



BMBF-Projekt GENUS

Geochemistry and Ecology of the Namibian Upwelling System

Jahresberichte 1.4. 2010 – 31.3. 2011



GENUS Zwischenbericht Universität Hamburg (TP0, TP3, TP5)

Zuwendungsempfänger
Universität Hamburg

Förderkennzeichen
03F0497A

Ausführende Stellen: Inst. für Biogeochemie und Meereschemie, Institut für
Hydrobiologie und Fischereiwissenschaften

Koordinator und Leiter TPs 0 und 3: Prof. Dr. Kay-Christian Emeis, TP-Leiter TP5: Dr.
Rolf Koppelman

Vorhabenbezeichnung

Geochemistry and Ecology of the Namibian Upwelling System (GENUS):
TP0 (Koordination), TP3 (Biogeochemie), TP 5 (Meso- und Makrozooplankton)

Laufzeit des Vorhabens
01.03.2009 – 30.04.2012

Berichtszeitraum
01.04.2010 – 31.03.2011

1. Aufzählung der wichtigsten wissenschaftlich-technischen Ergebnisse und anderer wesentlicher Ereignisse.

Das GENUS-Projekt setzte seine erfolgreiche Arbeit im Berichtszeitraum fort. Höhepunkte des Berichtszeitraums für das TP0 (Koordination) waren:

Logistische Koordination (zusammen mit FL Prof. Buchholz, TP7) der Expedition DISCOVERY 356 (9.9. – 13.10. 2010) und Fahrtleitung auf Expedition M.S. MERIAN 17/2 (30.1.-7.3.11; FL Dr. N. Lahajnar). Organisation des GENUS Projekttreffens am 18. Juni 2010 am IHF in Hamburg. Finanzielle Abwicklung des Stipendienprogramms mit namibischen Stipendiaten für einen M.Sc.-Kurs an der Uni HB (ISATEC; R. Horaeb) sowie für Promotionsstipendien (C. Chikwiliwa, Annethea Müller/IOW; N. Moroff, C. Bartholomae/Uni Bremen; B. Tjizoo/ ZMT Bremen). Mit der Benguela Current Commission (BCC) wurde ein „Memorandum of Understanding“ zur gegenseitigen Unterstützung von wissenschaftlicher Forschung im Arbeitsgebiet abgeschlossen. TP0 oblag die Betreuung der Projektwebseite (<http://genus.zmaw.de/>), die Informationen über wichtige Projektergebnisse und Meilensteine gibt. Teilnahme an der wissenschaftlichen Konferenz IMBIZO II des IMBER-Projekts und Darstellung bisheriger Ergebnisse (Heraklion/Griechenland;10.-14. 10. 2010). Teilnahme an einem workshop des Projekts NANSCLIM (12.-17. 3. 2011 in Stellenbosch/Südafrika), dabei Absprachen mit Wissenschaftlern und Vertretern von Wissenschaftsorganisationen aus Südafrika für zukünftige Zusammenarbeit. Emeis (Koordinator) wurde als Mitglied in das „LOICZ-IMBER Continental Margins Task Team“ berufen. In Zusammenarbeit mit dem Multimediakontor Hamburg wurden professionell hergestellte Podcasts in Begleitung des Projekts angefertigt. Der Trailer zu dieser Serie ist im Internet zu finden (<http://www.youtube.com/watch?v=GMasyHB5ocg>).

Im TP3 (Biogeochemie) wurden Wasserproben der Fahrten METEOR 76-2, AFRICANA 258 sowie DISCOVERY 356 auf Nährstoffgehalte und Nitratisotope untersucht. Alle Fahrten wurden mit einer FerryBox begleitet, sodass physikalische, chemische und biologische Zustandsgrößen der Oberflächenwasser lückenlos erfasst werden konnten. Die bisherigen Ergebnisse wurden auf 3 Konferenzen (IMBER-IMBIZO II, 2010; NANSCLIM meeting Stellenbosch, 2011; EGU 2011) vorgestellt. Gemeinsam mit TP4 Biogeochemie wurde eine erste Fassung eines Manuskripts angefertigt, in dem die CO₂-Bilanz des Auftriebsgebiets untersucht wird (Rixen, T. et al, in prep.). Die Daten der Nitrat-Isotopenzusammensetzung werden derzeit in einem Manuskript zusammengefasst (EGU 2011 Abstract; Nagel et al., 2011). Basierend teilweise auf alten und neu gewonnenen Daten wurden 2 Veröffentlichungen in Kooperation mit dem assoziierten

Partner HU Berlin (Dr. U. Struck) angefertigt und sind im Druck. Proben von Oberflächensedimenten und Schwebstoffen werden derzeit in 3 B.Sc.-Abschlussarbeiten im Studiengang „Geowissenschaften“ der Universität Hamburg untersucht.

Das TP 5 (Meso- und Makrozooplankton) hat im Berichtszeitraum an zwei Expeditionen (DISCOVERY 356 und M.S. MERIAN 17/2) teilgenommen. Während der Expeditionen erfolgte, wie auch schon bei den vorherigen Fahrten, die synoptische Erfassung des Mesozooplanktons. Zusätzlich konnte während der Expedition mit M.S. MERIAN ein ROV (Remotely Operated Vehicle) der Universität Hamburg eingesetzt werden, um an verschiedenen Stationen die Sedimentstruktur und die benthische Megafauna zu erfassen. Diese Arbeiten sollen im beantragten Nachfolgeprojekt GENUS II intensiviert und in Zusammenarbeit mit namibischen Wissenschaftlern (B. Curry) analysiert werden. Die Analysen der im Frühjahr 2008 und Dezember 2009 während der Expeditionen mit den Forschungsschiffen M.S. MERIAN und AFRICANA gewonnenen Proben sind hinsichtlich der Biomasse und taxonomischer Zusammensetzung abgeschlossen. Erste Ergebnisse wurden beim Jahrestreffen der Benguela Current Commission (BCC) im Oktober 2010 in Swakopmund (Namibia) vorgestellt. Die Analysen des im Berichtszeitraum gewonnenen Materials finden zurzeit statt. Einzelne Aspekte wurden/werden im Rahmen von Bachelor und Master of Science Abschlussarbeiten vertieft: In Zusammenarbeit mit der Universität Bremen und dem Teilprojekt 2 untersucht ein GENUS-Stipendiat (R. Horaeb) die Zusammensetzung und Verteilung des Zooplanktons an einer Dauerstation mit Hilfe von Netzfängen und akustischen Analysen. Eine weitere M.Sc.-Arbeit (Jung 2010) hat sich mit der Zusammensetzung und trophischen Struktur von gelatinösen Organismen beschäftigt. Eine gemeinsame Publikation mit dem TP 3 über die gewonnenen Erkenntnisse ist in Vorbereitung (Jung et al., in prep.). Eine weitere M.Sc.-Arbeit über die Bedeutung der Chaetognatha im Auftriebssystem wird zurzeit bearbeitet. Im Rahmen einer B.Sc.-Arbeit (Kesselring 2010) wurde die Eignung eines automatisierten Verfahrens (Zooscan) zur Analyse von Zooplanktonproben aus dem namibischen Auftriebsgebiet getestet. Zwei weitere B.Sc.-Arbeiten beschäftigen sich mit der Verteilung des Zooplanktons in Relation zu einem Auftriebsfilament und mit der Verteilung und trophischen Stellung der Pteropoda im Untersuchungsgebiet. Zusätzlich konnten GENUS-relevante Untersuchungen zu mesopelagischen Fischen aus dem südamerikanischen Auftriebsgebiet (Humboldt Current System) in Zusammenarbeit mit peruanischen und chilenischen Wissenschaftlern zur Publikation eingereicht werden (Cornejo et al., submitted).

Veröffentlichungen

- Cornejo, R., Oyarzún, C., Koppelman, R., Castillo, R., Castro, L., Chirichigno, N., Salazar, M., Ganoza, F. and Niquen, M., submitted, *Bio-physical characterisation of micronektonic sound scattering layers in the South-Eastern Pacific off Peru, Deep-Sea Research I*.
- Jung, A.S., 2010, *Abundance and trophic position of gelatinous and half-gelatinous organisms in the Namibian Upwelling Region*. M.Sc. Thesis, University of Hamburg. 49 pp.
- Jung, A.S., Koppelman, R. and Lahajnar, N., in prep., *Abundance and trophic position of gelatinous organisms in the Namibian Upwelling Region*.
- Kesselring, T., 2010, *Analyse von Zooplanktonproben aus dem namibischen Auftriebsgebiet mit Hilfe eines automatisierten Analyseverfahrens (Zooscan)*. B.Sc. Thesis, University of Hamburg. 35 pp.
- Meisel, S., Struck, U. and Emeis, K.-C., 2011. *Nutrient dynamics and oceanographic features in the central Namibian upwelling region as reflected in $\delta^{15}\text{N}$ -signals of suspended matter and surface sediments*. *Fossil Record*, 14(2): 153-169.
- Meisel, S., Emeis, K.-C., Struck, U. and Kristen, I., 2011. *Nutrient regime and upwelling in the northern Benguela since the middle Holocene in a global context – a multi-proxy approach*. *Fossil Record*, 14(2): 171-193.
- Nagel, B., Schlarbaum, T., Mohrholz, V. and Emeis, K.-C., 2011. *N-cycling in the suboxic Benguela Upwelling System from dual N and O isotopic composition of nitrate*. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 13, EGU 2011-5806-1, 2011, EGU General Assembly 2011.
- Rixen, T. et al., in preparation. *Spatial and temporal variations of $p\text{CO}_2$ in surface waters of the Benguela Upwelling System off SW Africa*.

2. Vergleich des Stands des Vorhabens mit der ursprünglichen (bzw. mit Zustimmung des Zuwendungsgebers geänderten) Arbeits-, Zeit- und Ausgabenplanung.

Das Vorhaben läuft wie geplant; es sind derzeit keine Probleme beim Mittelabfluss zu erwarten.

3. Haben sich die Aussichten für die Erreichung der Ziele des Vorhabens innerhalb des angegebenen Berichtszeitraums gegenüber dem ursprünglichen Antrag geändert (Begründung)?

Keine Veränderungen

4. Sind inzwischen von dritter Seite Ergebnisse bekannt geworden, die für die Durchführung des Vorhabens relevant sind? (Darstellung der aktuellen Informationsrecherchen nach Nr. 2.1 BNBest-BMBF 98).

Nein

Es werden laufend Literaturrecherchen zum Untersuchungsthema in ASFA und Web of Science durchgeführt. Es wurden keine Ergebnisse in der neueren Literatur gefunden, die die Durchführung des Vorhabens beeinflussen sollten.

