

## Schlussbericht

zum Verbundvorhaben RAI*N*

Förderkennzeichen: 03G0840A/B

(zu Nr. 3.2 BNBest-BMBF 98)

### I.1 Aufgabenstellung

Wissenschaftliches Ziel des Südafrikanisch-Deutschen Verbundvorhabens *RAiN* war die Beprobung hochauflösender, mariner und lakustriner Sedimentarchive an verschiedenen Lokationen in Südafrika, sowie deren vergleichende Interpretation im Hinblick auf die Rekonstruktion lokaler Klimavariabilitäten in der jüngeren Erdgeschichte. Der innovative Ansatz einer integrativen Zusammenführung von Informationen zur Klimaentwicklung aus lakustrinen und marinen Ablagerungen innerhalb eines Projektes stellte das wissenschaftliche Kernstück in *RAiN* dar. Zur Stärkung der Kooperation zwischen südafrikanischen und deutschen Wissenschaftlern war *capacity building* ein weiteres, überaus wichtiges Ziel in *RAiN*. Gemeinsame Feldarbeiten und Workshops, engverzahnte Laboruntersuchungen und Schiffsexpeditionen waren ebenso Komponenten des Programms, wie längere Forschungs- und Ausbildungsaufenthalte junger Wissenschaftler im jeweiligen Partnerland.

### I.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Programm SPACES (*Science Partnerships for the Assessment of Complex Earth System Processes*) beinhaltet die Durchführung von wissenschaftlichen Kooperationsprojekten mit Schwerpunkt Umweltmanagement und Klimamodellierung in der Region "Südliches Afrika". Südafrika ist ein Land klimatischer Komplexität, Vielfalt und hoher klimatischer Sensibilität. Einerseits leidet die semiaride Kap-Region häufig an Wasserknappheit und an abnehmender Wasserqualität. Andererseits treten im feucht-tropischen östlichen Südafrika häufig Starkregenereignisse und Überschwemmungen auf, die durch Erosion und infrastrukturelle Schäden die dicht besiedelte südafrikanische Ostküste bedrohen. Um vorbeugende Maßnahmen auf regionaler Ebene zu entwickeln, müssen zukünftige klimatische Entwicklungen zuverlässig und räumlich hochauflösend vorhergesagt werden. Daher ist ein klares Verständnis des Klimasystems mitsamt all seiner Komponenten notwendig. Allerdings sind lange, kontinuierliche und hochauflösende Klimarekonstruktionen in Südafrika äußerst selten. Wo diese Archive existieren, ist deren Interpretation oft vage oder mehrdeutig, da die Einflüsse lokaler oder regionaler Faktoren nicht hinreichend bekannt sind. An dieser Stelle konnte das Vorhaben *RAiN* ansetzen um mittels hochauflösender regionaler Klimarekonstruktionen einen Beitrag zu den Forschungsschwerpunkten in SPACES leisten.

### I.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Planung: Studien belegen, dass sich der gegenwärtige Wissenstand zum Klimasystem und dessen Dynamik im südlichen Afrika weder durch Betrachtung einzelner Parameter, noch durch Multiparameter-Untersuchungen an nur einem Ablagerungsmilieu signifikant erweitern lassen. Daher war zur Bearbeitung der Fragestellungen in *RAiN* ein stark interdisziplinärer Ansatz geplant. Zur Erfassung möglichst aller in lakustrinen wie marinen Sedimenten enthaltenen Paläoumweltinformationen wurden in *RAiN* komplementäre Messtechniken und Analyseverfahren aus unterschiedlichen geowissenschaftlichen Fachdisziplinen eingesetzt. Diese reichen von Standarduntersuchungen, wie der Bestimmung der Korngrößenpektren, bis hin zu sehr komplizierten und aufwendigen Aufschlussverfahren aus dem Gebiet der (an)organischen Geochemie. Der *RAiN*-Verbund war als Kooperation von vier wissenschaftlichen Teilprojekten und einem von allen Beteiligten getragenen Programm zum *capacity building* geplant.

Ablauf: Die Feldkampagnen zur Gewinnung des Arbeitsmaterials wurden in erster Linie in den Teilprojekten (TP) 1 (Univ. Jena) und 4 (Univ. Bremen) konzipiert und durchgeführt. TP1 war bei der Beprobung der küstennahen Seen an der Süd- und Westküste federführend, während in TP4 sowohl die Schiffsexpeditionen beantragt und durchgeführt wurden, als auch zwei längere Landexpeditionen zur Beprobung der größeren

Flusssysteme realisiert werden konnten. Zusätzlich wurden im TP2 (Univ. Jena) an West-, Süd- und Ostküste vier Geländekampagnen zur Gewinnung von faunistischen Daten aus Brackwassersystemen durchgeführt. Insgesamt konnten innerhalb der dreijährigen Projektlaufzeit fünf Beprobungs- und Messkampagnen an Land sowie zwei Expeditionen mit dem deutschen Forschungsschiff FS Meteor durchgeführt werden. Die dabei gewonnenen Sedimente wurden planmäßig mit diversen Messtechniken und Analyseverfahren untersucht. Zur Gewährleistung einer direkten Vergleichbarkeit der jeweiligen Teilergebnisse waren die angewendeten Untersuchungsmethoden für jedes Archiv nahezu identisch. Die Projektverantwortlichen aller vier Projekte waren wechselseitig an den jeweils anderen Projekten beteiligt. Sowohl mikropaläontologische (TP2), als auch palynologische und organisch-geochemische Untersuchungen (TP3) wurden an Sedimenten beider Ablagerungsräume durchgeführt. Alle Teilprojekte hatten südafrikanische Partner, die sich sowohl an den Feldarbeiten als auch an der Durchführung der analytischen Messungen beteiligten. Nach Abschluss der Laborarbeiten wurden die gewonnenen Daten der Öffentlichkeit zugänglich gemacht und in ihrem klimatischen Kontext interpretiert. Überregionale Synthesen wurden erstellt und in Vorträgen auf internationalen Konferenzen und vor Entscheidungsträgern der Nationalparkverwaltungen vorgestellt sowie in internationalen Fachzeitschriften veröffentlicht. Auch dies erfolgte in enger Zusammenarbeit aller Projektpartner (s. Publikationsverzeichnis). Gemeinsame Tagungsbesuche, Workshops und gegenseitige Forschungs- und Studienaufenthalte trugen maßgeblich zum Erfolg des Projektes bei. Innerhalb der dreijährigen Förderphase konnte eine Vielzahl akademischer Abschlussarbeiten erfolgreich an den deutschen wie südafrikanischen Partnerinstituten durchgeführt werden (s. u.). Im TP2 wurde zudem ein einwöchiger Spezialkurs für Studierende und Doktoranden an der Universität KwaZulu-Natal in Pietermaritzburg veranstaltet.

#### **I.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde, insbesondere Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste**

Die Niederschlagsverteilung und -intensität wird im südlichen Afrika von verschiedenen Faktoren gesteuert. Hauptsächlich entstammt der Regen in Südafrika der durch Passatwinde transportierten Feuchtigkeit aus dem Indischen Ozean (1, 2). Im südwestlichsten Teil Afrikas, der sogenannten Winterregenzone, sind es jedoch in erster Linie Lage und Stärke des Westwindgürtels, die die Menge des Niederschlags bestimmen (3). Neben diesen seit langem bekannten, grundsätzlichen Zusammenhängen bestanden jedoch offene Fragen im Hinblick auf die Ursachen des Niederschlags im südlichen Afrika. Folgende Möglichkeiten wurden/werden in der Fachliteratur vorgeschlagen:

- Variationen in den Erdbahnparametern und Volumenänderungen der Eisschilde in den hohen Breiten (1, 2);
- dynamische Nord-Süd und Ost-West-Verschiebungen der verschiedenen Klimazonen (3, 4);
- eine äquatorwärtige Migration, eine stabile Lage oder eine polwärtige Verschiebung der Westwindzone (3, 5);
- eine Kopplung zwischen antarktischen Klimaanzeigern und Variationen in der Lage der Westwindzone (bzw. in Niederschlagsintensitäten) (6);
- der Kontrast zwischen Ozean- und Atmosphärentemperatur beeinflusst den landwärtigen Feuchtigkeitstransport (z. B. 7). Zwei Faktoren sind hier maßgeblich: die Strömungsgeschwindigkeiten bzw. die Massen- und Wärmetransporte der ineinander übergehenden Stromsysteme Agulhas und Benguela sowie die Stärke der atmosphärischen Zirkulation (z.B. 8);
- eine Einflussnahme durch menschliche Aktivität (9, 10).

Für zuverlässige Rekonstruktionen von Umweltbedingungen anhand von Sedimentarchiven sind gesicherte Kenntnisse über mögliche Veränderungen der primären Signale während ihres Transports von der Quelle bis zur Senke essentiell. Die für Veränderungen der primär umgelagerten Partikel zumeist verantwortlichen, geochemischen und physikalischen Prozesse sind ebenfalls stark klimatisch beeinflusst und unterliegen

darüber hinaus regionalgeographischen Gegebenheiten (u. a. Relief und Böden). Bisher lagen keine systematischen Untersuchungen zu den relevanten Sedimentationsprozessen bzw. ihren Auswirkungen auf die Überlieferung von Klimaarchiven in der subtropischen bis gemäßigten Zone des südlichen Afrikas vor.

Zur Untersuchung des neuen Probenmaterials wurden nahezu ausschließlich etablierte Analysemethoden eingesetzt. Neu ist die Entwicklung einer auf Ostrakoden und Foraminiferen beruhenden Salinitätstransferfunktion, welche die Abschätzung von Paläosalinitäten an Kernmaterial ermöglicht. Eine darüber hinausgehende Weiterentwicklung von Analysemethoden fand nicht statt.

Eine kontinuierlich aktualisierte, englisch-sprachige Webseite informiert detailliert über alle Aktivitäten, Zielsetzungen, Partner und Ergebnisse ([www.marum.de/en/R\\_A\\_i\\_N.html](http://www.marum.de/en/R_A_i_N.html)). Ferner wurden verschiedenen Entscheidungsträger in Südafrika über die laufenden Untersuchungen informiert. Beispielsweise erfolgten Vorträge bei South African National Parks (SANParks), bei denen neben SANParks Mitarbeitern auch andere Multiplikatoren wie Mitarbeiter von Cape Nature, Geschäftsführer lokaler Unternehmen wie dem Möbelhersteller PG Bison oder auch interessierte Anwohner anwesend waren.

