

VU Research Portal

Sensing Seasonality by Planktonic Foraminifera

Feldmeijer, W.

2015

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Feldmeijer, W. (2015). *Sensing Seasonality by Planktonic Foraminifera*.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Samenvatting

Planktonische foraminiferen zijn eencellige in zeewater zwervende diertjes die een kalkschelpje maken en leven tussen de zeespiegel en wel 1000 meter diepte in de oceanen. Deze organismen kunnen zich niet actief voort bewegen en zijn dus overgeleverd aan de stromingen van het water. Momenteel leven er ongeveer 48 verschillende soorten, geïdentificeerd op basis van uiterlijke kenmerken zoals het hebben van stekels, symbiotische algen en de grootte van poriën in de schelpjes. Veel van deze soorten hebben een specifieke leefomgeving in bijvoorbeeld een bepaalde klimaatzone terwijl andere soorten bij voorkeur op een bepaalde diepte leven in de waterkolom. Vanwege deze habitat restricties vormt het stabiele isotopensignaal opgeslagen in het schelpje van planktonische foraminiferen, een bron van informatie over de seizoensgewijze hydrografie en water temperatuur van de oceanen.

Het stabiele zuurstof ($\delta^{18}\text{O}$) en koolstof ($\delta^{13}\text{C}$) isotopen signaal in deze kalkschelpjes wordt al sinds midden jaren '50 gebruikt voor paleoklimatologische en paleoceanografische reconstructies. De isotopensamenstelling is vooral een goede weerspiegeling van de (gemiddelde) temperatuur en isotopensamenstelling van het water waarin het schelpje gevormd is. Intussen zijn er verschillende factoren die deze samenstelling kunnen beïnvloeden zowel tijdens de levenscyclus van de foraminifeer (bijvoorbeeld het 'vital effect'), als in de lege schelpjes op de zeebodem (bijvoorbeeld mixen door benthische organismen en oplossing) en deze moeten in ogenschouw genomen worden tijdens het bestuderen van schelpjes uit de oceaانبodem.

Grootschalige klimaat variabiliteit, zoals de afwisseling tussen ijstijden en tussenijstijden, wordt al sinds de jaren '60 bestudeerd. Tijdens de laatste halve eeuw hebben er significante verbeteringen plaatsgevonden in bemonstering maar ook meettechniek wat heeft geleid tot hogere kwaliteit meetresultaten. Deze data hebben sinds de jaren '80 de mogelijkheid geboden om klimaatvariabiliteit op kortere tijdsschaal, zoals Dansgaard-Oeschger events (DO-events) en Heinrich Events (HE), in meer detail te onderzoeken. Waar de meeste studies van de stabiele isotopensamenstelling van planktonische foraminiferen zich richtten op een zo hoog mogelijke resolutie door de eeuwen, zijn we nu in staat om individuele schelpjes uit een monster te meten en zo de seizoenale variabiliteit onder de loep te nemen. Voor mijn onderzoek heb ik mij gericht op het bepalen van groot- en kleinschalige klimaatsvariabiliteit door middel van het meten van de isotopensamenstelling van individuele schelpjes van planktonische foraminiferen. Deze informatie draagt bij tot de groeiende kennis van het klimaat van het verleden wat op zijn beurt weer leidt tot het beter voorspellen van het klimaat van de toekomst.

Hoofdstuk 2 *'The effect of chemical pre-treatment of sediment upon foraminiferal based proxies'* kijkt naar de effecten van chemicaliën zoals natrium-pyrosfosfaat en waterstofperoxide, in gebruik teneinde uit sediment monsters om het winnen van de foraminiferen te vergemakkelijken. Deze chemicaliën hebben mogelijk een effect op de chemische samenstelling en structuur van de schelpjes van planktonische foraminiferen en kunnen zodoende een afwijking introduceren

in proxy metingen. Deze fouten zouden ongemerkt kunnen leiden tot verschillen als men resultaten vergelijkt van verschillende laboratoria. Deze studie laat zien dat de behandeling met natrium-pyrofosfaat en waterstofperoxide geen significant effect heeft op de chemische en structurele samenstelling van de schelpjes.