5. Sind oder werden Änderungen in der Zielsetzung notwendig?

Nein

6. Fortschreibung des Verwertungsplans.

Wirtschaftliche Erfolgsaussichten

Im Rahmen des Projektes wird die Auswirkung von Klima- und Umweltwandel auf das Ökosystem im Küstenauftriebsgebiet vor Namibia/Südwestafrika untersucht. Zu diesem Zweck werden Beobachtungen zu Ozeanzirkulation, zu biogeochemischen Eigenschaften der Wassermassen und zu biologischen Prozessen im Nahrungsnetz dieses fischreichen Küstenmeers von einzelnen Projektpartnern untersucht und in Modellen für die Jetztzeit und ausgewählte Perioden der Vergangenheit nachgebildet. Ziel bleibt es, mit dem geprüften Modellsystem die möglichen Entwicklungen dieses fischreichen Ökosystems unter veränderten Klimabedingungen der Zukunft abzuschätzen. Daher liegt unser Fokus im Rahmen des Projektes zurzeit nicht auf einer wirtschaftlich verwertbaren Entwicklung. In diesem Rahmen arbeitet GENUS eng mit namibischen und südafrikanischen Institutionen zusammen und begleitet die wissenschaftliche Arbeit durch ein Ausbildungsprogramm für Nachwuchswissenschaftler aus der Region. Enge Absprachen und wissenschaftliche Kooperationen bestehen mit dem norwegischen NANSCLIM-Projekt und dem internationalen IMBER-Projekt. Schwerpunkte der Arbeiten von Teilprojekten 3 und 5 der Universität Hamburg liegen auf Untersuchungen zu Wassermasseneigenschaften in Bezug auf Nährstoffelemente und Gasflüsse, auf Untersuchungen zum Partikelfluss vom Schelf in die Tiefsee und des Meso- und Makrozooplankton im Auftriebsgebiet. Wirtschaftliche Erfolgsaussichten standen bei der Konzeption der Teilprojekte 0, 3 und 5 nicht im Vordergrund der Erwägungen und sind derzeit nicht erkennbar.

Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten

Das GENUS-Konsortium vertritt alle relevanten Disziplinen und Ressourcen, die zur erfolgreichen Durchführung des Projekts nötig sind. Ergänzende wissenschaftliche Expertise wird von Kooperationspartnern in der Region (Namibia, Südafrika), vertreten in der Benguela Current Commission, sowie durch enge Kooperation mit dem NORAD-Projekt NANSCLIM bereit gestellt.

Wir haben im Berichtszeitraum mit den Expeditionen mit *RV Discovery* und *M.S. Merian* erfolgreich projekt-spezifische Feldkampagnen durchgeführt. Diese Expeditionen haben gezeigt, dass alle schiffsgebundenen Messmethoden wie erwartet angewendet werden konnten und in der Zukunft erfolgreich angewendet werden können. Ein Antrag auf eine Folgeexpedition mit *F/S MS Merian* oder *F/S Meteor* wurde von der DFG-SKfOz für 2013 genehmigt. Eine weitere Expedition soll für 2014 beantragt werden. Hinzu kommt eine neu beantragte Expedition

mit dem RV *Africana*, die besonders der Ausbildung von Nachwuchswissenschaftlern aus der Benguela-Region gewidmet sein wird. Die Besonderes Gewicht hat die Koordination (TP0) der logistischen und wissenschaftlichen Arbeiten in diesem Projekt: Synergien zwischen empirisch und theoretisch arbeitenden Gruppen in GENUS werden in besonderem Maße durch die regelmäßigen (halbjährlich stattfindender) Projekttreffen gewährleistet. Anlässlich dieser ein- bis zweitägigen thematischen Workshops zu den GENUS-Themen und speziell der Modellierung werden Arbeitsfortschritte abgefragt, die Datenerfordernisse der gekoppelten Modellierung je nach Arbeitsfortschritt definiert und das Arbeitsprogramm der nächsten Monate festgelegt. Diese Workshops beeinflussen grundlegend das Arbeitsprogramm der Expeditionen, da hier Wissenslücken rechtzeitig behoben werden können, um das Projekt erfolgreich beenden zu können. Das Projekt hat eine Skizze für eine 2. Phase von GENUS beim Projektträger eingereicht und hofft, die erfolgreiche Arbeit nahtlos nach Ende der 1. Projektphase im Rahmen der SPACES-Initiative (SCIENCE PARTNERSHIPS FOR THE ASSESSMENT OF COMPLEX EARTH SYSTEM PROCESSES) weiter führen zu können.

Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Das Gesamtvorhaben GENUS zielt auf einen Beitrag zur Forschung im Thema „Umwelt und Nachhaltigkeit“, besonders im Thema „System Erde: Forschung zum Klimawandel“. Es soll einen Beitrag zum Umgang mit unvermeidbaren Folgen des Klimawandels (Adaptation) leisten durch die Bereitstellung von Szenarien zu möglichen Veränderungen in Stoffflüssen – einschließlich klimarelevanter Gase – und den Meeresressourcen in einer der biologisch produktivsten Meeresregionen der Erde. Das GENUS-Projekt ist ein deutscher Beitrag zur internationalen IMBER-Initiative des IGBP („Integrated Marine Biogeochemistry and Ecosystem Research“ IMBER; International Geosphere Biosphere Project“ IGBP) als „Affiliated Project“ und zielt auf die gemeinsamen Aktivitäten von IMBER und dem IGBP-Projekt LOICZ (Land-Ocean-Interaction in the Coastal Zone) in Schelfgebieten. GENUS baut auf den etablierten regionalen Forschungsk Kooperationen BENEFIT (Benguela Environment Fisheries Interaction and Training, 1997-2007) und BCLME (Benguela Current Large Marine Ecosystem, seit 2002) auf, an denen deutsche Wissenschaftler des ZMT, IOW und der Universität Bremen in enger Kooperation mit Partnern aus der Region (MCM Südafrika, NatMIRC Namibia, INIP Angola) beteiligt waren. Zur Fortsetzung und Intensivierung der Zusammenarbeit findet unter der Koordination von GENUS (TP0) eine enge Kooperation mit der Benguela Current Commission sowie des namibischen NATMIRC zum Aufbau meereswissenschaftlicher Expertise (Capacity Building) bei jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus der Region statt. Die Kooperation mit Partnern aus Südafrika wurde durch GENUS-flankierende Aktivitäten mit dortigen Forschungseinrichtungen vertieft, durch die gemeinsame Expeditionsteilnahme mit den Forschungsschiffen *Discovery* und *M.S. Merian* gefestigt, und durch Teilnahme der Kooperationspartner aus Südafrika an GENUS-Workshops und Ausbildungskursen mit Leben gefüllt.

Die wissenschaftlichen Arbeiten der Universität Hamburg (TP3, TP5) haben unmittelbare Relevanz für die Abschätzung der klimatisch bedingten Schwankungsbreite von Stoffflüssen, einschließlich klimarelevanter Gase, in einem der großen Auftriebsgebiete der Erde. Die Untersuchungen der Beziehungen zwischen klimatischem Antrieb, Ozeanzirkulation, biogeochemischen Stoffflüssen und Veränderungen trophischer Ebenen und ihre vergangenen Veränderungen als Folge klimatischen Wandels hat direkte Relevanz für Projektionen über CO₂-Sequestrierung in Sedimenten und im angrenzenden Ozean. Um die Ergebnisse von GENUS der Öffentlichkeit darzustellen und für die Medien aufzubereiten, wurden im Koordinatorantrag (TP0) Mittel für die Herstellung eines etwa 30-minütigen Films beantragt. Stattdessen wird mit fachmännischer Begleitung des Multimedia-Kontors Hamburg eine Reihe kürzerer Podcasts zu GENUS produziert. Es ist zu erwarten, dass im Verlauf der derzeitigen ersten Projektphase wissenschaftliche Manuskripte entstehen werden, die zur Veröffentlichung in der internationalen Fachliteratur eingereicht werden. Gemeinsamer wissenschaftlicher Abschluss der ersten Phase wird eine Konferenz in der Region (wahrscheinlich Südafrika) sein, die der wissenschaftlichen Ausbeute der ersten Phase sowie der Planung weiterer wissenschaftlicher Kooperationen in der 2. Phase gewidmet sein wird.

Schutzrechtsanmeldungen

Es sind derzeit keine Schutzrechtsanmeldungen für das gesamte Verbundprojekt GENUS oder für die TP 0, 3 und 5 der Universität Hamburg geplant.

GENUS Zwischenbericht des MPI-M (TP1)

Zuwendungsempfänger
Max Planck Gesellschaft zur Förderung
der Wissenschaften e.V

Förderkennzeichen
03F0497A

Ausführende Stelle: Max Planck Institut für Meteorologie Hamburg,
TP-Koordinatorin: Prof. Dr. Daniela Jacob

Vorhabenbezeichnung
Geochemistry and Ecology of the Namibian Upwelling System (GENUS):
TP1 Simulation

Laufzeit des Vorhabens
01.03.2009 – 30.04.2012

Berichtszeitraum
01.04.2010 – 31.03.2011

1. Aufzählung der wichtigsten wissenschaftlich-technischen Ergebnisse und anderer wesentlicher Ereignisse.

Die im vorherigen Berichtszeitraum fertiggestellten mit ERA-INTERIM angetriebenen REMO-Klimasimulationen wurden in Absprache mit den Projektpartnern des Leibniz Instituts für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) für die Nutzung als Eingangsdaten in das Ozeanzirkulationsmodell MOM-4 aufbereitet und dorthin übertragen.

Dafür wurden die folgenden Parameter berechnet bzw. als Zeitreihe dem Modelloutput entnommen und in das NetCDF Format konvertiert:

- Koordinaten
- 10 m Windgeschwindigkeiten
- maximale Windböen
- Luftdruck auf Meeresspiegel umgerechnet
- 2 m spezifische Feuchte
- 2 m Lufttemperatur
- Land-Seemaske
- kurzwellige Einstrahlung am Boden
- langwellige Einstrahlung
- Niederschlagssumme
- Windstress
- latenter Wärmefluss
- Verdunstung
- sensibler Wärmefluss
- langwelliges Strahlungsbudget
- kurzwelliges Strahlungsbudget
- Bewölkung
- Albedo

Zusätzlich wurden die mit ERA-INTERIM Reanalysen angetriebenen Modellsimulationen einer etwas tieferen Analyse unterworfen, um einerseits die Qualität der Modellsimulationen für die Region Westliches und Südliches Afrika zu quantifizieren (und wenn möglich zu optimieren) und um andererseits den Einfluss der kleinräumigen Aufquellgebiete vor der Küste auf das simulierte Klima zu untersuchen. Diese Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen. Der aktuelle Status ist der Folgende:

Bei der Validierung der im GENUS Projekt durchgeführten REMO Simulationen traten in einem bestimmten Abschnitt des Küstengebiets im Vergleich zu dem global auf 50 km Auflösung vorliegenden Beobachtungsdatensatz CRU3 relativ große Abweichungen (bis zu 8 Grad C) in

der 2 m Temperatur auf (Abbildung 1, links). Diese Abweichungen scheinen allerdings nicht modellspezifisch zu sein, sondern wurden im Rahmen des CORDEX (COordinated Regional climate Downscaling EXperiment) Projektes auch bei vielen anderen Regionalen Klimamodellen beobachtet (s. Abbildung 1). Die Region mit den größten Temperaturabweichungen (siehe Abbildung 1, rechts) weist allerdings eine besonders geringe Messstationsdichte auf, was in hohen Maßen zu Unsicherheiten in den Beobachtungsdatensätzen führt. Um eine bessere Abschätzung dieser Unsicherheit zu bekommen, wurden weitere Beobachtungsdatensätze verglichen.

