die zeitliche Abfolge und die Eigenschaften dieser Kälteeinbrüche korrelierten mit dem Ozeanischem Kälteeinbruch aus den mittleren Breiten des Indischen Ozeans. Die zweite, stärkere Abkühlung, obwohl kleiner in der Amplitude, ähnelt und ist zeitgleich mit der Jüngeren Dryas Chronozone der Nordhemisphäre.

Die hochauflösende Sequenz von Kaltwasserkarbonaten aus der GAB erweist sich als exzellentes Archiv der paläozeanographischen und klimatischen Veränderungen des Spätquartärs.