### Literatur

- (1) Partridge, T.C., et al., 1997. Quaternary Science Reviews, 16: 1125-1133.
- (2) Scott, L., et al., 2003. South African Journal of Science, 99: 484-488.
- (3) Chase, B.M., Meadows, M.E., 2007. Earth-Science Reviews, 84: 103-138.
- (4) Neumann, F.H., et al., 2011. The Holocene, 21:1137-1149.
- (5) Reason, C.J.C., Rouault, M., 2005. Geophysical Research Letters, 32, L07705.
- (6) Stager, J.C., et al., 2012. Climate of the Past, 8: 877-887.
- (7) Rouault, M., et al., 2003. Geophysical Research Letters, 30, CLI9: 1-4.
- (8) Kim, J.-H., et al., 2003. Geophysical Research Letters, 30(22): 2144-2147.
- (9) Avery, D.M., 1987. Journal of Archaeological Science, 14: 405-421.
- (10) Meadows, M.E., Hoffman, M.T., 2002. Area, 34: 428-437.

## I.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Neben den offiziellen Projektpartnern bestanden wissenschaftliche Kooperationen mit Dr. Andrew Carr und Dr. Arnould Boom, beide von der Universität Leicester (UK), mit Dr. Brian Chase von der Universität Montpellier (F), mit Prof. Dr. Joseph Stoner von der Oregon State University (USA) sowie mit Prof. Dr. Guillaume St-Onge von der Universität von Québec (CAN). Ferner gab es Kooperationsabsprachen mit einzelnen Kollegen aus dem Partnerverbundvorhaben GeoArchives. Letztere bestanden in der Durchführung analytischer Messungen von in GeoArchives gewonnenen Proben in Laboren an der Universität Bremen. Gewonnenen Daten wurden wie vorgesehen in der Word Data Base PANGAEA archiviert.

## II. Eingehende Darstellung

### II.1 Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele

Detailliertere Auflistungen aller Milestones, Ziele und Arbeitsschritte, sowie der jeweilige Stand ihres Erreichens sind den Jahresberichten zu entnehmen. Im Folgenden werden Einzelverwendungen und Teilergebnisse, sofern möglich, daher in größeren, zusammenhängenden Einheiten dargestellt.

Im Anschluss an die tabellarische Übersicht findet sich eine inhaltliche Darstellung der wissenschaftlichen Ergebnisse und deren Interpretation.

<b><u>2013</u></b> <b>ursprüngliche Arbeits-, Zeit- und Ausgaben- /  Kostenplanung</b>	<b><u>2013</u></b> <b>Umsetzung des Vorhabens</b>
<b>alle TPs:</b> Verbund-Workshop in Kapstadt (Okt. 2013)	stattgefunden im Nov. 2013; ca. 30 Teilnehmerinnen und Teilnehmer
<b>TPs 1, 2:</b> Geländearbeiten im Wilderness-Gebiet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beprobungen von Oberflächensediment (N=70) für Mikropaläontologie und parallele Messungen von Umweltparametern</li> <li>- Gewinnung von sechs Kurzkernen aus Küstenseen des Wilderness-Gebietes sowie von Langkernen aus Eilandvlei und Swartvlei; die Langkerne sind deutlich länger als geplant, so dass eine Auswahl für das zu bearbeitende Material vorgenommen werden musste; der Vankervelsvlei war nicht zugänglich</li> </ul>
<b>alle TPs:</b> Beprobung der Sedimentkerne; XRF-Scannen; erste geochemische Untersuchungen; Mikroskopie; Isotopenanalysen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pollen, Biomarker an einem 8 m Kern in 3 bzw. 6 cm Auflösung</li> <li>- XRF-scanning der vorhandenen GeoB-Kerne in 1 cm Auflösung</li> <li>- XRF- und ICP-Messungen an Einzelproben</li> <li>- IR-Analysen an Proben eines Sedimentkerns von der Westküste (Kooperation Univ. Umea)</li> <li>- XRF-Scanning von See-Kurzkernen aus der Wilderness Region</li> <li>- Isotopenanalysen an Wasserproben aus den Wilderness Seen</li> <li>- Kooperationsabsprachen mit A. Boom, A. Carr und B. Chase (Bodenproben aus Südafrika)</li> </ul>
<b>alle TPs:</b> TOC-, Korngrößen- und XRD-Analysen	Beprobung für Bestimmung von Korngrößen, XRD und TOC; die Analysen der marinen Kerne wurden in Durban und Kapstadt, die Analyse der lakustrinen Kerne in Jena durchgeführt

<p><b>TPs 3, 4:</b> 1. Schiffsexpedition mit FS METEOR (M102), Nov./Dez. 2013</p>	<p><i>stattgefunden im Dez. 2013</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aus 3 Zielgebieten (vor Durban, Mossel Bay und der südafrikanischen Westküste) konnten insges. 9 Kerne gewonnen werden</li> <li>- Fotospektrometer Messungen 30 m (6 Kerne) 2 cm Auflösung</li> <li>- Kernbeschreibungen 6 Kerne (jeweils 5 m)</li> <li>- 70 smearslice Analysen</li> <li>- Probennahme für Korngrößen- und XRD-Analysen</li> </ul>
<p><b>TPs 3, 4:</b> Antragstellung 2. Schiffsexpedition</p>	<p>Antrag erstellt und fristgerecht zum 31.09.2013 eingereicht; Antragsteller sind RAIN-Partner aus Bremen, Kapstadt und Durban</p>
<p><b>alle TPs:</b> Kooperationen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vereinbarung mit der internationalen Datenbank PANGEA zur Archivierung der in RAIN gewonnenen Daten (allen RAIN Mitgliedern zugänglich)</li> <li>- 2-wöchige, gemeinsame Ausbildung von BSc- und MSc-Studenten aus Deutschland und dem südlichen Afrika im Rahmen der Floating University (M102)</li> <li>- Absprachen zur zusätzlichen Einbindung von Analysen im östlichen Südafrika (Mfabeni Peatland, St. Lucia coastal lakes), Kooperation mit J. Finch, M. Humphries, Kooperationsvereinbarungen mit dem SPACES-Verbund GeoArchives</li> </ul>
<p><b>alle TPs:</b> Kosten- / Personalplanung</p>	<p>alle geplanten und durchgeführten Untersuchungen konnten kostendeckend finanziert werden; alle Personalstellen konnten besetzt werden; die Einstellungen konnten zum Teil nur mit leichter Verzögerung erfolgen (Beantragung kostenneutraler Verlängerung in 2016)</p>

<p><b><u>2014</u></b> ursprüngliche Arbeits-, Zeit- und Ausgaben- / Kostenplanung</p>	<p><b><u>2014</u></b> Umsetzung des Vorhabens</p>
<p><b>TP5:</b> Workshop in Bremen (Okt. 2014); Beteiligung anderer Verbundvorhaben in SPACES</p>	<p>stattgefunden im Okt. 2013; 44 Teilnehmerinnen und Teilnehmer</p>
<p><b>TPs 3, 4:</b> 1. Feldkampagne zur Beprobung der Südafrikanischen Flüsse entlang des Westküste</p>	<p>stattgefunden im März 2014</p>

<b>TPs 1, 2:</b> Feldkampagne am Verlorenvlei und (TP2) im St Lucia und Kosi-Ästuar	- Verlorenvlei und Westküste: Bergung diverser Lang- und Kurzkerne sowie 25 Oberflächenproben für Mikrofauna und Elementverteilung - Ostküste: 39 Oberflächenproben für Mikrofauna und begleitende Umweltparameter
<b>TP2:</b> Feldkampagne am Knysna-Ästuar	Zwei Kurzkerne und 18 Oberflächenproben für Mikrofauna mit begleitenden Umweltdaten gewonnen
<b>TP3:</b> Abschluss der Analysen der nördlichen Schelfgebiete und der Proben aus dem Orange-Einzugsgebiet	Alle organisch-geochemischen und palynologischen Untersuchungen konnten abgeschlossen werden. Die Ergebnisse wurden mittlerweile in 4 Artikeln in int. Fachzeitschriften publiziert (s. II.6). Ein weiteres Manuskript wird in Kürze zur Veröffentlichung eingereicht
<b>TP4:</b> XRF-Scannen der in TP 1 und 2 (Jena) gewonnenen Seekerne	Febr./März 2014: Scannen verschiedener Kerne aus der Wilderness Region; Juli/August: Scannen von Kernen aus dem Verlorenvlei
<b>TP4:</b> Altersmodelle fertiggestellt	25 Proben datiert
<b>TP4:</b> Dokumentation der Sedimentkerne der Ausfahrten M57 und M102 beendet	mit erfolgreichem Abschluss der MSc-Arbeiten von Jens Weiser (vgl. Weiser et al. 2016) und Martin Kugel (Hahn et al. in Vorbereitung) erfolgt
<b>alle TPs:</b> Publikationen	Einreichungen eines ersten Manuskripts von X. Zhao et al. (Doktorandin in TP 3) und Erscheinen von Haberzettl et al. (2014)
<b>TP5/DAAD:</b> Aufenthalte südafrikanischer Studenten in Deutschland und umgekehrt	- Aufenthalt von Robyn Granger (UCT) am MARUM bei Enno Schefuß (Sept. – Nov. 2014) - Aufenthalt von Nadine Abramowski und Annika Willomeit (Jena) im Knysna Field Lab (März 2014)
<b>TP5.</b> Doktorandenaustausch	Aufenthalt von Dr. Kelly Kirsten und Dr. Lynne Quick an der Univ. Jena
<b>TP5:</b> Lehrexport	Einwöchiger Paläomilieuanalysekurs von Peter Frenzel (Jena) an der UKZN (Pietermaritzburg)
<b>alle TPs:</b> Kosten- / Personalplanung	alle geplanten und durchgeführten Untersuchungen konnten kostendeckend finanziert werden

<b><u>2015</u></b> <b>ursprüngliche Arbeits-, Zeit- und Ausgaben- / Kostenplanung</b>	<b><u>2015</u></b> <b>Umsetzung des Vorhabens</b>
<b>TPs 3, 4:</b> Zweite Schiffsexpedition, Zielgebiet: südlicher und östlicher Schelf Südafrikas	Die Expedition M123 konnte erst 2016 in die Fahrplanung der deutschen Forschungsschiffe aufgenommen werden. Sie fand im Februar 2016 statt.
<b>alle TPs:</b> Abschluss der Laborarbeiten	Alle geplanten Laborarbeiten wurden erfolgreich abgeschlossen (Datierungen, XRF-Scans, XRD, ICP, CNS, Biomarker, Korngrößen, Diatomeen, Pollen, Paläomagnetik sowohl an den lakustrinen als auch an den marinen Sedimenten)
<b>alle TPs:</b> Zweite Phase des studentischen Ausbildungsprogramms (mehrmonatiger Aufenthalt südafrikanischer Studenten in Deutschland über DAAD-Stipendien)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Robyn Granger im Biomarker-Labor am MARUM (Enno Schefuss)</li> <li>- Shannon Dixon und Caldin Higgs im Anorganischen Geochemie-Labor am MARUM (Matthias Zabel)</li> <li>- Kelly Kirsten und Nadja du Plessis im Geochemie-Labor der Universität Jena (Torsten Haberzettl)</li> </ul>
<b>alle TPs:</b> Präsentation der Ergebnisse auf der EGU-Konferenz in Wien (April 2015)	<p>Die Sichtbarkeit von RAIN und die Teilnahme der RAIN-Partner (insgesamt 10) an der int. AfQua-Konferenz in Kapstadt Anfang 2015 wurde als wichtiger eingeschätzt. Diese Tagung findet nur alle 4 Jahre statt und ihre Relevanz war zur Zeit der RAIN-Antragstellung noch nicht abzuschätzen.</p> <p>Eine Teilnahme an der EGU wurde auf 2016 verschoben.</p>
<b>alle TPs:</b> Beantragung einer eigenen themenspezifischen Session mit Präsentation der Ergebnisse auf der AGU-Konferenz in San Francisco (Dez. 2015)	<p>Da entsprechende Reisemittel leider nicht bewilligt wurden, konnte die ursprüngliche Planung in diesem Punkt nicht vollständig umgesetzt werden.</p> <p>Torsten Haberzettl war jedoch Mitveranstalter von Limnology &amp; Paleolimnology Sessions auf den AGU Winter-Konferenzen in 2014 und 2015. In beiden Fällen wurden auch RAIN Beiträge vorgestellt.</p>