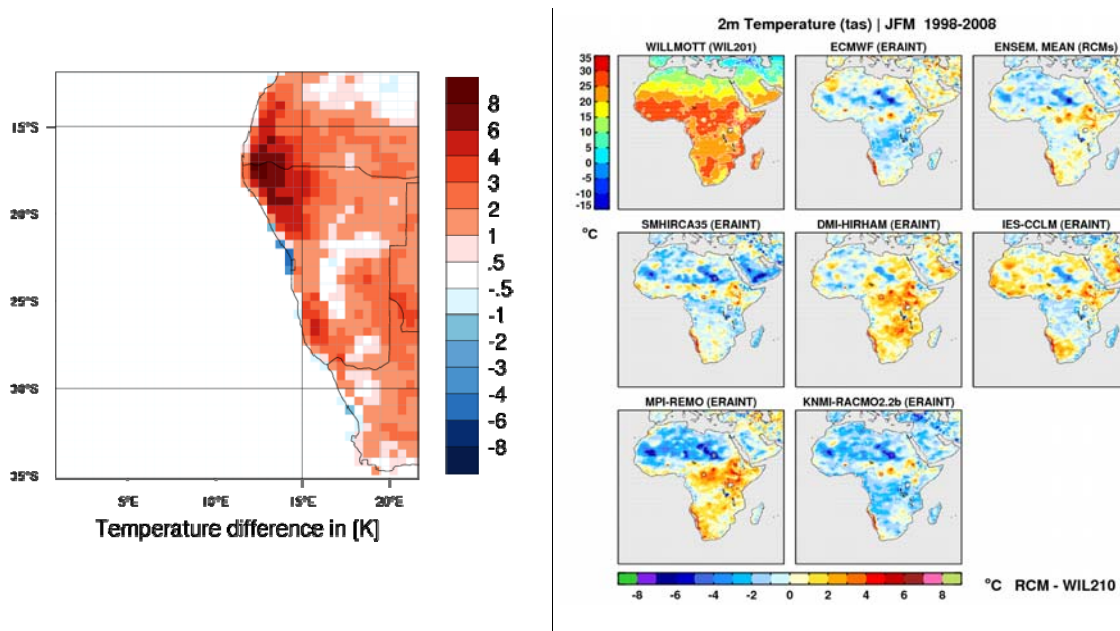


Abbildung 1: (links): Abweichung der simulierten (REMo) von der beobachteten (CRU) mittleren Jahrestemperatur für das den Zeitraum 1990-1996. (rechts) Abweichung der simulierten mittleren Temperatur für die Monate Januar-März verschiedener aktueller regionaler Klimamodelle von beobachteten (Willmot & Matura) Temperaturen. (Dies ist eine unveröffentlichte CORDEX-Abbildung zur Verfügung gestellt von Nikulin & Jones, 2011)

Außer den auf regelmäßigen Gittern vorliegenden Beobachtungsdatensätzen wurden auch Vergleiche zu einzelnen Stationsdaten aufgestellt, da diese näher an der betroffenen Region lagen. Es konnte gezeigt werden, dass die Beobachtungen in der betrachteten Region eine große Schwankungsbreite aufweisen. Es ist daher sehr fraglich, inwieweit der Temperaturbias wirklich den Modellen zuzuschreiben ist, oder ob nicht zumindest ein Teil der Abweichung auch auf den Mangel an geeigneten Stationsdaten in der Region zurückzuführen ist.

Zur genaueren Identifizierung der Herkunft des Temperaturbias in diesem Bereich der Küstenregion wurden verschiedene Modellparameter genauer analysiert. Als erster Parameter wurde die vom Modell simulierte Bewölkung nochmals detailliert evaluiert. Bei der Temperaturabweichung handelt es sich um eine zeitlich recht konstante Abweichung ca. 1 bis 2 Gitterboxen von der Küste Nord Namibias entfernt. Generell scheint es so, als ob die Abweichung stärker in der Tagesmaximum- und weniger stark in der Tagesminimum-Temperatur auftritt. Eine erhöhte Einstrahlung durch eine zu geringe Bewölkung könnte dieses Muster erklären. REMO hat im Vergleich zu CRU2 deutlich weniger Wolken. Allerdings stellt sich hier wieder die Frage der Unsicherheit in den Beobachtungen, da der CRU2 Datensatz wiederum Abweichungen zu vorhandenen Satellitenprodukten zeigt. Bezüglich der Wolkenbedeckung ist weiterhin noch anzumerken, dass eine erste Sensitivitätsstudie aufzeigt, dass eine erhöhte Wolkenbedeckung im Modell die Temperaturabweichung nicht signifikant reduziert. Allerdings ist bezüglich dieser Sensitivitätsstudie noch einiges an weiterführenden Analysen zu unternehmen.

Eine weitere Ursache für die Temperaturabweichung des Modells zu Beobachtungsdaten könnte in einem zu geringen Bodenwärmefluss des Modells liegen. Bei genauerer Betrachtung der regionalen Bodeneigenschaften, sowie der Bodenklassifikation in der REMO-Bodenbibliothek hat sich herausgestellt, dass es sich bei den in der Region vorkommenden Böden um einen Mischbodentyp handelt, welcher mit den vorliegenden Böden in REMO nicht genau klassifiziert werden konnte. Die Frage, ob ein realitätsnäherer Bodentyp zu

Verbesserungen der simulierten Temperaturen führt soll in der nächsten Projektperiode weiter untersucht werden.

Ein weiterer Aspekt, welcher Einfluss auf die Güte der REMO-Simulationen haben kann, ist die Qualität der im Modell verwendeten Meeresoberflächentemperatur. Die im Rahmen des Projektes erstellten REMO-Läufe wurden mit dem ERA-INTERIM Reanalyse-Datensatz angetrieben. Da REMO selbst keine eigene Meeresoberflächentemperatur errechnet, wurde auch diese dem Reanalyse-Datensatz entnommen. Die verwendeten Antriebsdaten haben allerdings eine Auflösung von 0.7° und können daher die Auftriebsgebiete an der Küste nur sehr schematisiert wiedergeben. Bei einem im Rahmen des Projektes unternommenen Vergleich mit räumlich hochaufgelösten Satellitendaten (NOAA Pathfinder, verfügbar in 4×4 km Auflösung) wurde festgestellt, dass dies in der betreffenden Region zu Abweichungen von bis zu 2°C führen kann. Um den Effekt der räumlich besser aufgelösten Aufquellgebiete auf die küstennahen Lufttemperatur zu untersuchen, wurde das Jahr 1990 mit einer an den Satellitendatensatz angepassten SST erneut berechnet. Aus Konsistenzgründen wurden die täglichen Schwankungen der SST von ERA-Interim beibehalten, die räumliche Verteilung aber den Satellitendaten übernommen (s. Abbildung 2). Die Analyse dieser Sensitivitätsstudie ist noch nicht abgeschlossen.

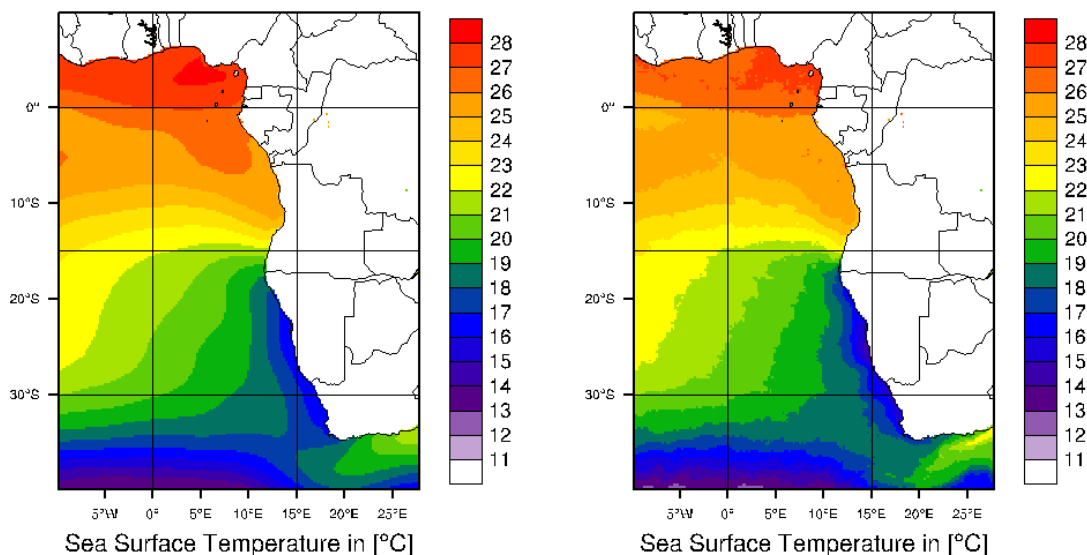


Abbildung 2: Meeresoberflächentemperatur für das Jahr 1990 aus ERA-INTERIM Reanalysen (links) und verschnitten mit Satellitenmessungen (rechts)

2. Vergleich des Stands des Vorhabens mit der ursprünglichen (bzw. mit Zustimmung des Zuwendungsgebers geänderten) Arbeits-, Zeit- und Ausgabenplanung.

In Absprache mit dem Projektkoordinator und den Partnern des Leibniz Instituts für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) wurde beschlossen, dass zum jetzigen Zeitpunkt der Focus auf der besseren Analyse der lokalen Ozean-Atmosphären Rückkopplungsmechanismen im Modell liegen sollte. Die ursprünglich im Antrag vorgesehenen Simulationen für 2 Perioden in der Vergangenheit werden daher vorerst nicht gerechnet.