Vervolgens, in **Hoofdstuk 3** ‘*Do stable isotope values of planktonic foraminifera depend on measurement strategy?*’, wordt ingegaan op mogelijke afwijkingen die ontstaan tussen resultaten gegenereerd met verschillende analyse strategieën. Onderzoekers analyseren foraminiferen ofwel in groepen, hele individuen of gebroken, dan wel enkele hele individuen, maar omdat er geen consensus bestaat over welke strategie het beste toegepast kan worden, kunnen er onverwachte afwijkingen optreden tussen resultaten van verschillende laboratoria. Resultaten van *Globigerina bulloides*, *Globigerinoides ruber* en *Neogloboquadrina dutertrei* laten zien dat het breken van de schelpjes voor analyse een significant verschil kan maken in de stabiele isotoop waarden. Verder gaat deze studie in op de vraag hoeveel individuen er zouden moeten worden gemeten om een acceptabele standaardfout op het gemiddelde te krijgen met de suggestie om de stratigrafie van een kern te maken met de soort met de laagste variabiliteit. Hiervoor zou dan een korte pilotstudie nodig zijn van materiaal uit de beoogde kern om de variabiliteit van de verschillende soorten te bepalen. Uit deze studie blijkt dat *N. dutertrei* het meest geschikt is voor stratigrafische doeleinden voor materiaal uit de Arabische Zee en Timor Zee.

In **Hoofdstuk 4** ‘*Sensing seasonality in the Arabian Sea: a coupled $\delta^{18}\text{O}$ -Mg/Ca approach*’ worden twee veel gebruikte geochemische temperatuursproxies, $\delta^{18}\text{O}$ en het Mg/Ca ratio, gemeten aan dezelfde individuele schelpjes van planktonische foraminiferen. De metingen zijn gedaan aan *G. bulloides*, *G. ruber* en *N. dutertrei* uit de westelijke Arabische Zee, voor de kust van Somalië, en de oostelijke Arabische Zee, voor de kust van Pakistan. De resultaten laten zien dat er geen verschil zit in de zomermoessonsterkte tussen Interstadiaal 8 (IS8) en Heinrich Event 4 (HE4), maar dat er wel een toename in seizoenaliteit in de oostelijke Arabische Zee is tijdens HE4 door sterkere winden die de waterkolom dieper dooreenmengen. Verder laat deze studie ook zien dat er geen correlatie bestaat tussen deze twee temperatuursproxies. Vermoedelijk is dit veroorzaakt door instroming van water relatief licht in zuurstofisotopen door toegenomen neerslag en run-off van het land, wat wel effect heeft op de $\delta^{18}\text{O}$, maar niet op de Mg opname in het schelpje van de foraminiferen.

Hoofdstuk 5 ‘*Deglaciation changes the North Atlantic seasonality*’ onthult de seizoenale successie van ijsbedekking en aanverwante veranderingen in de planktonische foraminiferen populaties in het noordelijke deel van de Noord-Atlantische oceaan tijdens de laatste deglaciatie. Individueel gemeten *Neogloboquadrina pachyderma* en *G. bulloides* schelpjes gecombineerd met resultaten van sedimentvallen van verschillende locaties in de noordelijke Noord-Atlantische Oceaan maken het mogelijk om de beweging van het zee-ijs te volgen. De zuurstof isotopen waarden van *N. pachyderma* laten een bimodale verdeling zien tijdens de deglaciatie die wordt geïnterpreteerd als een verschuiving in productie van een enkel kort seizoen zonder zee-ijs, tijdens de ijstijd naar een dubbele periode van calcificatie tijdens de deglaciatie. Uiteindelijk stijgt de temperatuur

zo ver dat er helemaal geen zee-ijs meer is op de locatie van de sediment kern (56°N) en er weer een enkele verdeling is. Omdat de positie van het zee-ijs in de noordelijke Noord-Atlantische oceaan sterk verbonden is met de vorming van Noord-Atlantisch Diep Water (NADW), een van de grote factoren die de globale conveyor belt aanstuurt, draagt dit inzicht bij tot onze kennis over het klimaat tijdens de meest recente deglaciatie. Verder laten de resultaten van zowel *N. pachyderma* als *G. bulloides* uit de vroege ijstijd zien dat een zoetwaterpuls, zoals voorspeld door de aanwezigheid van grof materiaal (zand en grind) aangevoerd door ijsbergen, niet wordt opgepikt door deze soorten door ongelijktijdigheid van het groeiseizoen van de foraminiferen en de periode van zoet water.