<p><b>alle TPs:</b> Forschungsaufenthalte</p>	<p>Südafrikanische Partner in Deutschland:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Robyn Granger im Biomarker Labor am MARUM (Enno Schefuss)</li> <li>- Shannon Dixon und Caldin Higgs im Anorganischen Geochemie Labor am MARUM (Matthias Zabel)</li> <li>- Kelly Kirsten im Geochemie Labor der Universität Jena (Torsten Haberzettl).</li> </ul> <p>Deutsche Partner in Südafrika:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Xuequin Zhao im Palynologie Labor der University of Cape Town (Mike Meadows)</li> <li>- Annette Hahn in der marinen Geologie der University of Cape Town (John Compton)</li> <li>- Peter Frenzel in der Physischen Geographie der University of KwaZulu Natal (Jemma Finch)</li> </ul>
<p><b>alle TPs:</b> Kosten- / Personalplanung</p>	<p>alle geplanten und durchgeführten Untersuchungen konnten kostendeckend finanziert werden</p>

<p><b><u>2016</u></b> ursprüngliche Arbeits-, Zeit- und Ausgaben- / Kostenplanung</p>	<p><b><u>2016</u></b> Umsetzung des Vorhabens</p>
<p><b>TPs 1-4:</b> Erstellen weiterer Publikationen</p>	<p>s. Liste unten anbei</p>
<p><b>TPs 1-4:</b> Bereitstellung aller in RAIN gewonnenen Daten in WDC Mare / Pangaea</p>	<p>Die Daten aller Projektpartner wurden in PANGAEA zugänglich gemacht</p>
<p><b>alle TPs:</b> Synthese Erarbeitung und Einreichung des Fortsetzungsantrages</p>	<p>Der Fortsetzungsantrag (RAIN2 Juni 2016 – Juli 2018) wurde im April 2016 bewilligt</p>
<p><b>alle TPs:</b> Um eine größtmögliche Sichtbarkeit der Arbeiten in RAIN zu gewährleisten, ist die Organisation einer internationalen Konferenz in Kapstadt mit dem Thema „Land-Meer-Interaktionen“ geplant (April 2016).</p>	<p>Im April 2016 wurde von RAIN-Mitglied Torsten Haberzettl in Zusammenarbeit mit Kollegen aus dem SPACES-Projekt GeoArchives eine EGU-Session abgehalten (Geomorphic response to climate variability and change at different timescales and frequencies: insights from surface processes and continental archives). Präsentationen diverser RAIN-Beiträge trugen zum Erfolg dieser Session bei.</p>

<b>TP2:</b> Binationale Betreuung von Abschlussarbeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kirsty Spershott (Master thesis, UKZN) nimmt im Rahmen eines dreimonatigen Trainingsaufenthaltes (DAAD) in Jena an der European School on Ostracoda in Jena teil</li> <li>- Kate Strachan (PhD thesis, UKZN) verteidigt erfolgreich ihre Dissertation</li> </ul>
---	---

### Verbundpartner Friedrich-Schiller-Universität Jena (TP1/TP2):

Die Brackwasserfauna Südafrikas war zu Beginn der Arbeiten in RAiN nur sehr wenig bekannt. Lediglich zwei Ostrakoden- und drei Foraminiferenveröffentlichungen beschäftigten sich bisher mit dem Brackwasser. Nimmt man jedoch das Infralittoral (bis 30 m Wassertiefe) des südafrikanischen Schelfs hinzu, so sind bisher 360 Foraminiferenarten nachgewiesen, wie eine umfangreiche Literaturlauswertung erbrachte (Meschner et al., 2014). Um beide Mikrofossilgruppen für Paläomilieuanalysen an ästuarinen Sedimenten besser nutzbar zu machen, wurden umfangreiche aktualistische Untersuchungen durchgeführt. Während der Geländearbeiten 2013 und 2014 konnten 150 Oberflächenproben entlang der West-, Süd- und Ostküste Südafrikas aus ästuarinen Systemen gewonnen werden. Mit der daraus bearbeiteten Mikrofauna steht erstmals ein umfassender Datensatz zur rezenten Verbreitung von Ostrakoden und Foraminiferen im Brackwasser Südafrikas zur Verfügung, der durch die begleitenden Habitatbeschreibungen und gemessenen Umweltfaktoren eine gute Basis für die paläoökologische Nutzung von Brackwasserfaunen beider Gruppen darstellt. Die Auswertung für das südliche Untersuchungsgebiet (Wilderness und Knysna-Ästuar) ist abgeschlossen, zwei Manuskript sind in Vorbereitung (Kirsten et al., in Vorber.; Meschner & Frenzel in Vorber.). Die Salinität bestätigte sich als wichtigster, steuernder Umweltfaktor, so dass eine Salinitätstransferfunktion erstellt werden konnte, mit deren Hilfe sich Paläosalinitäten quantitativ rekonstruieren lassen, was Rückschlüsse auf Meeresspiegelveränderungen und Abriegelung von Küstengewässern sowie Aussagen über das Niederschlags-/Verdunstungsverhältnis erlaubt. Für die beiden anderen Untersuchungsgebiete wird die Auswertung noch in diesem Jahr abgeschlossen werden, so dass die Salinitätstransferfunktion auf diese Gebiete ausgeweitet und eine Synopsis der Brackwasserostrakoden und -foraminiferen Südafrikas in RAiN2 erstellt werden kann.

Salzwiesenforaminiferen sind bereits als präzise Meeresspiegelproxys für verschiedene Regionen der Nordhalbkugel etabliert. Von der Küste Südafrikas liegen aber bisher keine solchen Untersuchungen vor. Da die Unterscheidung von Meeresspiegelveränderungen von klimatischen Schwankungen für RAiN von grundlegender Bedeutung ist, wurde mit der Erstellung regionaler Transferfunktionen begonnen (Strachan et al., 2015), was in RAiN2 für die anderen Untersuchungsgebiete fortgeführt wird.

Vom Wilderness-Gebiet und Knysna-Ästuar wurden ein Langkern und sechs Kurzkerne sedimentologisch und mikropaläontologisch untersucht sowie datiert. Das wichtigste, und zeitlich am weitesten zurück reichende Profil stammt aus dem Eilandvlei (Meschner et al., in Vorber. a; Wüdsch et al. 2016b). Dieser 30,5 m lange Sedimentkern stellt ein einzigartiges Archiv für diese Region dar. Aufgrund des starken marinen Einflusses in diesem See und den damit verbundenen Problemen bei der <sup>14</sup>C-Datierung (mariner Reservoir-Effekt aufgrund des Einflusses „alten“ Kohlenstoffs aus dem Ozean), wurde das Augenmerk zunächst auf die Korrektur der erhaltenen Datierungsergebnisse gerichtet, um ein verlässliches Altersmodell zu erstellen. Das für den Reservoir-Effekt korrigierte und mittels paläomagnetischer Stratigraphie abgesicherte Altersmodell legt nahe, dass dieser Bohrkern hochaufgelöst die Umweltveränderungen der letzten 8.900 Jahre widerspiegelt (Wüdsch et al., 2016b). Umweltrekonstruktionen deuten darauf hin, dass einer Trockenphase im frühen Holozän eine Periode deutlich feuchteren Klimas folgte (vor etwa 7.500 Jahren). Die Daten weisen auf eine Trockenphase im mittleren Holozän hin, die in den letzten 3.000 Jahren in eine zunehmend feuchtere Phase übergeht. Auch konnten mehrere Starkniederschlagsereignisse nachgewiesen werden. Darüber hinaus wurde die mehrphasige Entwicklung der heutigen Küstenseen während des

Holozäns rekonstruiert, die nicht nur von klimatischen Änderungen, sondern maßgeblich auch von Meeresspiegelschwankungen während des Holozäns beeinflusst wurde (Wündsch et al., in Vorber.).

Im Vergleich zu Rekonstruktionen an Kurzkernen aus fünf weiteren Küstenseen des südlichen Untersuchungsgebietes (Abramowski, 2014; Damm, 2014; Willomeit, 2014; Jakobsmeier 2015; Rieger 2015; Wündsch et al., 2016a; Meschner et al., in Vorber. b) konnten klimatische Signale von Effekten der Küstenentwicklung unterschieden werden. Besonders detailliert wurde ein die letzten 4.200 Jahre abdeckender Kurzkern aus dem Groenvlei analysiert. Anhand deutlicher Änderungen in der Karbonatmineralogie und mikropaläontologischer Daten konnte gezeigt werden, dass der Groenvlei im mittleren Holozän aufgrund des höheren Meeresspiegels einem stärkeren Einfluss des Indischen Ozeans ausgesetzt und das Klima sehr wahrscheinlich deutlich trockener als heute war (Wündsch et al. 2016a), was mit den Befunden aus dem Eilandvlei übereinstimmt. Im späten Holozän wurde das Klima humider, ähnlich den heutigen Bedingungen an der Südküste. Darüber hinaus fanden sich Hinweise auf mehrere extreme Starkniederschlagsereignissen in diesem Zeitraum (Wündsch et al. 2016a), die mit jenen im Eilandvlei korrelierbar sind, was ein regionales Auftreten solcher Extremereignisse während des späten Holozäns belegt.