In naher Zukunft wird daher die oben beschriebene Sensitivitätsstudie, welche auf räumlich hochaufgelösten SST-Daten beruht, intensiv ausgewertet werden und gegebenenfalls durch Simulationen mit aktuellen SST-Simulationsdaten des IOW ergänzt werden. Der Focus der Analyse wird hierbei insbesondere auf der Auswirkung der geänderten SST auf die atmosphärische Zirkulation, sowie auf die küstennahen Temperaturen liegen. Ausgehend von den Erkenntnissen aus diesen Simulationen kann das Prozessverständnis verbessert und die Modelle entsprechend angepasst werden, womit sich aus wissenschaftlicher Sicht ein deutlicher Mehrwert ergeben wird.

3. Haben sich die Aussichten für die Erreichung der Ziele des Vorhabens innerhalb des angegebenen Ausgabenzeitraums gegenüber dem ursprünglichen Antrag geändert (Begründung)?

Nein.

4. Sind inzwischen von dritter Seite Ergebnisse bekannt geworden, die für die Durchführung des Vorhabens relevant sind?

Nein

5. Sind oder werden Änderungen in der Zielsetzung notwendig?

Nein

6. Jährliche Fortschreibung des Verwertungsplans.

Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten

Die in GENUS durchgeführten Simulationen mit dem regionalen Klimamodell REMO tragen zum Verständnis der für die Region dominierenden meteorologischen Prozesse bei und damit zur Verbesserung/Anpassung des Modells an die Region.

Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende

das Teilprojekt verfolgt keine wirtschaftlichen Ziele

Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte

keine

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

Noch keine

GENUS Zwischenbericht des IOW (TP2)

Zuwendungsempfänger
Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde

Förderkennzeichen
03F0497A,

Ausführende Stelle:
Sektion Physikalische Ozeanographie und Messtechnik
TP Koordinator: Prof. Dr. Wolfgang Fennel

Vorhabenbezeichnung
Geochemistry and Ecology of the Namibian Upwelling System (GENUS):
TP2: Modellierung und Beobachtung von hydrographischen und biogeochemischen
Schlüsselprozessen im Benguela-Auftriebsgebiet

Laufzeit des Vorhabens
01.05.2009 – 30.04.2012

Berichtszeitraum
01.04.2010 – 31.03.2011

1. Aufzählung der wichtigsten wissenschaftlich-technischen Ergebnisse und anderer wesentlicher Ereignisse.

Hydrographie

Im Berichtszeitraum wurden die für das Teilprojekt geplanten Feldarbeiten weitgehend abgeschlossen. Höhepunkt waren die beiden Expeditionen mit RRV Discovery und FS M.S. Merian, die im September/Oktober 2010 und Februar 2011 erfolgreich durchgeführt wurden. Damit steht nun ein saisonal aufgelöster Datensatz der wichtigsten hydrographischen Parameter zur Verfügung. Mit hochauflösenden geschleppten CTD Messungen konnte auf der Discovery Expedition 2010 erstmals die vertikale Struktur eines Auftriebsfilamentes untersucht werden. Die Fronten zwischen Auftriebsfilament und umgebenden ozeanischen Wasser sind durch stark erhöhte Primärproduktion gekennzeichnet. Mit dem Auftriebswasser wurden auch die für die innere Schelfregion typischen Organismengemeinschaften in ozeanische Gebiete exportiert.

Das Auftreten anoxischer Verhältnisse auf dem Namibischen Schelf ist eng an die Verteilung kohlenstoffreicher Sedimente gekoppelt. Mit Hilfe intensiver Mikrostrukturmessungen wurde gezeigt, dass die Akkumulationsgebiete auf dem Schelf Schattenzonen mit niedriger turbulenter kinetische Energie (TKE) in der bodennahen Wasserschicht sind. An der Schelfkante und kritischen Gradienten der Bodentopographie auf dem Schelf erhöhen brechende interne Wellen und auflaufende Dünung lokal die TKE und behindern eine dauerhafte Ablagerung von kohlenstoffreichen Partikeln. Diese werden in Trübungsschichten in den angrenzenden Ozean exportiert und tragen so zum Kohlenstofftransport in den tiefen Ozean bei.

Ein weiterer Schwerpunkt der Feldarbeiten lag im Berichtszeitraum auf der Messung von Zeitreihen hydrographischer Parameter mit den auf dem Schelf und an der Schelfkante vor Namibia ausgebrachten Verankerungen. Wegen technischer Probleme beim Betrieb der Verankerungen sind ein Teil der Zeitreihen jedoch unvollständig.

Die gewonnenen hydrographischen Daten sind validiert und wurden auf einem Projektinternen FTP Server bereitgestellt. Alle CTD Daten sind in der Datenbank des IOW abgelegt, die Überführung in die Pangea-Datenbank ist in Vorbereitung.

Simulationen mit den Physikalischen Modellkomponenten

Das Modellgebiet wird durch zwei offene Grenzen berandet, die für Wellen und Strömungsprozesse aus dem Modellinneren durchlässig sein müssen, aber auch Informationen über wichtige Prozesse außerhalb des Modellgebietes ins Modellinnere vermitteln müssen. Diese sogenannten „offenen Randbedingungen“ wurden optimiert. Die notwendigen

Algorithmen wurden implementiert und getestet. Die Ergebnisse insbesondere auch für das GENUS-Modell sind in Herzfeld et al. (2011) publiziert. Es zeigt sich, dass die Qualität der Modellresultate wesentlich von der Qualität der vorgeschriebenen Randwerte beeinflusst wird. Die als Randwerte verwendeten Ergebnisse des ECCO-Modells sind für das GENUS-Modell gut geeignet.

Verschiedene atmosphärische Antriebe wurden untersucht:

- 1) NCEP Reanalysedaten, die Satellitenmessungen und Modellergebnisse verschneiden, wurden zur Berechnung des Windstress und der Wärmeflüsse genutzt (1960 ..)
- 2) Windfelder aus Satellitendaten (QuikSCAT, ASCAT) und NCEP Reanalysedaten zur Berechnung der Wärmeflüsse
- 3) REMO-Simulationen mit 15 km und 7 km Auflösung für die Jahre 1990 - 2008

NCEP Antriebe haben eine räumliche Auflösung von 1.875° und eine zeitliche Auflösung von 6 Stunden. Damit sind sie aufgrund ihrer geringen Auflösung für die Simulation des Auftriebs ungeeignet. Mit Satellitendaten lassen sich Simulationen durchführen, deren Ergebnisse mit Feldmessungen vergleichbar sind. Dieser Befund lässt sich gut mit den Ergebnissen der analytischen Untersuchungen zum Einfluss der Struktur der Rotation der Windschubspannung auf die Auftriebsstärke von W. Fennel und T. Juncker verstehen. Aus den modellierten Oberflächentemperaturen vor der Namibischen Küste wurde ein Auftriebsindex berechnet. Daraus abgeleitete Monatsmittel korrespondieren gut mit dem monatlichen Auftriebsindex, der aus Satellitendaten (MODIS) berechnet wurde. Diese Datensätze werden gegenwärtig zur Untersuchung der beobachteten Variabilität der Sauerstoffkonzentration und der Vertikalwanderung von Zooplankton auf dem namibischen Schelf verwendet.

Mit REMO-Antrieben wurde das Modell über einen Zeitraum von 18 Jahren integriert, mit den Satellitenantrieben wurde jeweils für 13 Jahre gerechnet. Damit stehen konsistente atmosphärische und hydrographische Datensätze bereit, die zur Zeit analysiert werden. Leider müssen wegen eines Komplettausfalls eines Filesystems am HLRN einige Modellläufe wiederholt werden.

Implementierung von Ökosystemkomponenten:

Das Ökosystemkomponenten des GENUS-Modells sind vollständig implementiert. Das Modell wurde mit REMO-Antrieben über 18 Modelljahre integriert, mit QuikSCAT-Antrieben wurden 13 Modelljahre bis 2011 simuliert. Damit liegen konsistente Datensätze von hydrographischen und Ökosystemvariablen vor, die auch die regional aufgelösten Stoffflüsse zwischen den Ökosystemkomponenten beinhalten. Das Modell reproduziert die beobachteten Verteilungen von Chlorophyll, die Zooplanktonbiomassen liegen bei beobachteten Werten. Es bilden sich ausgeprägte Sauerstoffminimumzonen in den bekannten Gebieten heraus. Diese sind zur Zeit noch überbetont. Ihre Struktur erweist sich als stark von der Parametrisierung des Absinkens und der Mineralisierung von suspendiertem organischen Material, aber auch von der Lichtabsorption des Phytoplanktons abhängig.

Aufbauend auf die Ergebnisse des Zooplanktonworkshops wurde die modellierte Struktur des Zooplanktons verfeinert und eine mögliche tägliche vertikale Migration unter Berücksichtigung von Nahrungs- und Sauerstoffverhältnissen hinzugefügt. Gegenwärtig wird die Rolle der Vertikalmigration des Zooplanktons für den Vertikaltransport von organischem Stickstoff und die daraus resultierenden Veränderungen der Sauerstoffverhältnisse untersucht.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Modifikation der top-down-Kontrolle des Zooplanktons, da vermutet wird, dass der Massen- und Energiefluss in die höheren trophischen Ebenen und die damit verbundene Veränderung der Tiefe, wo Mineralisierung und Sauerstoffzehrung stattfinden, einen wichtigen Einfluss auf die lokale Variabilität der Sauerstoffverhältnisse auf dem Schelf haben.

Bereitstellung der Modellergebnisse für alle Projektgruppen - Datenbanken

Die Modellergebnisse werden allen Projektgruppen über einen THREDDS data server (Thematic Realtime Environmental Distributed Data Services) zur Verfügung gestellt. Der THREDDS server wurde am IOW eingerichtet und die Ergebnisse einiger Simulationen geladen. Es wurde eine Modelldokumentation erstellt, die die Ökosystemkomponenten ausführlich beschreibt und die Zusammenarbeit zwischen den TP's erleichtern soll.

Phytoplankton und Primärproduktion

Ein wesentliches Anliegen der Phytoplanktonuntersuchungen bestand in der Quantifizierung der Primärproduktion und weiterhin der Stickstofffixierung durch photoautotrophe Cyanobakterien.

Nachdem in einer Voruntersuchung zum Projekt GENUS (MSM07/2) im Mai 2008 überraschenderweise keine signifikante Stickstofffixierung nachgewiesen wurde, sollte auf der Fahrt D356 mit unterschiedlichen experimentellen Ansätzen geprüft werden, ob sich das Fehlen der Stickstofffixierung möglicherweise saisonal bedingt ist. Neben der Wiederholung der Versuche im „Freiland“ mit derselben traditionellen Methode wurde parallel eine abgewandelte und verbesserte Methode eingesetzt, um methodische Probleme auszuschließen. Tatsächlich erbrachte die neue Methode leicht erhöhte Werte im Vergleich zur alten Methoden, jedoch blieben die gemessenen Raten nach wie vor ökologisch unbedeutend. Die Ursachen für ein Fehlen der Stickstofffixierung wurden in Tank-Experimenten analysiert. Ansätze mit erhöhten Nährstoffgaben (Phosphat, Vitamine, Spurenmetalle einschl. Eisen), Erwärmung (bis zu 20-24 °C) und Beimpfung mit Kulturalgen (*Trichodesmium*), führten nicht zum Wachstum der Stickstofffixierer, obwohl in den Fässern Stickstoff-Limitation herbeigeführt wurde.