Hoofdstuk 6 ‘*The faunal response of planktonic foraminifera to seasonal changes in the North Atlantic during Termination III*’ is gebaseerd op individuele analyse van *G. bulloides*, *Globorotalia inflata*, *Globorotalia truncatulinoides*_{dextral} en *N. pachyderma* en gegroepeerde analyse van *Globigerinita glutinata*, *Neogloboquadrina incompta* plus de benthische soort *Cibicidoides wuellerstorfi*. Deze isotopendata gecombineerd met andere proxies, zoals de ratio tussen *N. pachyderma*/*N. incompta* en Ice Rafted Debris (IRD) abundantie, toont aan dat er tijdens het glaciële Marine Isotope Stage (MIS) 8 een gereduceerde seizoenaliteit was. Ook laten de metingen zien dat er seizoenale verschuivingen optraden tussen de sub-stadia van het interglaciële MIS7, met grotere seizoenale contrasten tijdens het warmere MIS7e en minder tijdens het koudere sub-stadium MIS7d.

In **Hoofdstuk 7** ‘*Reconstructing the depth of the permanent thermocline through the morphology and geochemistry of the deep dwelling planktonic foraminifer Globorotalia truncatulinoides*’ wordt aan de in hoofdstuk 6 gepresenteerde dataset van *G. truncatulinoides*_{dextral} *G. truncatulinoides*_{sinistral} van de fijne (212-250 μm) en de grove (355-400 μm) sediment fractie toegevoegd. De $\delta^{18}\text{O}$ en $\delta^{13}\text{C}$ van de verschillende fracties van beide draairichtingen, gecombineerd met de kennis van voorgaande studies, maakt het mogelijk om de diepte van de permanente thermocline te reconstrueren voor, tijdens en na Terminatie III. Kleine linksdraaiende individuen zinken sneller door de waterkolom dan kleine rechtsdraaiende schelpjes en hebben zodoende hetzelfde $\delta^{18}\text{O}$ signaal als de grotere *G. truncatulinoides*. De resultaten van deze studie laten zien dat de permanente thermocline zich op het diepst bevond tijdens MIS8 gevolgd door een stijging tijdens de deglaciatie. Na deze deglaciatie, tijdens MIS7, was er weer sprake van een verdieping.

Hoofdstuk 8 ‘*Size dependent isotopic variability in Planktonic Foraminifera*’ kijkt naar het effect van grootte van het schelpje op de $\delta^{18}\text{O}$ en $\delta^{13}\text{C}$ van *G. bulloides*, *G. inflata* en *G. truncatulinoides*_{dextral}, respectievelijk een oppervlakte soort, een gemiddeld diep levende soort en een diep levende soort. De resultaten tonen geen relatie tussen de grootte en stabiele isotopen samenstelling in *G. bulloides*, maar de kleinst gemeten individuen (212-250 μm) van *G. inflata* en *G. truncatulinoides* zijn lichter in $\delta^{18}\text{O}$ en $\delta^{13}\text{C}$ dan de grotere individuen (>250 μm). Dit is waarschijnlijk het gevolg van calcificatie op grotere diepte door de grotere individuen en dus bij lagere temperatuur met als gevolg een schelpje dat relatief is verrijkt in ^{18}O en ^{13}C .

Hoofdstuk 9 ‘*Synthesis and perspectives*’, combineert de resultaten van de verschillende studies in dit proefschrift en geeft ook een wat bredere kijk op de

meest interessante resultaten. Verder worden er in dit hoofdstuk problemen van het gebruik van de geochemie van foraminiferen als proxie voor het klimaat van het verleden behandeld. Ook wordt er hier gespeculeerd over mogelijke interessant vervolgonderzoek op basis van de behaalde resultaten zoals een vervolgstudie op hoofdstuk 5 aan de hand van kernen op een noord-zuid transect in de Noord Atlantische Oceaan.