Aufgrund der unerwartet großen Materialausbeute während der Geländekampagnen konnten die Analysen nicht für alle Archive in den ersten drei Jahren der Projektlaufzeit abgeschlossen werden. So dauern die Untersuchungen an einem ca. 15 m langen Sedimentkern aus dem Verlorenvlei (Westküste) noch an. Sie deuten aber bereits jetzt auf eine kontinuierliche Sedimentation seit dem letzten Hochglazial hin. Neben Meeresspiegelschwankungen zeigen die Daten auch (über-)regionale Klima- und Umweltveränderungen. Ausgehend von einem fluvial geprägten System im Hoch- und Spätglazial entwickelte sich der Verlorenvlei über verschiedene Stadien der marinen Konnektivität (Ästuar/Lagune) zu einem Küstensee mit lediglich sporadischer Verbindung zum Ozean. Klimatisch zeigen die Daten trockene Bedingungen im Spätglazial, eine feuchtere Phase während des Frühen Holozäns und eine zunehmenden Aridisierung im Mittel- bis Spätholozän. In den letzten ca. 250 Jahren wird ein deutlicher anthropogener Einfluss durch enorm hohe Sedimentationsraten und Nährstoffeinträge sichtbar.

#### **Verbundpartner Universität Bremen (TP3/TP4):**

Die Untersuchungen in den Teilprojekten 3 und 4 konzentrierten sich auf Analysen von Sedimentkernen, die bereits im Vorfeld entlang der Westküste Südafrikas genommen wurden, auf Bodenproben entlang von rezenten Vegetations-/Klimatransekten und auf suspendiertes Material und Flutablagerungen aus den südafrikanischen Zuflüssen in den Atlantik. An dem sehr umfangreichen Probenmaterial wurden Pollenanalysen (Zhao et al. 2016a/b), Untersuchungen verschiedener Biomarker (Hermann et al. 2016; Hermann et al. in rev., Granger et al. in rev.), Untersuchungen anorganischer Komponenten (Hahn et al. 2016), sowie eine Studie zur Vergesellschaftung mariner Mikrofossilien (Weiser et al. 2016) durchgeführt. Die Ergebnisse belegen, wie wichtig klare Zuordnungen zwischen Sedimentarchiven und ihren jeweiligen Liefergebieten sind. So durchfließt der größte Fluss Südafrikas, der Orange River, auf seinem letzten Abschnitt vor der Mündung zwar die Winterregenzone des südlichen Afrikas, das von ihm transportierte Material stammt jedoch überwiegend aus der im Osten gelegenen Sommerregenzone und trägt somit deren Signatur in die Sedimente des Atlantiks ein (u.a. Hermann et al. 2016). Neben umfangreichen Studien zur Klimaentwicklung konnten auch Ergebnisse zur Verbesserung der Interpretation einzelner Indikatoren erzielt werden. So ist – zumindest bei relativ rezenten Proben – die Wasserstoffisotopensignatur in Pflanzenwachsen aus der Wintergegenzone nur untergeordnet durch die großräumige Zusammensetzung des Niederschlags beeinflusst. Dies ist vermutlich auf kleinräumige Unterschiede bzw. die vergleichsweise hohe Variabilität zwischen verschiedenen Klima- und Vegetationszone im Westen Südafrikas zurückzuführen. In der weit größeren Sommerregenzone ist die zu erwartende Korrelation zwischen Niederschlag- und Pflanzenwachssignatur hingegen gegeben (Granger et al. in rev.). Für das frühe Holozän deuten unsere Untersuchungen auf relativ geringe Niederschläge in der Sommerregenzone und eine rel. feuchte Winterregenzone hin. Höhere Niederschläge im Osten des Kontinents während des mittleren Holozäns legen

eine südliche Verschiebung der Westwindzone nahe (Zhao et al. 2016b). Entsprechend konnten Indikatoren für eine Erhöhung des Feuchtigkeitseintrages in die Winterregenzone mit einer nordwertigen Verlagerung des Westwindgürtels in Verbindung gebracht werden (Hahn et al. 2016, Hermann et al. in rev.). Zeitliche Veränderungen in der Zusammensetzung anorganischer Komponenten legen ferner die Vermutung nahe, dass klare Zusammenhänge zwischen den Klimageschichten Südafrikas und der Antarktis bestehen. Überprüfungen dieser Vermutung anhand paläozeanographischer Modellierungen waren leider nicht Bestandteil der Projektfinanzierung. Während des späten Holozäns (ca. 200 yr BP) deuten die Ergebnisse auf relativ stabile Klimabedingungen in der Winterregenzone hin, wohingegen die Sommerregenzone zunehmend weniger Feuchtigkeit zu erhalten scheint (Zhao et al. 2016b). Zumindest in der Winterregenzone scheint die Temperatur des oberflächennahen Ozeans eine entscheidende Rolle im Hinblick auf die Feuchtigkeitzufuhr zu haben (Hermann et al. in rev.). Für den jüngsten Zeitabschnitt steht eine Zusammenführung der erzielten Ergebnisse aus den verschiedenen Proxyparametern jedoch noch aus. Dies gilt ebenso für eine Abschätzung des Faktors durch zunehmende, anthropogene Beeinflussungen.

Die Teilprojekte 3 und 4 haben sich 2013 aktiv an einer Ausbildungs-Expedition für deutsche und afrikanische Studenten beteiligt (M102). Im Februar 2016 wurde gemeinsam mit den südafrikanischen Partnern eine weitere Ausfahrt durchgeführt, die ebenfalls eine sehr starke Ausbildungskomponente enthielt (M123).

## **II.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises**

Ohne die beantragten und bewilligten Personalstellen (1 Postdoc, 1 Techniker, 4 Doktoranden-Stellen, div. Stunden für Stud. Hilfskräfte) hätte das Projekt nicht durchgeführt werden können. Gleiches gilt für die bereitgestellten Mittel für die Vergabe von Aufträgen (i. b. für Datierungen und Pollenuntersuchungen), für Verbrauchsmittel und Investitionen. Ohne die Übernahme von Reisekosten für gemeinsame Workshops und Feldkampagnen ist ein bilaterales Verbundvorhaben nicht realisierbar.

## **II.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit**

Alle durchgeführten Arbeiten dienten ausschließlich dem Erreichen der im Antrag benannten Zielsetzungen und trugen wesentlich zum Gesamterfolg des Verbundvorhabens bei. Dies trifft sowohl auf Untersuchungen in Bezug auf die wissenschaftlichen Fragestellungen zu, wie auch auf die Aktivitäten zum Capacity Building. Alle Arbeiten waren notwendig bzw. unverzichtbar und in ihrem jeweiligen Umfang angemessen.

## **II.4 Voraussichtlicher Nutzen**

(insbes. Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des festgeschriebenen Verwertungsplans)

Wie im Verwertungsplan angegeben wurden in RAIN keine Ziele mit direkter, ökonomischer Nutzungsfähigkeit verfolgt. Die erzielten Ergebnisse wurden den interessierten, lokalen Stakeholdern vorgestellt und mit diesen diskutiert. In wie weit die Ergebnisse aus den einzelnen Teilprojekten Eingang in Planungen des regionalen Küstenzonenmanagements bzw. der Landnutzung eingehen, wird die Zukunft zeigen. In jedem Fall wurden die bisherigen Ergebnisse sehr interessiert aufgenommen. Da dem RAIN-Verbund eine Anschlussförderung bis Juni 2018 bewilligt wurde, ist ein Austausch mit den politischen Entscheidungsträgern in Südafrika weiterhin sichergestellt.

Darstellungen der Teilprojektarbeiten und der gemeinschaftlichen Ergebnisse wurden auf einer Verbund-eigenen, regelmäßig aktualisierten Internetseite der Öffentlichkeit und Journalisten vorgestellt ([https://www.marum.de/R\\_A\\_I\\_N.html](https://www.marum.de/R_A_I_N.html)). Alle gewonnenen Daten wurden auf der internationale Datenbank PANGEA hinterlegt. Andere SPACES Vorhaben/-Projekte wurden im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung sehr zeitnah über relevante Ergebnisse informiert (z. B. auf gemeinsamen Konferenzen und Workshops).

Die bisherigen RAiN-Publikationen werden von der internationalen, wissenschaftlichen Gemeinschaft sehr interessiert zur Kenntnis genommen und diskutiert. Gleiches gilt für Vorstellungen der Ergebnisse auf internationalen Fachkongressen. Da wesentliche, neue Erkenntnisse der ersten Förderphase erst in Kürze zur Veröffentlichung eingereicht werden, ist davon auszugehen, dass sich der Einfluss von RAiN-Ergebnissen auf den aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand noch steigern wird. Generell steht ein sehr großer Nutzen der RAiN-Arbeiten außer Frage. Obwohl zukünftige Entwicklungen in der angestrebten, nachhaltigen Zusammenarbeit zwischen Partnern und ihren Instituten hierfür erst Belege erbringen müssen, sind die RAiN-Aktivitäten in Bezug auf Capacity Building äußerst positiv zu beurteilen. In beiden Ländern konnte eine große Anzahl gemeinsam betreuter akademischer Abschlussarbeiten erfolgreich in RAiN-Untersuchungen integriert werden.

## II.5 Dem ZE bekannter Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Im Förderzeitraum (7.2013 – 6.2016) erschienen verschiedene wissenschaftliche Veröffentlichungen, die bei der Analyse der in RAiN gewonnen Datensätze berücksichtigt wurden bzw. werden.

- Boom A, Carr AS, Chase BM, Grimes HL, Meadows ME (2014) Leaf wax n-alkanes and  $\delta^{13}\text{C}$  values of CAM plants from arid southwest Africa. *Org. Geochem.* 67, 99-102.
- Carr AS, Boom A, Grimes HL, Chase BM, Meadows ME, Haris A (2014) Leaf wax n-alkane distributions in arid zone South African flora: Environmental controls, chemotaxonomy and palaeoecological implications. *Org. Geochem.* 67, 72-84.
- Carr AS, Boom A., Chase BM, Meadows ME, Grimes HL (2015) Holocene sea level and environmental change on the west coast of South Africa: evidence from plant biomarkers, stable isotopes and pollen. *Journal of Paleolimnology* 53 (4), 415-432.
- Chase BM, Boom A, Carr AS, Meadows ME, Reimer PJ (2013) Holocene climate change in southernmost South Africa: rock hyrax middens record shifts in the southern westerlies. *Quat. Sci. Rev.* 82, 199-205
- Chase BM, Lim S, Chevalier M, Boom A, Carr AS, Meadows ME, Reimer PJ (2015) Influence of tropical easterlies in southern Africa's winter rainfall zone during the Holocene. *Quat. Sci. Rev.* 107, 138-148.
- Chevalier M, Chase BM (2015) Southeast African records reveal a coherent shift from high- to low-latitude forcing mechanisms along the east African margin across last glacial–Interglacial transition. *Quat. Sci. Rev.* 125, 117-130.
- Chevalier M, Chase BM (2016). Determining the drivers of long-term aridity variability: a southern African case study.
- Collins JA, Schefuß E, Govin A et al. (2014) Insolation and glacial–Interglacial control on southwestern African hydroclimate over the past 140 000 years. *Earth Planet. Sci. Lett.* 398, 1-10.
- Daniau A-L, Goñi MFS, Martinez P et al. (2013) Orbital-scale climate forcing of grassland burning in southern Africa. *PNAS* 110(13), 5069-5073.
- Garzanti E, Vermeesch P, Andò A, Lustrino M (2014) Ultra-long distance littoral transport of Orange sand and provenance of the Skeleton Coast Erg (Namibia). *Mar. Geol.* 357, 25–36.
- Green A, Dladla N, Garlick G (2013) Spatial and temporal variations in incised valley systems from the Durban continental shelf, KwaZulu-Natal, South Africa. *Mar. Geol.* 335, 148-161.
- Lim S, Chase BM, Chevalier M, Reimer PJ (2016) 50,000-years of vegetation and climate change in the southern Namib Desert, Pella, South Africa.
- Lyons R, Tooth S, Duller GA (2014) Late Quaternary climatic changes revealed by luminescence dating, mineral magnetism and diffuse reflectance spectroscopy of river terrace palaeosols: a new form of geoproxy data for the southern African interior. *Quat. Sci. Rev.* 95, 43-59.
- Metwally AA, Scott L, Neumann FH et al. (2014) Holocene palynology and palaeoenvironments in the Savanna Biome at Tswaing Crater, central South Africa. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.* 402,

125-135.