Für die Charakterisierung verschiedener Wasserkörper (z.B. Auftriebszellen und Filamente) auf Grundlage der Phytoplanktonzusammensetzung waren zwei Schnitte durch ein Filament besonders aufschlussreich. Innerhalb des Filaments wurden extrem hohe Phytoplanktonbiomassen gefunden (bis 11 g/m³), die zu fast 100 % aus großen Kieselalgen bestanden. Daneben trat der heterotrophen Flagellaten *Noctiluca scintillans* mit 4 g/m³ auf, der normalerweise küstennah anzutreffen ist. Das Filament enthielt also ein typisches küstennahes Phytoplankton.

Für die Phytoplanktonproben der Fahrt D356 wurden die wichtigsten Analysen (Biomasse und Artenzusammensetzung, Chlorophyll-a-Konzentration, Primärproduktions- und Stickstoff-Fixierungsraten) abgeschlossen und es ist eine vorläufige Auswertung durchgeführt worden.

Für die Expedition MSM 17/3 liegen bereits vereinzelte Analysen vor.

Auf dem Jahrestreffen der Benguela Current Commission (BCC) im Oktober 2010 in Swakopmund wurde das Ökosystemmodell in einer Präsentation vorgestellt. Erste Ergebnisse aus dem Teilprojekt wurden auf dem South African Marine Science Symposium (April 2011) in einem Vortrag und einem Poster präsentiert.

Im Rahmen des „Capacity building“ wurde im Mai 2011 ein Mooring Workshop in Swakopmund, Namibia, durchgeführt. Schwerpunktthemen waren Planung und Betrieb von Verankerungen sowie Methoden der Zeitreihenanalyse. Am Workshop nahmen vor allem interessierte Techniker und Wissenschaftler aus dem NatMIRC Institut teil.

2. Vergleich des Stands des Vorhabens mit der ursprünglichen (bzw. mit Zustimmung des Zuwendungsgebers geänderten) Arbeits-, Zeit- und Ausgabenplanung.

Der Projektzeitplan wurde im Wesentlichen eingehalten. Auf den Expeditionen konnten alle geplanten Datensätze in hoher Qualität gewonnen werden. Ernsthafte Probleme traten jedoch beim Betrieb der Verankerungen auf. In Folge von Korrosion konnte nur ein Teil der Schelf Verankerung geborgen werden. Diese Verankerung wurde auf der Discovery Expedition instandgesetzt und erneut ausgebracht. Eine zweite Verankerung an der Schelfkante wurde trotz intensiver Suche auf mehreren Reisen nicht wiedergefunden und muss als Totalverlust angesehen werden. Wahrscheinlichste Ursache ist die Zerstörung der Verankerung durch Fischereiaktivitäten. Um den Ausfall an Daten zumindest teilweise zu kompensieren, wird die Schelfverankerung über den ursprünglich geplanten Zeitraum hinaus, bis zum Projektende weiter betrieben.

Die für die Simulation notwendigen ozeanischen Randwerte stehen nicht wie geplant für 40 sondern nur für 18 Modelljahre zur Verfügung. Daher sind alle Simulationen gegenwärtig auf den Modellzeitraum 1993-2011 beschränkt. Dieser Zeitraum ist für eine solide statistische Auswertung sehr kurz, für Sensitivitätsstudien und Szenarien jedoch völlig ausreichend.

Die Szenarien mit REMO-Antrieben wurden noch nicht vollständig ausgewertet. Dafür wurden bereits längere Läufe mit dem vollständigen Ökosystemmodell vorgezogen und stehen allen Projektgruppen zur Verfügung.

3. Haben sich die Aussichten für die Erreichung der Ziele des Vorhabens innerhalb des angegebenen Berichtszeitraums gegenüber dem ursprünglichen Antrag geändert (Begründung)?

Der Simulationszeitraum von 40 Jahren ist für die Entwicklung und Validation des Ökosystemmodells nicht wesentlich. Daher sind keine Abstriche an den Projektzielen zur Untersuchung der Dynamik des Benguela - Ökosystems zu machen. Die Erkenntnisse über die Biogeochemie des Untersuchungsgebietes können im Modell ohne Einschränkung implementiert und ausreichend erprobt werden. Das Projektziel die Ökosystemresponse in Abhängigkeit zur Variabilität der Antriebe zu verstehen, kann mit kürzeren Simulationen erreicht werden. Die fehlenden Daten können wahrscheinlich noch beschafft werden, so dass die geplanten Simulationen bis zum Projektende nachgeholt werden könnten.

Die geplanten Klimaszenarien zur Mittelalterlichen Warmzeit und Kleinen Eiszeit können wegen Rechenzeitengpässen am DKRZ nicht durchgeführt werden. Im Konsens aller Projektteilnehmer wurde entschieden, den Schwerpunkt auf die Auswertung der Jetztzeitläufe zu legen.

4. Sind inzwischen von dritter Seite Ergebnisse bekannt geworden, die für die Durchführung des Vorhabens relevant sind? (Darstellung der aktuellen Informationsrecherchen nach Nr. 2.1 BNBest-BMBF 98).

Nein

5. Sind oder werden Änderungen in der Zielsetzung notwendig?

Nein

6. Fortschreibung des Verwertungsplans.

Wirtschaftliche Erfolgsaussichten

Im Rahmen des Projektes wird die Auswirkung von Klima- und Umweltwandel auf das Ökosystem im Küstenauftriebsgebiet vor Namibia/Südwestafrika untersucht. Schwerpunkte der Arbeiten des TP2 am IOW liegen auf Untersuchungen der physikalischen und biogeochemischen Veränderungen auf dem Schelf und in der angrenzenden Tiefsee durch Messungen und Modellierung. Dazu führen die Wissenschaftler des TP2 Beobachtungen der Ozeanzirkulation durch und beteiligen sich an den Untersuchungen zu biogeochemischen und biologischen Prozessen im Nahrungsnetz dieses fischreichen Küstenmeers. Im TP2 werden außerdem in Modellen die Jetztzeit und ausgewählte Perioden der Vergangenheit nachgebildet. Ziel ist es, mit dem konsolidierten Modellsystem die möglichen Entwicklungen dieses fischreichen Ökosystems unter veränderten Klimabedingungen der Zukunft abzuschätzen. Daher liegt unser Focus im Rahmen des Projektes zur Zeit nicht auf einer wirtschaftlich verwertbaren Entwicklung. GENUS arbeitet jedoch eng mit namibischen und südafrikanischen Institutionen zusammen und begleitet die wissenschaftliche Arbeit durch ein Ausbildungsprogramm für Nachwuchswissenschaftler aus der Region. Inwieweit das zu schaffende Modellsystem, einzelne Mess- und Modellkomponenten und die Ausbildungskomponente von GENUS dann von anderen Ländern übernommen werden und dann vielleicht auch wirtschaftlich verwertbar sind, ist im Laufe der Projektarbeiten zu prüfen.

Die Projektergebnisse schaffen wissenschaftliche Voraussetzungen für das Monitoring des Benguela-Ökosystems, insbesondere Frühwarnsysteme für HABs und Ereignisse mit suboxischen Bedingungen. Die weiterentwickelten Modelle erlauben Aussagen über die lokalen Auswirkungen von veränderten klimatischen Antrieben. Sie gestatten es, Effekte von Veränderungen in den ozeanischen und atmosphärischen physikalischen Variablen durch das Nahrungsnetz zu verfolgen und ermöglichen weitergehenden Untersuchungen zu Entwicklung und Management von Fischbeständen.

Die gekoppelten Ökosystemmodelle werden allgemein verfügbar gemacht. Eine kurz- und mittelfristige wirtschaftliche Verwertbarkeit der Ergebnisse stand bei der Konzeption des TP2 nicht im Vordergrund der Erwägungen und ist derzeit nicht erkennbar.

Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten

Das GENUS-Konsortium vertritt alle relevanten Disziplinen und Ressourcen, die zur erfolgreichen Durchführung des Projekts nötig sind. Die Mitglieder des Konsortiums und insbesondere des TP2 haben seit Jahren in eigenen Projekten (NAMIBGAS, Undercurrent) eine enge Kooperationen mit regionalen Wissenschaftsorganisationen in Namibia und Südafrika (NATMIRC, MC; BENEFIT) aufgebaut. Diese – zum Teil disziplinären – Vorarbeiten haben die wissenschaftliche Grundlage für unsere Hypothesen gelegt und die ausgezeichnete Kooperation der an GENUS beteiligten Gruppen begründet.

Die durchgeführten Expeditionen haben gezeigt, dass alle schiffsgebundenen Meßmethoden wie erwartet eingesetzt werden konnten. Die gewonnenen Daten sind zur Erreichung der Projektziele ausreichend. Ein Antrag auf eine Folgeexpedition mit der *FS Merian* wurde für das Jahr 2013 positiv begutachtet und bewilligt.

Wesentliche Teile der geplanten Modellrechnungen konnten am HLRN-II durchgeführt werden. Leider war die Maschine für drei Monate nur partiell verfügbar, so dass es zu Rechenzeitengpässen kam. Außerdem kam es durch den Totalausfall eines Filesystems zu Datenverlusten, so dass insbesondere Rechnungen mit den REMO-Antrieben wiederholt werden müssen. Das ist innerhalb der Projektlaufzeit möglich, die neuen Experimente werden gleichzeitig mit verbesserten Ökosystemparametern durchgeführt.

Die Modellrechnungen haben konsistente Datensätze von atmosphärischen Antrieben, Stromfeldern und Wasserinhaltsstoffen sowie den Stoffflüssen durch die trophischen Ebenen des Ökosystems erzeugt, die gegenwärtig analysiert werden. Der Vergleich von Modellergebnissen und Feldmessungen zeigt für hydrographische Variable eine gute Übereinstimmung. Daher ist zu erwarten, dass die gegenwärtig aus den Modellrechnungen bestimmten Transporte von Salz und Nährstoffen im Unterstrom, dem Ekman-Oberflächenstrom und dem Ekman-Kompensationsstrom zu einer Verbesserung der quantitativen Stoffflüsse auf dem namibischen Schelf und zwischen Schelf und offenem Ozean beitragen können.