- Neumann F, Botha G, Scott L. 18,000 years of grassland evolution in the summer rainfall region of South Africa: evidence from Mahwaqa Mountain, KwaZulu-Natal. *Veget Hist Archaeobot.* 23(6), 665-681.
- Norström E, Neumann F, Scott L, Smittenberg R, Holmstrand H, Lundqvist S, et al. (2014) Late Quaternary vegetation dynamics and hydro-climate in the Drakensberg, South Africa. *Quat. Sci. Rev.* 105, 48-65.
- Pohl B, Rouault M, Sen Roy S (2014) Simulation of the annual and diurnal cycles of rainfall over South Africa by a regional climate model. *Clim. Dyn.* 43, 2207-2226.
- Schmidt F, Oberhänsli H, Wilkes H (2014) Biocoenosis response to hydrological variability in Southern Africa during the last 84 ka BP: A study of lipid biomarkers and compound-specific stable carbon and hydrogen isotopes from the hypersaline Lake Tswaing. *Global and Planetary Change* 112, 92-104.
- Simon MH, Ziegler M, Bosmans J, Barker S, Reason CJC, Hall IR (2015) Eastern South African hydroclimate over the past 270,000 years. *Sci. Rep.* 5, 18153.
- Truc L, Chevalier M, Favier C, Cheddadi R, Meadows ME, Scott L, Carr AS, Smith GF, Chase BM (2013) Quantification of climate change for the last 20,000 years from Wonderkrater, South Africa: Implications for the long-term dynamics of the Intertropical Convergence Zone. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.* 386, 575-587.
- Valsecchi V, Chase BM, Slingsby JA et al. (2013) A high resolution 15,600-year pollen and microcharcoal record from the Cederberg Mountains, South Africa. *Palaeogeogr., Palaeoclimat. Palaeoecol.* 387, 6-16.
- Vanmaercke M, Poesen J, Broeckx J, Nyssen J (2014) Sediment yield in Africa. *Earth-Sci. Rev.* 136, 350-368.
- Weldeab S, Stuut JBW, Schneider RR, Siebel W (2013) Holocene climate variability in the Winter Rainfall Zone of South Africa. *Climate of the Past Discuss.* 9, 2309-2356.
- Ziegler M, Simon MH, Hall IR, Barker S, Stringer C, Zahn R (2013) Development of Middle Stone Age innovation linked to rapid climate change. *Nature communications* 4, 1905.

## II.6 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse

- A) Begutachtete Artikel in internationalen Fachzeitschriften (separat für jedes Teilprojekt):**  
(Da eine Anschlussfinanzierung bis Juni 2018 bewilligt wurde (RAIN2), werden weitere Veröffentlichungen von Ergebnisse aus der ersten Förderphase bis 2020 zu erwarten sein (z. Zt. befinden sich 6 weitere, hier nicht aufgeführte Manuskripte in Bearbeitung)).

### TP1

- Haberzettl T, Baade J, Compton J, Daut G, Dupont L, Finch J, Frenzel P, Green A, Hahn A, Hebbeln D, Helmschrot J, Humphries M, Kasper T, Kirsten KL, Mäusbacher R, Meadows ME, Meschner S, Quick LJ, Schefuß E, Wüdsch M, Zabel M (2014) Paleoenvironmental investigations using a combination of terrestrial and marine sediments from South Africa - The RAIN (Regional Archives for Integrated iNvestigations) approach. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, Teil I, Heft 1, 55-73.
- Quick LJ, Meadows ME, Bateman MD, Kirsten KL, Haberzettl T, Chase BM (2015) Vegetation and climate dynamics during the last glacial period in the fynbos-afrotemperate forest ecotone, southern Cape, South Africa. *Quaternary International* 404: 136-149.
- Wüdsch M, Haberzettl T, Kirsten KL, Kasper T, Zabel M, Dietze E, Baade J, Daut G, Meschner S, Meadows ME, Mäusbacher R (2016a) Sea level and climate change at the southern Cape coast, South Africa, during the past 4.2 kyr. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 446: 295-307.
- Wüdsch M, Haberzettl T, Meadows M, Kirsten K, Kasper T, Baade J, Daut G, Stoner J, Mäusbacher R (2016b) The impact of changing reservoir effects on a 14C chronology for a Holocene sediment record from South Africa. *Quaternary Geochronology* 36:148-160.

**TP2**

- Haberzettl T, Baade J, Compton J, Daut G, Dupont L, Finch J, Frenzel P, Green A, Hahn A, Hebbeln D, Helmschrot J, Humphries M, Kasper T, Kirsten KL, Mäusbacher R, Meadows ME, Meschner S, Quick LJ, Schefuß E, Wündsche M, Zabel M (2014) Paleoenvironmental investigations using a combination of terrestrial and marine sediments from South Africa - The RAIN (Regional Archives for Integrated iNvestigations) approach. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, Teil I, Heft 1, 55-73.
- Strachan KL, Finch JM, Hill TR, Barnett RL, Morris CD, Frenzel P (2016) Environmental controls on the distribution of salt-marsh foraminifera from the southern coastline of South Africa. *Journal of Biogeography* 43(5): 887-898.
- Wündsche M, Haberzettl T, Kirsten KL, Kasper T, Zabel M, Dietze E, Baade J, Daut G, Meschner S, Meadows ME, Mäusbacher R (2016a) Sea level and climate change at the southern Cape coast, South Africa, during the past 4.2 kyr. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 446: 295-307.
- Hahn A, Schefuß E, Andò S, Cawthra HC, Frenzel P, Kugel M, Meschner S, Mollenhauer G, Zabel M (in rev.) Linking catchment hydrology and oceanic circulation in Late Holocene southernmost Africa. *Climate of the Past*

**TP3**

- Haberzettl T, Baade J, Compton J, Daut G, Dupont L, Finch J, Frenzel P, Green A, Hahn A, Hebbeln D, Helmschrot J, Humphries M, Kasper T, Kirsten KL, Mäusbacher R, Meadows ME, Meschner S, Quick LJ, Schefuß E, Wündsche M, Zabel M (2014) Paleoenvironmental investigations using a combination of terrestrial and marine sediments from South Africa - The RAIN (Regional Archives for Integrated iNvestigations) approach. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, Teil I, Heft 1, 55-73.
- Zhao X, Dupont L, Meadows ME, Wefer G (2015) Pollen distribution in the marine surface sediments of the mudbelt along the west coast of South Africa. *Quat. Int.* 404, 44-56.
- Herrmann N, Boom A, Carr AS, Chase BM, Granger R, Hahn A, Zabel M, Schefuß E (2016) Sources, transport and deposition of terrestrial organic material: a case study from southwestern Africa. *Quaternary Science Reviews* 149: 215-229.
- Zhao X, Dupont L, Schefuß E, Meadows ME, Hahn A, Wefer G (2016) Holocene vegetation and climate variability in the winter and summer rainfall zones of South Africa. *The Holocene* 26, 843-857.
- Hahn A, Schefuß E, Andò S, Cawthra HC, Frenzel P, Kugel M, Meschner S, Mollenhauer G, Zabel M (in rev./2017): Linking catchment hydrology and oceanic circulation in Late Holocene southernmost Africa. *Climate of the Past*
- Herrmann N, Boom A, Carr A, Chase B, West A, Zabel M, Schefuß E (in rev./2017): Hydrogen isotope fractionation of leaf wax n-alkanes in southern African soils. *Org. Geochem.*
- Granger R, Meadows M, Hahn A, Stuut J-B, Herrmann N, Zabel M, Schefuß E (in rev./2016): Coupling between late Holocene sea-surface temperature and terrestrial hydrology in southwestern Africa. *The Holocene*.

**TP4**

- Haberzettl T, Baade J, Compton J, Daut G, Dupont L, Finch J, Frenzel P, Green A, Hahn A, Hebbeln D, Helmschrot J, Humphries M, Kasper T, Kirsten KL, Mäusbacher R, Meadows ME, Meschner S, Quick LJ, Schefuß E, Wündsche M, Zabel M (2014) Paleoenvironmental investigations using a combination of terrestrial and marine sediments from South Africa - The RAIN (Regional Archives for Integrated iNvestigations) approach. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, Teil I, Heft 1, 55-73.
- Hahn A, Compton J, Kirsten KL, Lucassen F, Meyer-Jacob C, Schefuß E, Zabel M (2016) Holocene paleoclimatic record from the South African Namaqualand mudbelt: a source to sink approach. *Quaternary International* 404: 121-135.

- Wündsch M, Haberzettl T, Kirsten KL, Kasper T, Zabel M, Dietze E, Baade J, Daut G, Meschner S, Meadows ME, Mäusbacher R (2016) Sea level and climate change at the southern Cape coast, South Africa, during the past 4.2 kyr. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 446: 295-307.
- Herrmann N, Boom A, Carr AS, Chase BM, Granger R, Hahn A, Zabel M, Schefuß E (2016) Sources, transport and deposition of terrestrial organic material: a case study from southwestern Africa. *Quaternary Science Reviews* 149: 215-229.
- Zhao X, Dupont L, Schefuß E, Meadows ME, Hahn A, Wefer G (2016) Holocene vegetation and climate variability in the winter and summer rainfall zones of South Africa. *The Holocene* 26, 843-857.
- Weiser J, Baumann K-H, Hahn A, Zabel M (2016) Late Holocene paleoceanographic changes off southwestern Africa as inferred from coccolithophore assemblages. *J. Nannoplankton Res.* 36 (2): 161–171.
- Hahn A, Schefuß E, Andò S, Cawthra HC, Frenzel P, Kugel M, Meschner S, Mollenhauer G, Zabel M (in rev./2017): Linking catchment hydrology and oceanic circulation in Late Holocene southernmost Africa. *Climate of the Past*
- Herrmann N, Boom A, Carr A, Chase B, West A, Zabel M, Schefuß E (in rev./2017): Hydrogen isotope fractionation of leaf wax n-alkanes in southern African soils. *Org. Geochem.*
- Granger R, Meadows M, Hahn A, Stuut J-B, Herrmann N, Zabel M, Schefuß E (in rev./2016): Coupling between late Holocene sea-surface temperature and terrestrial hydrology in southwestern Africa. *The Holocene*.