Die hydrographischen Messungen auf dem Schelf vor Walvis Bay ergeben in Kombination mit bereits vorhandenen Messdaten einen Datensatz von einmaliger Qualität. Damit wird erstmals eine Trennung von kurzzeitiger Variabilität und Langzeitveränderungen in der Wassermassenzusammensetzung und dem Sauerstoffhaushalt auf dem namibischen Schelf möglich. Die ebenfalls gemessene Variabilität der Vertikalmigration des Zooplanktons kann als Folge variabler Umweltparameter wie veränderte Sauerstoffverhältnisse in Abhängigkeit von lokalen und entfernten Antrieben verstanden werden.

Synergien zwischen empirisch und theoretisch arbeitenden Gruppen in GENUS werden durch regelmäßige stattfindende Workshops gebildet. Auf diesen thematischen GENUS-Workshops wurden Arbeitsfortschritte bei der Modellierung abgefragt, die Datenerfordernisse der gekoppelten Modellierung entsprechend der Arbeitsfortschritte definiert und das weitere Arbeitsprogramm konkretisiert.

Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Das Gesamtvorhaben GENUS ordnet sich in die Forschung zum Thema „Umwelt und Nachhaltigkeit“, im Bereich „System Erde: Forschung zum Klimawandel“ ein. Durch die Bereitstellung von Szenarien zu möglichen Veränderungen in Stoffflüssen – einschließlich klimarelevanter Gase – und den Meeresressourcen in einer der biologisch produktivsten Meeresregionen der Erde wird es einen innovativen Beitrag zum Umgang mit unvermeidbaren Folgen des Klimawandels leisten.

Das Projekt GENUS ist ein deutscher Beitrag zur internationalen IMBER- Initiative des IGBP („Integrated Marine Biogeochemistry and Ecosystem Research“ IMBER; International Geosphere Biosphere Project“ IGBP) und zielt auf die gemeinsamen Aktivitäten von IMBER und dem IGBP-Projekt LOICZ (Land-Ocean-Interaction in the Coastal Zone) in Schelfgebieten. GENUS baut auf den etablierten regionalen Forschungsk Kooperationen BENEFIT (Benguela Environment Fisheries Interaction and Training, 1997-2007) und BCLME (Benguela Current Large Marine Ecosystem, seit 2002) auf, an denen deutsche Wissenschaftler des ZMT, IOW und der Universität Bremen in enger Kooperation mit Partnern aus der Region (MCM Südafrika, NatMIRC Namibia, INIP Angola) beteiligt waren. Zur Fortsetzung und Intensivierung der Zusammenarbeit beteiligen sich die Wissenschaftler des TP2 an der Fortführung der erfolgreichen BENEFIT-Aktivitäten zum Aufbau meereswissenschaftlicher Expertise (Capacity Building) bei jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus der Region. Die Kooperation mit Partnern aus Südafrika wird durch GENUS-flankierende Aktivitäten dortiger Forschungseinrichtungen erfolgen, durch gemeinsame Expeditionen und durch Teilnahme der Kooperationspartner aus Südafrika an den GENUS-workshops.

Die wissenschaftlichen Arbeiten des TP2 haben unmittelbare Relevanz für die Abschätzung der klimatisch bedingten Schwankungsbreite von Zirkulationsmustern und Stoffflüssen in einem wichtigen Auftriebsgebiet. Die Untersuchungen der Beziehungen zwischen klimatischem Antrieb, Ozeanzirkulation, biogeochemischen Stoffflüssen sowie ihrer vergangenen

Veränderungen als Folge Klimawandels hat direkte Relevanz für Projektionen der CO₂-Sequestrierung auf dem Schelf und im angrenzenden Ozean.

Es wird erwartet, daß durch die Weiterentwicklung der Ökosystemmodelle ein Allgemeinheitsgrad und prognostische Kapazität erreicht wird, die eine Übertragung des Modellsystems auf ähnlich Auftriebsgebiete vor Nordafrika bzw. Südamerika ermöglicht. Im Verlauf der ersten Projektphase werden wissenschaftliche Manuskripte erstellt, die zur Veröffentlichung in der internationalen Fachliteratur eingereicht werden.

Gemeinsamer wissenschaftlicher Abschluß des Projektes wird ein Workshop im Rahmen des Deutsch – Südafrikanischen Jahres der Wissenschaft auf dem die Projektergebnisse vor einem internationalen wissenschaftlichen Publikum dargestellt werden.

Schutzrechtsanmeldungen

Es sind derzeit keine Schutzrechtsanmeldungen für das TP2 am IOW geplant.

GENUS Zwischenbericht des ZMT Biologie (TP4)

Zuwendungsempfänger
Leibniz-Institut für Marine Tropenökologie

Förderkennzeichen
03F0497D,

Ausführende Stelle: AG Fischereibiologie

TP Koordinator: Dr. Werner Ekau

Vorhabenbezeichnung

Geochemistry and Ecology of the Namibian Upwelling System (GENUS):
TP 4BIO: Die Auswirkungen von klimabedingten Umweltveränderungen auf die biologischen Prozesse in den oberen trophischen Ebenen

Laufzeit des Vorhabens
01.05.2009 – 30.04.2012

Berichtszeitraum
01.04.2010 – 31.03.2011

1. Aufzählung der wichtigsten wissenschaftlich-technischen Ergebnisse und anderer wesentlicher Ereignisse.

Geplante Arbeiten für den Berichtszeitraum

Die für den Berichtszeitraum 1.1.2010 bis 30.3.2011 geplanten und im Projektantrag aufgeführten Arbeiten umfassten im Wesentlichen die weitere Aufarbeitung des während der Expeditionen gesammelten Materials und die Weiterentwicklung der Respirations-Messmethodik an verschiedenen Arten:

Für den Spätsommer 2010 war eine Expedition mit dem deutschen FS *Meteor* geplant. Das Schiff stand leider nicht zur Verfügung, und das Projekt musste auf das britische Forschungsschiff RRS *Discovery* ausweichen. Da die Möglichkeiten auf RRS *Discovery* in Bezug auf Ichthyoplanktonfänge und Experimente sehr eingeschränkt waren, wurde noch einmal ein Schwerpunkt auf die für Februar 2011 geplante Fahrt mit FS *Maria S. Merian* gelegt, die im Hinblick auf Material, Daten und Experimente wesentlich erfolgreicher war.

Im Übrigen waren für den Berichtszeitraum Auswertearbeiten der Planktonproben, Untersuchungen zum Wachstum an Larven und Laboranalysen der Larvenmägen, der Fettsäuren und Stablen Isotopen geplant. Diese Arbeiten wurden durchgeführt.

Durchgeführte Arbeiten im Berichtszeitraum

Arbeitsbereich A (Abundanz)

Die im Dezember 2009 durchgeführte Reise mit FRS *Africana* bildete den Auftakt zu einer Serie von drei Seereisen, die zu verschiedenen Jahreszeiten Informationen über Abundanz, Verbreitung und Kondition der Fischlarven geben sollten. Die zweite Reise fand im September 2010 mit RRS *Discovery* und die dritte im Februar 2011 mit FS *Maria S. Merian* statt. Insgesamt konnten während dieser Fahrten 23, 10 und 38 Hols mit dem Multinetz zum Fang von Ichthyoplankton und 7 Hols mit pelagischem und Bodenschleppnetz zum Fang von adulten und juvenilen Fischen durchgeführt werden. Die Proben wurden an Bord vorsortiert und je nach späterer Verarbeitung eingefroren oder fixiert.

Die Proben der ersten beiden Reisen sind inzwischen aussortiert und die Fischlarven taxonomisch eingeordnet und vermessen. Die Daten zu Abundanz und räumlichem Vorkommen wurden mit den Ergebnissen früherer Reisen verknüpft und ausgewertet. Die Auswertung der Pro-

ben von Februar 2011 beginnt im Juni 2011 und soll bis zum Herbst abgeschlossen werden, um die Daten für übergreifende Veröffentlichungen und die Modellierung zur Verfügung zu haben.

Hauptzielarten sind: *Engraulis encrasicolus*, *Sardinops sagax*, *Sardinella sp.*, *Sufflogobius bibarbatus* und *Trachurus capensis*

Arbeitsbereich B (Nahrung/Wachstum)

Auf beiden Ausfahrten wurden Fischlarven zur weiteren Untersuchung am ZMT an Bord ultra tiefgefroren. Dabei war die Ausbeute in Bezug auf die Zielarten sowohl in der Menge als auch in der räumlichen Auflösung während MSM 17-3 deutlich erfolgreicher.

Mageninhaltsanalysen an Stöcker wurden für eine Größenreihe und räumliche Vergleiche an Fischlarven von MSM 07- und der Africanafahrten durchgeführt. Diese werden durch ausgewählte Proben der Fahrten D356 und MSM 17-3 ergänzt werden.

Magenanalysen an Clupeiden haben sich als wenig ergiebig heraus gestellt, da die Mägen dieser Arten zu fast 100% der untersuchten Tiere leer waren, was sowohl an der nächtlichen Fangzeit liegen mag als auch durch den Fangvorgang an sich bedingt ist.

Um einen direkten Vergleich von vorhandenem und aufgenommenem Mikrozooplankton zu haben und damit die Selektivität bei der Nahrungsaufnahme der Fischlarven abschätzen zu können, läuft momentan eine Bachelorarbeit zur Zusammensetzung des Mikroplanktons, das mit Zusatznetzen im Multinetz simultan zu den Fischlarvenfängen gesammelt wurde. Das Mikroplanktonnetz wird seit der Africana-Expedition standardmäßig eingesetzt.

Parallel wurden stabile Isotopenzusammensetzungen des Fischlarvenmuskels von Stöcker und Anchovy von verschiedenen Stationen der beiden frühen Expeditionen gemacht, diese sollen auf Sardine erweitert werden und um Proben aus den Fahrten Discovery 2010 und MSM17-3 ergänzt werden.

Lipidgehalt und FAME: Geräte inzwischen vorhanden. Methodenentwicklung am ZMT schleppend. Aufbereitung der Proben inzwischen möglich. Erste Proben von Stöcker und Sardelle wurden aufbereitet und bei AG MARZOO gemessen, da am ZMT die Messung noch nicht möglich ist. Geplant sind Datengrundlage zu erweitern und wie für obige Methoden Proben der unterschiedlichen Fahrten zu vergleichen. Messungen sollen bis Ende August abgeschlossen sein.

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde das Wachstum und die Mageninhalte von Larven der pelagischen Grundel *Sufflogobius bibarbatus* untersucht: K. Michalowski: Wachstum und trophische Stellung der subtropischen Grundel *Sufflogobius bibarbatus* im Nahrungsgefüge des nördlichen Benguela-Auftriebssystems. Die Ergebnisse wurden als Poster beim South African Marine Science Symposium im April 2011 vorgestellt.

Arbeitsbereich C (Physiologie)

Anpassung und Entwicklung Respirationsanlage

Im Berichtszeitraum wurden verschiedene Anlagen zur Sauerstoffverbrauchsmessung an Larven und juvenilen Fischen weiter- oder neu entwickelt, die teilweise parallel die Aktivität der Fische aufzeichnen können. Wir verfügen jetzt über drei Prototypen (geeignet für jeweils unterschiedliche Körpergrößen) von Anlagen zur Durchflußrespirometrie sowie eine ausgereifte Anlage zur Respirationsmessung in abgeschlossenen Kammern (Batchsystem). Dafür wurden Pumpen, Kameras, und Respirationskammern neu angeschafft. Alle Systeme bis auf eines wurden auf den beiden letzten Ausfahrten eingesetzt und haben sich bewährt, allerdings sind immer noch kleinere Optimierungen notwendig.

O₂- Messungen an Fischlarven:

Auf beiden Ausfahrten innerhalb des Berichtszeitraums wurden Verbrauchsmessungen im ZMT eigenen Laborcontainer durchgeführt. Aufgrund verschiedener technischer Probleme mit nur mäßigem Erfolg auf D356, jedoch mit gutem Erfolg auf der MSM17-3 Reise mit über 50 Experimenten zum Routinestoffwechsel an Stöcker.

Die Messdaten müssen noch ausgewertet werden und sollen dann mit Messungen zu Enzymaktivitäten verglichen werden.

Sardinen- und Sardellenlarven haben sich als sehr empfindlich für die Experimente erwiesen. Eine bessere Strategie scheint zu sein, Eier auszubrüten und die geschlüpften Larven so lange wie möglich zu hälter. Solche Arbeiten könnten in den bereits bekannten Hälterungsanlagen in Kapstadt durchgeführt werden und sind für die zukünftigen Arbeiten geplant.

Erreichte Produkte und Meilensteine

Teilergebnisse zum O₂ Verbrauch beim Stöcker sind erreicht und in der Auswertephase. Ein Manuskript ist in Vorbereitung.

Abundanz, Biomasse und Größenspektrum im Ichthyoplankton liegen für Material, das bis Anfang 2011 gesammelt wurde, vor. Die Schlüsselarten sind quantifiziert. Erste Wachstumsdaten liegen vor.

Teilnahme von Ekau, Kunzmann und Geist an Ausfahrten mit RRS Discovery und FS Maria S. Merian. Teilnahme Ekau am BCC-Forum im Oktober 2010. Teilnahme (Poster und Vortrag) Ekau und Geist am South African Marine Science Symposium SAMSS in Grahamstown, Südafrika, im April 2011 und Vorstellung von ersten Ergebnissen.

2. Vergleich des Stands des Vorhabens mit der ursprünglichen (bzw. mit Zustimmung des Zuwendungsgebers geänderten) Arbeits-, Zeit- und Ausgabenplanung.

Insgesamt liegt das Teilprojekt 4 gut im Zeitplan und es sind keine Änderungen im Arbeitsplan oder in der Zielsetzung notwendig.

3. Haben sich die Aussichten für die Erreichung der Ziele des Vorhabens innerhalb des angegebenen Berichtszeitraums gegenüber dem ursprünglichen Antrag geändert (Begründung)?

Es ist momentan davon auszugehen, dass die gesteckten Ziele erreicht werden.

4. Sind inzwischen von dritter Seite Ergebnisse bekannt geworden, die für die Durchführung des Vorhabens relevant sind? (Darstellung der aktuellen Informationsrecherchen nach Nr. 2.1 BNBest-BMBF 98).

Nein

5. Sind oder werden Änderungen in der Zielsetzung notwendig?

Nein

6. Fortschreibung des Verwertungsplans.

Wirtschaftliche Erfolgsaussichten

Wie im Verwertungsplan bereits erwähnt, liegt der Schwerpunkt der Untersuchungen nicht primär in einer direkten wirtschaftsrelevanten Anwendung der Ergebnisse. Wir arbeiten jedoch im Projekt sehr eng mit namibianischen Wissenschaftlern vom NATMIRC in Swakopmund zusammen. Das NATMIRC ist u.a. für das Management der Küste zuständig, die unter dem sich ausbreitenden anoxischen Bedingungen (H₂S Bildung) auch zunehmend wirtschaftlich leidet.

Wissenschaftliche und / oder technische Erfolgsaussichten

Von zentraler Bedeutung für das Verständnis der Reaktion des biotischen Systems auf die Veränderungen im physikalischen und biogeochemischen Teil des Ökosystems ist die Kenntnis der trophischen Abhängigkeit der Schlüsselarten von Veränderungen im Phytoplankton und der physiologischen Kapazität der Arten auf Veränderungen in physikalischen Parametern zu reagieren. Die zur trophischen Einnischung der Arten notwendigen Methoden sind im ZMT bzw. werden in nächster Zukunft etabliert. Die experimentellen Methoden zur Abschätzung der physiologischen Kapazität der Arten wird im ZMT und auch mit Hilfe der Projektpartner in Südafrika und Namibia erfolgreich weiterentwickelt.

Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit:

Die biologischen Ergebnisse des TP 4 gehen in die im Rahmen der TP1 entwickelten Modelle ein und dienen als wichtige Bezugspunkte für die einzelnen Modellläufe. Die bearbeiteten Fragestellungen basieren auf den seit 1999 im Rahmen der Kooperation mit den Regionalprogrammen BENEFIT und BCLME durchgeführten Arbeiten und tragen zum Gesamtbild über das Benguelastrom-Ökosystem bei. Im Zuge der klimatisch bedingten Veränderungen in den Ökosystemen ist zum Verständnis der Anpassungsmechanismen von Arten die Kenntnis ihrer physiologischen Kenngrößen wichtig. Der Einfluss von Hypoxia auf Arten, Gemeinschaften und Systeme und damit auf die Nutzbarkeit von lebenden Ressourcen für den Menschen rücken in der internationalen Forschung in den Fokus.

Schutzrechtsanmeldungen

Es sind derzeit keine Schutzrechtsanmeldungen geplant.

GENUS Zwischenbericht des ZMT Geochemie (TP4)

Zuwendungsempfänger
Leibniz-Institut für Marine Tropenökologie

Förderkennzeichen
03F0497D,

Ausführende Stelle: AG Biogeochemie

TP Koordinator: Dr. Tim Rixen

Vorhabenbezeichnung

Geochemistry and Ecology of the Namibian Upwelling System (GENUS):
TP 4GEO: Die Auswirkungen von klimabedingten Umweltveränderungen auf die biologische Pumpe

Laufzeit des Vorhabens
01.05.2009 – 30.04.2012

Berichtszeitraum
01.04.2010 – 31.03.2011

1. Aufzählung der wichtigsten wissenschaftlich-technischen Ergebnisse und anderer wesentlicher Ereignisse.

Während des Berichtszeitraumes wurden zwei Forschungsfahrten durchgeführt, so dass es z. Z. insgesamt fünf Forschungsfahrten gibt, auf denen CO₂ Konzentrationen kontinuierlich mit „*underway*“ Systemen gemessen wurden (siehe Tab. 1). Bisher konnten allerdings nur die Daten von vier Fahrten ausgewertet werden. Zudem wurden auch alle notwendigen Begeleitdaten, wie die Wassertemperaturen, die Salinität, die Windgeschwindigkeiten und der Atmosphärendruck analysiert, um die Saisonalität der CO₂-Emission abschätzen zu können. Da allerdings nur zwei Forschungsfahrten in das südliche Benguela Auftriebssystem (S-BUS) unternommen wurden, ist die Datenlage und somit die saisonale Abdeckung hier noch unzureichender als im nördlichen Benguela Auftriebssystem (N-BUS).

Um die Saisonalität des Kohlenstoffflusses in die Tiefsee zu erfassen wurde vor Walvis Bay eine Sedimentfalle in einer Wassertiefe von ca. 60 m verankert. Die Sedimentfalle wurde auf der letzten GENUS - Fahrt zum dritten Mal ausgesetzt. Die Sedimentfallenproben aus der ersten Verankerungsperiode von Dezember 2009 bis August 2010, wurden bereits analysiert. Die Proben der zweiten Verankerungsphase sind in Bremen und werden z. Z. aufgearbeitet. Der gesamte gelöste anorganische Kohlenstoff (DIC) und die Alkalinität (TA) wie auch die Nährstoffe wurden auf allen GENUS Fahrten gemessen. Die Nährstoffproben wurden in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Herrn Prof. Emeis analysiert und werden derzeit validiert. Die Validierung der CO₂ Daten wurde bereits im Vorjahr durchgeführt. Die Analysen der auf der FRS Africana genommen Proben für Methan und N₂O wurden durchgeführt und die Ergebnisse mit Modelldaten verglichen (Gutknecht *et al.*, 2011).

Tab.1 Die mittleren SSTs, die mittlere Salinität, die mittlere $f\text{CO}_2$ im Wasser und in der Atmosphäre sowie die aus diesen Daten resultierenden CO_2 Flüsse. Für deren Berechnung wurden die angegebenen Flächen des Schelfs und des Kontinentalrandes im N-BUS und S-BUS genutzt. Die Flächen wurden anhand der ETOPO1 Daten ermittelt und der Austauschkoefizient wurde nach Wanninkhof (1992) berechnet.

N-BUS: $1.91 \cdot 10^{12} \text{ m}^2$			SST	Sal.	ws	$f\text{CO}_{2w}$	$f\text{CO}_{2a}$	$\Delta f\text{CO}_2$	CO_2 -flux	
Cruises	Month	Year	$^\circ\text{C}$		m s^{-1}	μatm	μatm	μatm	$\text{g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$	Tg C yr^{-1}
RV M.S. Merian	March	2008	20,4	35,6	4,9	397,0	385,1	-11,9	-3,6	-0,7
RV Meteor	May/June	2008	16,3	35,1	6,4	654,0	386,8	-267,2	-139,9	-26,8
RRV Discovery	Sep/Oct	2010	15,7	35,3	6,9	510,2	381,1	-129,1	-78,9	-15,1
FRS Africana	Dec	2009	17,9	35,2	7,4	429,7	380,1	-49,6	-34,8	-6,7
RV M.S. Merian	February	2011								
average			17,6	35,3	6,4	497,7	383,3	-114,5	-64,3	-12,3
S-BUS: $2.83 \cdot 10^{12} \text{ m}^2$										
RRV Discovery	Sep/Oct	2010	16,1	34,9	3,7	371,1	380,8	9,6	1,7	0,4
FRS Africana	Dec	2009	18,0	34,9	7,1	347,5	380,3	32,7	20,7	4,9
average			17,0	34,9	5,4	359,3	380,5	21,2	11,2	2,6

Die von uns gemessenen CO_2 Konzentrationen sind interessanter Weise im Mittel annähernd identisch mit denen die zeitgleich an der Mauna Loa Station auf Hawaii ermittelt wurden (Abb. 1). Die CO_2 Konzentrationen, die von 1999 bis 2001 in der Wüstenforschungsstation Gobabeb am Nordrand der Namib gemessen wurden, liegen im unteren Bereich der Mauna Loa Daten und weisen keine eindeutige Saisonalität auf. Um die Frage nach der Saisonalität und des Einflusses mariner CO_2 Emissionen auf die CO_2 Konzentration im Auftriebsgebiet zu beantworten, müssen wir die Ergebnisse der weiteren GENUS Fahrten abwarten. Zudem sind wir dabei Kontakt mit der Wüstenstation Gobabeb aufzunehmen, um auch neuere CO_2 Daten mit in unsere Analyse einbeziehen zu können.