### **Assoziierte Artikel der Projektpartner**

- Meadows ME, Finch J (2016) The history and development of Quaternary Science in South Africa. *South African Geographical Journal* 98: 472- 482.
- Kirsten, KL, Meadows ME (2016) Late Holocene palaeolimnological and climate dynamics at Princessvlei, South Africa: evidence from diatoms. *The Holocene* 26: 1371-1381.
- Dixon S, Green AN, Cooper A (2015) Storm Swash Deposition On An Embayed Rock Coastline: Facies, Formative Mechanisms, and Preservation. *J Sedimentary Res.* 85(10):1155-1165.
- Meadows, ME (2015) Recent methodological advances in Quaternary palaeoecological proxies. *Progress in Physical Geography* 38: 807-817.
- Meadows, ME (2015) Seven decades of Quaternary palynological studies in southern Africa: a historical perspective. *Transactions of the Royal Society of South Africa* 70: 103-108.

### **B) Aktive Kongressteilnahmen (separat für jeden Projektpartner):**

#### **Friedrich-Schiller-Universität Jena (TP1+2)**

- Vorträge:** Frenzel, P, Meschner, S, Abramowski, N, Willomeit, A. & Fürstenberg, S. (2014): Brackish water Ostracoda of South Africa – work programme and first results. IGOM 2014, Frankfurt/M.
- Frenzel, P, Meschner, S. & German-South African Work Group (2013): Field Work in the Wilderness Area October 2013 – Micropalaeontology. RAIN Workshop 2013, Cape Town.
- Frenzel, P. (2015): Marginal marine Ostracoda and Foraminifera as proxies for environmental change. Royal Society of South Africa, Lecture Series, Pietermaritzburg, South Africa.
- Meschner, S., Frenzel, P., Wündsch, M. (2015): Late Holocene water balance changes in Groenvlei, a Southern Cape coastal lake in South Africa, as indicated by microfossil analysis. EOM8, Tartu, Estland.
- Poster:** Meschner, S., Frenzel, P. (2015): A new salinity transfer function for the brackish waters of the Wilderness Area, South Africa, based on Ostracoda and Foraminifera. EOM8, Tartu, Estland.

Meschner, S., Frenzel, P., Strachan, K.L., Finch, J.M., Hill, T.R. (2014) An Overview and Checklist on Recent and Holocene South African Nearshore Foraminifera. Forams 2014, Concepción, Chile.

Meschner, S., Frenzel, P., Wüdsch, M., Haberzettl, T. (2014): Late Holocene water balance changes in Groenvlei, a coastal lake in South Africa, as indicated by microfossil analysis. GeoFrankfurt 2014 (poster).

### Universität Bremen (TP3+4)

*Vorträge:* Herrmann, N, Dupont, L, Hahn, A, Hefter, J, Schefuß, E, Zabel, M. (2014) Holocene hydrological and vegetation changes in the Orange River catchment, Southern Africa. GeoFrankfurt 2014 (21 – 24 September 2014), Frankfurt a.M, Deutschland.

Herrmann, N, Dupont, L, Zabel, M, Schefuß, E. (2014) Hydrological and vegetation change during the Holocene in western South Africa. Bremen PhD Days in Marine Science (7 – 8 April 2014), Etelsen, Deutschland.

Zhao, Z., Dupont, L., Schefuß, E., Meadows, M.E., Hahn, A., Wefer, G. (2015): Holocene vegetation and climate variability between winter and summer rainfall zones of South Africa. AfQua 2015, Cape Town, South Africa.

Zhao, Z., Dupont, L., Wefer, G. (2014): Investigation to Holocene vegetation dynamics in western South Africa. GeoFrankfurt 2014, Frankfurt a.M., Germany.

*Poster:* Hahn A, Compton J, Kirsten KL, Lucassen F, Meyer-Jacob C, Schefuß E, Zabel M. (2015): Holocene paleo-climatic record from the South African Namaqualand mudbelt: a source to sink approach. AfQua 2015, Cape Town.

Herrmann, N, Boom, A, Carr, A, Chase, B. M, Hefter, J, Mollenhauer, G, Schefuß, E. (2015) Branched GDGT distribution in southern African soils and their environmental controls. 27th International Meeting on Organic Geochemistry (13 – 18 September 2015), Prag, Tschechien.

Herrmann, N, Boom, A, Carr, A, Chase, B. M, Schefuß, E. (2015) Compound-specific isotopes ( $\delta D$ ,  $\delta^{13}C$ ) of leaf waxes in southern African soils and their environmental controls. Plant Wax 2015 (16 – 20 June 2015), Ascona, Schweiz.

### Friedrich-Schiller-Universität Jena + Universität Bremen (alle TP)

*Vorträge:* Haberzettl, T, Frenzel, P, Reinwarth, B, Mäusbacher, R, Baade, J, Daut, G, Kirsten, K, Meadows, M. E, Quick, L, Finch, J, Green, A, Compton, J, Helmschrot, J, Dupont, L, Hebbeln, D, Schefuß, E. & Zabel, M. (2013): R A I N (Regional Archives for Integrated iNvestigations). Afrika 2013: Globaler Wandel – gemeinsam forschen und voneinander lernen, 33. Jahrestagung der Afrika-Gruppe Deutscher Geowissenschaftler: 7-8; Jena.

Haberzettl, T, Kasper, T, Lederer, M, Wüdsch, M, Frenzel, P, Zabel, M, Kirsten, K.L, Meadows, M.E, Quick, L.L. & Mäusbacher, R. (2015): Verlorenvlei – The first continuous Holocene high-resolution lake sediment record from the Winter Rainfall Zone of South Africa. AGU 2015, San Francisco.

Haberzettl, T, Wüdsch, M, Cawthra, H, Daut, G, Frenzel, P, Kasper, T, Meschner, S, Zabel, M, Baade, J, Kirsten, K.L. & Quick, L.J. (2016): The RAIN Project and first results from Eilandvlei and Verlorenvlei. — AFQUA 2016, Quaternary International, 404 (The African Quaternary: environments, ecology and humans, Cape Town): 182.

Haberzettl, T, Wüdsch, M, Cawthra, H, Daut, G, Frenzel, P, Kasper, T, Meschner, S, Zabel, M, Baade, J, Kirsten, K, Meadows, M, Quick, L. & Mäusbacher, R. (2015): The RAIN project and first results from Eilandvlei and Verlorenvlei. AfQua 2015, Cape Town.

Haberzettl, T., Wündsche, M., Kirsten, K., Meschner, S., Frenzel, P., Baade, J., Daut, G., Mäusbacher, R., Kasper, T., Quick, L., Meadows, M. & Zabel, M. (2015): A 4.2 ka palaeosalinity record derived from lacustrine sediments from Groenvlei, Wilderness Embayment, South Africa. AfQua 2015, Cape Town.

Hahn A; Schefuß E; Andò S, Cawthra HC, Frenzel P; Kugel M, Meschner S; Mollenhauer G; Zabel M. (2014): Linking catchment hydrology and oceanic circulation in Late Holocene southernmost Africa. GeoFrankfurt 2014, Frankfurt a.M, Deutschland.

Hahn A; Schefuß E; Andò S, Cawthra HC, Frenzel P; Kugel M, Meschner S; Mollenhauer G; Zabel M. (2016): Mosselbay environmental conditions and sea-surface temperature fluctuations during the Late Holocene. EGU (European Geosciences Union) General Assembly 2016, Vienna, Austria.

Wündsche, M., Haberzettl, T., Baade, J., Daut, G., Frenzel, P., Mäusbacher, R., Meschner, S., Zabel, M. (2014): RAIN (Regional Archives for Integrated iNvestigations): A project using terrestrial and marine archives for the assessment of Late Quaternary climate variability and environmental change in southern Africa. GeoFrankfurt 2014 - Earth System Dynamics, Frankfurt a.M., Germany.

Wündsche, M., Haberzettl, T., Kirsten, K.L., Meschner, S., Frenzel, P., Baade, J., Daut, G., Mäusbacher, R., Kasper, T., Quick, L.J., Meadows, M.E., Zabel, M. (2015): Coastal lake sediments from the southern Cape, South Africa - Implications for sea level and climate variations during the Holocene. AGU Fall Meeting 2015, San Francisco, USA.

Wündsche, M., Haberzettl, T., Kirsten, K.L., Meschner, S., Frenzel, P., Baade, J., Daut, G., Mäusbacher, R., Kasper, T., Quick, L.J., Meadows, M.E., Zabel, M. (2015): Sea level and climate change at the southern Cape coast, South Africa, as inferred from coastal lake sediments from Groenvlei. GeoBerlin 2015 - Dynamic Earth, Berlin, Germany.

Wündsche, M., Haberzettl, T., Kirsten, K.L., Meschner, S., Frenzel, P., Baade, J., Daut, G., Mäusbacher, R., Kasper, T., Quick, L.J., Meadows, M.E., Zabel, M. (2016): A 4.2 ka palaeosalinity record derived from lacustrine sediments from Groenvlei, Wilderness Embayment, South Africa. AfQua 2015, The African Quaternary - Environments, Ecology and Humans, Cape Town, South Africa, Quaternary International 404 Part B (2016), 182-183.

Wündsche, M., Haberzettl, T., Meadows, M.E., Kirsten, K.L., Meschner, S., Frenzel, P., Baade, J., Daut, G., Mäusbacher, R., Kasper, T., Quick, L.J., Cawthra, H.C., Zabel, M. (2016): Environmental change at the southern Cape coast of South Africa as inferred from a high-resolution Holocene sediment record from Eilandvlei. EGU General Assembly 2016, Vienna, Austria.

*Poster:* Hahn, A, Schefuß, E, Andò, S, Frenzel, P, Kugel, M, Meschner, S, Mollenhauer, G. & Zabel, M. (2016): Gouritz River catchment to Mossel Bay: a source to sink approach to reconstructing Late Holocene climatic conditions in southernmost South Africa. 3rd Working Group on Sediment Generation Meeting, Leuven.

Wündsche, M., Haberzettl, T., Kirsten, K.L., Meschner, S., Frenzel, P., Baade, J., Daut, G., Mäusbacher, R., Kasper, T., Quick, L.J., Hahn, A., Meadows, M.E., Zabel, M. (2015): Holocene sea level and climate change at the southern Cape coast, South Africa, as inferred from coastal lake sediment records. 26th IUGG General Assembly, Prague, Czech Republic.

Wündsche, M., Haberzettl, T., Baade, J., Daut, G., Frenzel, P., Kirsten, K.L., Mäusbacher, R., Meadows, M.E., Meschner, S., Quick, L.J., Zabel, M. (2014): Holocene palaeoenvironmental reconstructions from Eilandvlei and Groenvlei, Wilderness Embayment, South Africa.

International REKLIM conference: Our Climate - Our Future 2014. Regional perspectives on a global challenge, Berlin, Germany.

**C) Qualifizierungsarbeiten (separat für jedes Teilprojekt):**

• **Doktorarbeiten (PhD Theses; in prog./2017)**

**TP1:**

Michael Wündsch (FSU) Sea level and climate change at the southern Cape coast (South Africa) as inferred from coastal lake sediments

**TP2:**

Kate Leigh Strachan (UKZN) 2016 Intertidal salt-marsh foraminifera as sealevel indicators: Lessons from the South African coastline

Stephanie Meschner (FSU) Micropalaeontological investigations on late Quaternary coastal lakes and estuaries of South Africa

**TP3:**

Xueqin Zhao (UB) Palynological investigation to vegetation dynamics in western South Africa

Nicole Herrmann (UB) Sources, transport and environmental signals of plant lipids in southern Africa: implications for paleo-environmental reconstruction

**An südafrikanischen Partnerinstitutionen:**

Nadia du Plessis (UCT) From land to sea - a palynological investigation into late Holocene palaeoenvironments of the south coast of South Africa

Kelly Kirsten (UCT) 2014 Late Holocene diatom community responses to climate variability along the southern Cape coastal plain, South Africa

• **Master-Arbeiten (MSc Theses)**

**TP1:**

Paul Strobel (FSU) Palaeoenvironmental investigations on peat sediments from Vankervelsvlei in the year-round-rainfall zone of South Africa

Vanessa Linß (FSU) 2016 Palaeoenvironmental investigations on a sediment core from Verlorenvlei, Western Cape, South Africa with a special focus on anthropogenic influence

Thomas Leser (FSU) 2015 Palaeoenvironmental investigations on a sediment core from Bo-Langvlei, Southern Cape, South Africa

Nadia du Plessis (UCT) 2015 4000 years of environmental and climate change at Eilandvlei - a palynological investigation into the late Holocene palaeoenvironments of the Wilderness Embayment

**TP2:**

Marianne Bunte (FSU) Palaeoceanographic investigations on the Limpopo fan, southeastern Africa

Kirsty Spershott (UKZN) Ostracoda of St Lucia (eastern coast of South Africa) as proxies of Holocene environmental change

Lukas Gander (FSU) 2016 Micropalaeontological investigations on microfaunas from late Quaternary lagoons on the shelf of South Africa

Nadine Gründler (FSU) 2016 Micropalaeontological investigations in the Holocene of Verlorenvlei, Eastern Cape, South Africa

**TP4:**

Martin Kugel (UB) 2014 Holocene variations in elemental and organic compositions of coastal sediments off South Africa and its climatic implications

Jens Weiser (UB) 2014 Late Holocene climate variability off south-western Africa as inferred from sediment elemental composition and nonfossil assemblages

**An südafrikanischen Partnerinstitutionen:**

Robyn Granger (UCT) Variation in sea surface temperature and terrestrial hydrology in southwest Africa during the late Holocene

Lauren Pretorius (UKZN) Submerged shoreline preservation and ravinement during a meltwater pulse and subsequent slowstand

Shannon Dixon (UKZN) Competing terrestrial and marine influences on the development of Holocene shelf stratigraphy

• **Staatsexamen**

**TP1:**

Heinze Cirstin (FSU) in prog. Paleoenvironmental investigations on sediments from an oxbow lake of the Touw River, Garden Route National Park, South Africa (in German)

Sandra Wagner (FSU) 2015 Environmental reconstructions based on sedimentological investigations on a core from Rondevlei, Garden Route National Park, South Africa (in German)

Martin Lederer (FSU) 2015 Investigating the distribution of major and trace elements in the surface sediments of Verlorenvlei, Western Cape, South Africa (in German)

Thomas Reuß (FSU) 2015 Investigating the distribution of major and trace elements in the surface sediments of Eilandvlei, Garden Route National Park, South Africa (in German)

• **Bachelor-Arbeiten (BSc Theses)**

**TP1:**

Sascha Schröder (FSU) 2015 Biogenic silica as paleoclimatic indicator at Eilandvlei, South Africa (in German)

**TP2:**

Moritz J. Rottwinkel (FSU) 2016 Taxonomy and distribution of microfossils from surface sediments of Mossel Bay, South Africa

Brigitta Rieger (FSU) 2015 Micropalaeontological investigation of a sediment core from Ruigtevlei, South Africa (in German)

Tim Jakobsmeier (FSU) 2015 Micropalaeontological investigation of a sediment core from Rondevlei, South Africa (in German)

Nadine Abramowski (FSU) 2014 Reconstruction of historical environmental changes in Knysna Estuary, South Africa (in German)

Jonas Damm (FSU) 2014 Micropalaeontological investigation of a Holocene sediment core from Bolangvlei, South Africa (in German)

Annika Willomeit (FSU) 2014 Micropalaeontological and sedimentological investigations in the Knysna Estuary, South Africa (*in German*)

**TP3:**

Oliver Helten (UB) 2015 Klima- und Vegetationssignale an Lipidbiomarkern im Mudbelt vor der Westküste Südafrikas (*in German*)

**TP4:**

Katharina Pilgram (UB) 2014 Auswirkung mariner Sedimentkerne auf den Salinenkrebs *Artemia franciscana*, Ausfahrt M102 (*in German*)

**An südafrikanischen Partnerinstitutionen:**

Matjie Lillian Maboya (UCT) 2015 Late-Holocene marine radiocarbon reservoir correction for the South East coast of South Africa

**D) Veranstaltungen für Stakeholder / Politikberatung**

Vorträge bei South African National Parks (SANParks), bei denen neben SANParks Mitarbeitern auch andere Multiplikatoren wie Mitarbeiter von Cape Nature, Geschäftsführer lokaler Unternehmen wie dem Plantagen Unternehmen PG Bison oder auch interessierte Anwohner anwesend waren erfolgten im Mai 2014 sowie nach Abschluss von RAIN 1 im September 2016. Popularisierung der Nutzung von Mikrofossilien der Küsten als Indikatoren von Umweltveränderungen erfolgte in einem Vortrag vor der Royal Society of South Africa in Pietermaritzburg 2015. Diskussionen und Absprachen mit Vertretern des East Coast Fossil Park und Eugen Bergh vom South African Museum fanden in unregelmäßigen Abständen in Kapstadt zwischen 2014 und 2016 statt.

## Projektinformation

### **RAIN – Ein innovativer Ansatz der Klimaforschung im südlichen Afrika**

Das Klima im südlichen Afrika wird durch ein sehr komplexes System verschiedener, einander beeinflussender, atmosphärischer wie ozeanographischer Faktoren bestimmt. Einerseits leidet die semiaride Kap Region häufig an Wasserknappheit und abnehmender Wasserqualität, andererseits treten im feucht-tropischen östlichen Südafrika häufig Starkregenereignisse und Überschwemmungen auf, die, durch Erosion und infrastrukturelle Schäden, die dicht besiedelte südafrikanische Ostküste bedrohen. Unter anderem um vorbeugende Maßnahmen auf regionaler Ebene entwickeln zu können, müssen zukünftige klimatische Veränderungen zuverlässig und räumlich hochauflösend vorhergesagt werden. Dazu ist ein fundiertes Verständnis des komplexen Klimasystems in Südafrika eine sehr wesentliche Voraussetzung. Rekonstruktionen der Klimageschichte sind hierfür von zentraler Bedeutung. Leider sind weit in die Vergangenheit reichende, zeitlich kontinuierlich und hochauflösend abgelagerte Klimaarchive im südlichen Afrika äußerst selten. Da die Einflüsse lokaler oder regionaler Faktoren nicht hinreichend bekannt sind, bleiben bisherige Interpretationen zudem oft vage oder mehrdeutig.

Ziel des südafrikanisch-deutschen Verbundvorhabens *RAIN* ist die Beprobung zeitlich hochauflösender Sedimentablagerungen in küstennahen Meereszonen und Seen in verschiedenen Regionen Südafrikas, sowie deren vergleichende Interpretation zur Rekonstruktion lokaler Klimavariabilitäten in der jüngeren Erdgeschichte. Der innovative Ansatz einer integrativen Zusammenführung von Informationen zur Klimaentwicklung aus lakustinen und marinen Ablagerungen innerhalb eines Projekts stellt das wissenschaftliche Kernstück in *RAIN* dar. Zur Stärkung der Kooperation zwischen südafrikanischen und deutschen Wissenschaftlern ist die Förderung südafrikanischer Partnerinstitutionen ein weiteres, sehr wichtiges Ziel in *RAIN*. Erreicht wurde dies durch gemeinsame Feldarbeiten und Workshops, engverzahnte Laboruntersuchungen und Schiffsexpeditionen sowie Forschungsaufenthalte junger Wissenschaftler im jeweiligen Partnerland.

Um gesicherte Antworten auf die offenen Fragen der Klimaforschung zu erhalten wurden verschiedene Probenahmestellen sowohl in der Winter-, der Sommer- als auch deren Übergangszone ausgewählt. Der größte Teil Südafrikas bezieht seinen Niederschlag aus der Feuchtigkeit des Indischen Ozeans, die durch die östlichen Passatwinde während der Sommermonate den Kontinent erreicht. Die südwestliche Kapregion erhält ihren Niederschlag hingegen durch eine nördliche Verschiebung der Westwindzone, die während der Wintermonate auftritt. Zusätzlich beeinflusst wird dieser saisonale Wechsel durch die Intensitäten zweier Ozeanströmungen, dem kalten Benguela-Strom im Westen und dem warmen Agulhas-Strom im Osten.

Die Komplexität des betrachteten Klimasystems und die sozioökonomische Relevanz der Untersuchungen erforderten neben der Einbeziehung lokaler Kooperationspartner die Zusammenarbeit von Wissenschaftlern aus verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen. Die jeweiligen Kernkompetenzen der deutschen Projekt-partner von den Universitäten Jena und Bremen fanden sich in vier, eng miteinander verzahnten Teilprojekten mit jeweils spezifischen Aufgabenstellungen. Das fünfte Teilprojekt beinhaltete alle Aktivitäten zur Förderung und Stärkung der wissenschaftlichen Zusammenarbeit mit den südafrikanischen Partnern. Durch diese Struktur wurde die volle Integration der südafrikanischen Partner von den Universitäten Kapstadt, KwaZulu-Natal (Durban, Pietermaritzburg) und Witwatersrand (Johannesburg), sowie vom Council of Geosciences gewährleistet.

Alle durchgeführten Feldarbeiten, an Land wie auf See, waren überaus erfolgreich. Im Rahmen des Projektes konnte eine Vielzahl neuer, zuvor noch nicht untersuchter Ablagerungen entlang der Süd- und Westküste Südafrikas beprobt und u. a. mit sedimentologischen, geochemischen und mikropaläontologischen Methoden detailliert untersucht werden. See- und Meeresablagerungen ließen für die letzten ca. 10.000 Jahre sowohl Aussagen über den Verlauf des Meeresspiegelanstieges, als auch über regionale klimatische Entwicklungen in den verschiedenen Regenzone Südafrikas zu. Insbesondere für die Interpretation des Informationsgehalts der marinen Klimaarchive war deren jeweilige Zuordnung zu definierten Liefergebieten des abgelagerten Materials unerlässlich. Ein Vergleich ergab, dass sich trotz verschiedener Veränderungen auf den jeweiligen Transportwegen die in den Ablagerungen identifizierten Signalträger gut bestimmten Quellen zuweisen ließen. So konnte u. a. nachgewiesen werden, dass das durch den Orange-Fluss in den Atlantik geschüttete Material in erster Linie aus der Sommerregenzone im Osten Südafrikas stammt und somit Informationen der dort vorherrschenden Klimabedingungen birgt. Ein weiteres Ergebnis deutet darauf hin, dass die für den Winterregen der Kapregion verantwortlichen Westwinde mit Verschiebungen der Polarfront verbunden sind.

Neben Vorstellungen einzelner Ergebnisse auf verschiedenen internationalen Konferenzen und bei lokalen Stakeholdern konnten bislang neun Artikel in internationalen Fachzeitschriften veröffentlicht werden. Fünf weitere befinden sich derzeit in Begutachtung. Insgesamt wurden im Projekt *RAiN* 33 akademische Abschlussarbeiten deutscher und südafrikanischer Studenten betreut. Zum Teil waren diese mit mehrmonatigen Forschungsaufenthalten an einer beteiligten Institution des Partnerlandes verbunden.

Das große Interesse verschiedener, südafrikanischer Organisationen (u. a. Nationalparkverwaltungen) an den neuen Erkenntnissen zur jüngsten Entwicklung des Klimas im südlichen Afrika zeigt die große Bedeutung, die den Untersuchungen im Rahmen von *RAiN* beigemessen wird. Zusammen mit den Ergebnissen des Anschlussprojektes (*RAiN* 2, 2016-2018) ist ein signifikanter Zugewinn zum Verständnis des Klimasystems im südlichen Afrika und dessen Steuermechanismen zu erwarten.

## Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN geplant	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel  Abschlussbericht <i>RAiN</i> (Regional Archives for Integrated iNvestigations) (Teilprojekte 3-5)	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)]  ZABEL, Matthias DUPONT, Lydie HAHN, Annette SCHEFUSS, Enno	5. Abschlussdatum des Vorhabens 30.06.2016
	6. Veröffentlichungsdatum 31.12.2016
	7. Form der Publikation Online-Abschlussbericht
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse)  Universität Bremen MARUM - Zentrum für Marine Umweltwissenschaften Leobener Str. D-28359 Bremen	9. Ber. Nr. Durchführende Institution ---
	10. Förderkennzeichen 03G0840A
	11. Seitenzahl 20
12. Fördernde Institution (Name, Adresse)  Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. Literaturangaben 52
	14. Tabellen 1
	15. Abbildungen keine
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)  (s. Angabe in Kurzfassung)	
18. Kurzfassung  Das Projekt <i>RAiN</i> war ein bilaterales, geowissenschaftliches Verbundvorhaben zwischen südafrikanischen und deutschen Forschungseinrichtungen. Zielsetzung waren Untersuchungen zu einem besseren Verständnis von Steuerung und Dynamik des Klimageschehens im südlichen Afrika. Die Teilprojekte an der Universität Bremen (TP1+2) waren in erster Linie für Analysen von marinen Ablagerungen in den Küstenregionen. Es wurden sowohl aus früheren Expeditionen vorhandene Proben untersucht, als auch neue Sedimentkerne, die auf einer Ausfahrt mit dem deutschen Forschungsschiff Meteor im Rahmen einer Ausbildungsfahrt im Dez. 2013 gewonnen werden konnten. Zur Sicherstellung, dass das in den Meeresablagerungen gefundene Material aus bestimmten Liefergebieten bzw. Einzugsgebieten stammt, wurden auf zwei Landexpeditionen zudem die Hauptflusssysteme beprobt. Ein Vergleich ergab, dass sich trotz verschiedener Veränderungen auf den jeweiligen Transportwegen die in den Ablagerungen identifizierten Signalträger gut spezifischen Lieferquellen zuweisen ließen. So konnte u.a. nachgewiesen werden, dass das durch den Orange-Fluss in den Atlantik geschüttete Material in erster Linie aus der Sommerregenzone im Osten Südafrikas stammt und somit Informationen der dort vorherrschenden Klimabedingungen mit sich führt. Ein weiteres Ergebnis deutet darauf hin, dass die für den Winterregen der Kapregion verantwortlichen Westwinde mit Verschiebungen der Polarfront gekoppelt sind. Neben Vorstellungen einzelner Ergebnisse auf verschiedenen internationalen Konferenzen konnten bislang 7 Artikel in internationalen Fachzeitschriften veröffentlicht werden. Im Capacity Building Projekt (TP5) wurden insgesamt 33 akademische Abschlussarbeiten deutscher und Südafrikanischer Studenten betreut.	
19. Schlagwörter RAiN, SPACES, Geowissenschaften, Holozäne Klimageschichte, Klimadynamik, Südafrika	
20. Verlag  ---	21. Preis  ---

## Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN geplant	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel  Abschlussbericht <i>RAiN</i> (Regional Archives for Integrated iNvestigations) (Teilprojekte 1-2+5)	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)]  HABERZETTL, Torsten FRENZEL, Peter WÜNDSCH, Michael KASPER, Thomas	5. Abschlussdatum des Vorhabens 30.06.2016
	6. Veröffentlichungsdatum 31.12.2016
	7. Form der Publikation Online-Abschlussbericht
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse)  Friedrich-Schiller-Universität Jena    Friedrich-Schiller-Universität Jena Institut für Geographie                    Institut für Geowissenschaften Physische Geographie Löbdergraben 32                              Burgweg 11 D-07743 Jena                                    D-07749 Jena	9. Ber. Nr. Durchführende Institution ---
	10. Förderkennzeichen 03G0840B
	11. Seitenzahl 20
12. Fördernde Institution (Name, Adresse)  Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. Literaturangaben 52
	14. Tabellen 1
	15. Abbildungen keine
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) PtJ (MGS), Schweriner Str. 44, 18069 Rostock, 31.12.2016	
18. Kurzfassung  Das Projekt <i>RAiN</i> war ein bilaterales, geowissenschaftliches Verbundvorhaben zwischen südafrikanischen und deutschen Forschungseinrichtungen. Zielsetzung waren Untersuchungen zu einem besseren Verständnis von Steuerung und Dynamik des Klimageschehens im südlichen Afrika. Die Teilprojekte an der Friedrich-Schiller Universität Jena (TP1+2) waren in erster Linie für Analysen von lakustrinen Ablagerungen in Küstenseen verantwortlich. Die Sedimente der Seen wurden sowohl sedimentologisch als auch mikropaläontologisch untersucht. Zusätzlich wurden Proben aus den Einzugsgebieten der einzelnen Systeme genommen und mit den gleichen Methoden untersucht. Die Ergebnisse lassen sowohl Aussagen über den holozänen Meeresspiegelanstieg als auch über die holozäne regionale klimatische Entwicklung der verschiedenen Regenzone Südafrikas zu. Zusätzlich wurden Daten zur rezenten Biodiversität von Brackgewässern Südafrikas gewonnen. Neben Vorstellungen einzelner Ergebnisse auf verschiedenen internationalen Konferenzen konnten bislang sieben Artikel in internationalen Fachzeitschriften veröffentlicht werden. Im Capacity Building Projekt (TP5) wurden insgesamt 33 akademische Abschlussarbeiten deutscher und südafrikanischer Studenten betreut.	
19. Schlagwörter RAiN, SPACES, Geowissenschaften, Holozäne Klimageschichte, Klimadynamik, Südafrika	
20. Verlag  ---	21. Preis  ---

## Report Sheet

1. ISBN or ISSN planned	2. Kind of report (Final Report or Publication) Final Report
3. Title  Final Report <i>RAiN</i> (Regional Archives for Integrated iNvestigations) (Sub-projects 3-5)	
4. Autor(s) [Name(s), First name(s)]  ZABEL, Matthias DUPONT, Lydie HAHN, Annette SCHEFUSS, Enno	5. End of the project 30.06.2016
	6. Release date of the report 31.12.2016
	7. Form of the report Online-Final Report
8. Responsible Institution(s) (Name, Address)  Universität Bremen MARUM - Zentrum für Marine Umweltwissenschaften Leobener Str. D-28359 Bremen	9. Rep. Nr. resp. institution ---
	10. Project number 03G0840A
	11. Number of pages 20
12. Funding Institution (Name, Address)  Federal Ministry of Education and Research (BMBF) 53170 Bonn	13. Number of literature given 52
	14. Tables 1
	15. Figures no
16. Additional Information	
17. Submitted to (Title, place, date)  PtJ (MGS), Schweriner Str. 44, 18069 Rostock, 31.12.2016	
18. Short Version  The <i>RAiN</i> project was a bilateral, geoscientific collaborative project between South African and German research institutions. The overarching goal was to improve the recent knowledge on the driving forces of the southern African climate and its dynamics. The subprojects at the University of Bremen (3+4) were first of all responsible for investigations on coastal marine sediment deposits. The sample material either existed already from previous expeditions, or could be collected during a training cruise with the German research vessel Meteor in Dec. 2013. To examine whether the sediment material in the marine deposits originate from specific terrestrial source areas or catchments (provenance), samples could also be taken from the main South African river systems during two additional, land based expedition in 2014 and 2015. Although there are indications for some alteration of primary compositions, comparisons show that source areas could be clearly defined, a prerequisite for the reconstruction of past environmental conditions from sediment archives. As an example, we could prove that the material supplied to the Atlantic Ocean by the Orange River predominantly originates from the east of southern Africa and therefore contains information from the summer rainfall zone. Additionally to the known control of precipitation in the Cape by the westerlies, our results indicate to a strong coupling of the position and strength of this wind belt with the movement of the southern polar front.  Beside frequent presentation of our results on different international conferences, 7 articles could be published in international journals so far. Together with our partners from the Friedrich-Schiller-University Jean (SP1+2) in total 33 academic theses of German and South African students were supervised.	
19. Schlagwörter RAiN, SPACES, Geowissenschaften, Holozäne Klimageschichte, Klimadynamik, Südafrika	
20. Verlag  ---	21. Preis  ---