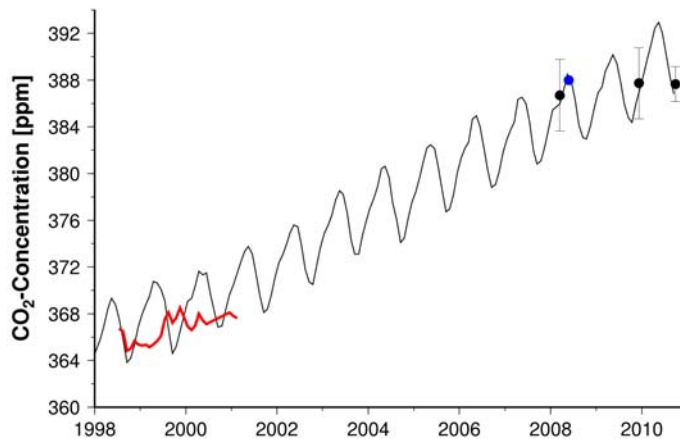


Abb. 1 CO_2 Konzentrationen gemessen an der Mauna Loa Station (schwarze Linie), der Wüstenforschungsstation Gobabeb (rote Linie) und auf den GENUS Forschungsfahrten (Punkte). Die Fehlerbalken markieren die Standardabweichungen.

Die CO_2 Emissionen des N-BUS in die Atmosphäre sind erhöht während des borealen Sommerhalbjahrs (Mai – Oktober), wenn der Auftrieb am stärksten ist (Abb. 2). Damit zeigen sie eine Saisonalität, die auf den ersten Blick mit der vergleichbar ist, die sich aus den namibischen CTD- und Nährstoffdaten ergibt. Es überrascht dennoch, dass die höchsten CO_2 Emission zu Beginn und nicht im September zur Zeit des stärksten Auftriebs gemessen wurden. Die Informationen über die Saisonalität des Auftriebs wurden aus den namibischen CTD- und Nährstoffdaten abgeleitet, die in den Jahren 2002 – 2004 erhoben wurden. Eine ausgeprägte interannuelle Variation und die damit verbundenen Abweichungen vom klimatologischen Mittel könnte der Grund für die hohen CO_2 Emissionen im Mai 2008 sein, die wie auch die geringen SSTs, auf ein starkes Auftriebsereignis hindeuten (siehe Tab.1).

Die Sedimentfallendaten zeigen, dass die Menge des sinkenden organischen Kohlenstoffes im Winter vor der Intensivierung des Auftriebs annähernd so hoch sein kann wie zur Zeit des starken Auftriebs im Sommer. Es gilt herauszufinden wie stark der gemessene Kohlenstofffluss durch den Eintrag von resuspendiertem Sediment beeinflusst wurde und in welchem Maß es sich bei dem gemessenen Fluss um die Exportproduktion handelt. Ebenso müssen die Ergebnisse aus der zweiten Verankerungsperiode abgewartet werden, um den Jahresgang zu vervollständigen. Dennoch weisen die vorhandenen Daten darauf hin, dass der Fluss des

organischen Kohlenstoffes und die CO₂ Emission sich, wie auch in anderen Auftriebsgebieten (Rixen *et al.*, 2005), in der gleichen Größenordnung bewegen.

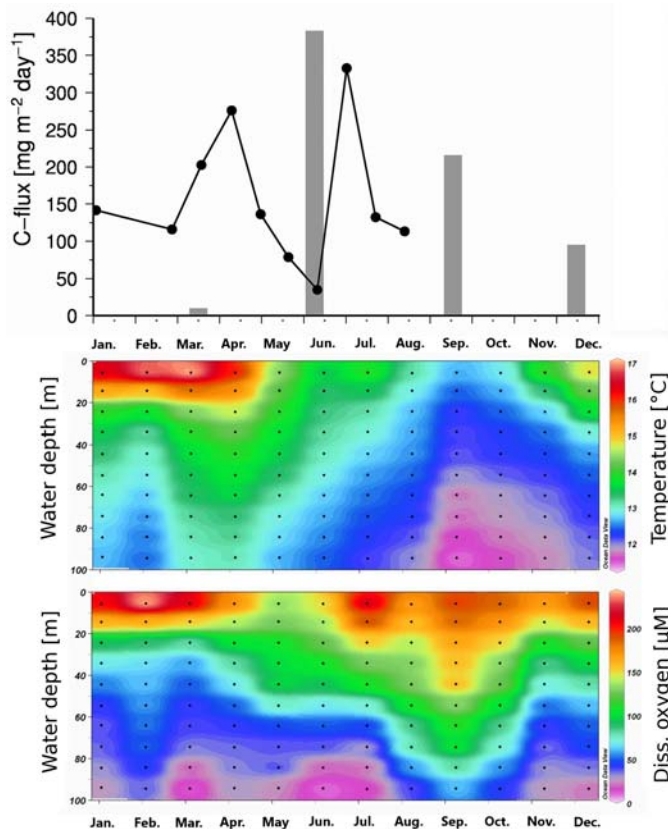


Abb. 2: Fluss des organischen Kohlenstoffes in 60 m Tiefe vor Walvis Bay, CO₂ Emission vom N-BUS ermittelt aus den Daten, die auf den Forschungsfahrten erhoben wurden, sowie die Saisonalität der Temperatur und der Konzentration des gelösten Sauerstoffes vor Walvis Bay, berechnet aus den namibischen Monitoring-Daten von 2002 bis 2004 (zur Verfügung gestellt von A.K. van der Plas)

Zu der interannuellen und saisonalen Variabilität kommt eine ausgeprägte räumliche Variabilität hinzu. Diese ist durch extrem hohe CO₂ Konzentrationen in lokal beschränkten Auftriebszellen an der Küste gekennzeichnet, die mit zunehmender Entfernung zur Küste abnehmen und im offenen Ozean sogar unter die Konzentrationen der Atmosphäre fallen (siehe Abb. 3). Aufgrund dieses Gradienten ist es für die Bestimmung der CO₂ Flüsse von großer Bedeutung die CO₂ Konzentrationen nicht nur im offenen Ozean entlang der sogenannten „VOS lines“ zu messen, sondern eben auch direkt an der Küste. Überraschend zeigt sich, wie bereits im Vorjahresbericht angedeutet, dass das S-BUS im Gegensatz zum N-BUS CO₂ aus der Atmosphäre aufnimmt und zwar auch direkt an der Küste. Momentan gehen wir davon aus, dass dies auf den Auftrieb unterschiedlicher Wassermassen zurückzuführen ist sowie auf steigende CO₂ Konzentrationen in der Atmosphäre. Im Unterschied zum sauerstoffarmen und CO₂-reichen SACW Wasser treibt im Süden CO₂-armes und sauerstoffreiches ESACW Wasser auf. Eine Aufnahme von anthropogenem CO₂ bei der Bildung des ESACWs im Südlichen Ozean, die langsamer ist als der CO₂ Anstieg in der Atmosphäre, könnte die CO₂ Aufnahme im S-BUS erklären. Um dieser Frage genauer nachgehen zu können muss, wie in GENUS II geplant, das anthropogene CO₂ verstärkt mit in die Untersuchungen einbezogen werden.

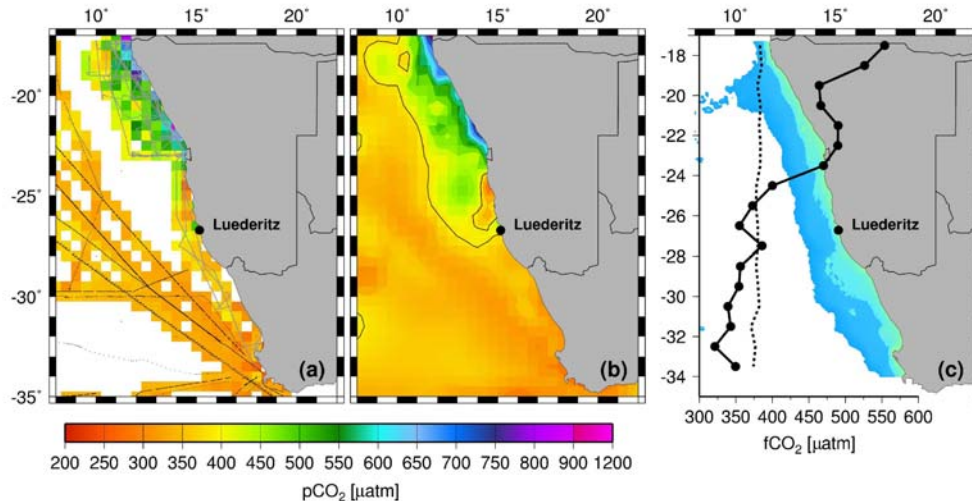


Abb. 3 (a) CO₂ Konzentrationen entlang der VOS lines ((Takahashi *et al.*, 2002) und der GENUS-Fahrtrouten entlang der Küste. (B) CO₂ Konzentrationen interpoliert mit der 387 µatm Isolinie. (c) Mittlere fCO₂ im Wasser und der Atmosphäre (gestrichelte Linie). Die Fläche des farbig markierten Schelfs und Kontinentalhangs wurde zur Berechnung der Flüsse herangezogen (siehe Tab.1)

2. Vergleich des Stands des Vorhabens mit der ursprünglichen (bzw. mit Zustimmung des Zuwendungsgebers geänderten) Arbeits-, Zeit- und Ausgabenplanung.

Mit der Durchführung der Forschungsfahrten siehe Tab.1 sind wir im vorgesehenen Zeitplan. Wir gehen davon aus, dass die Ziele des Projektes mit den verbleibenden Mitteln wie geplant erreicht werden können.

3. Haben sich die Aussichten für die Erreichung der Ziele des Vorhabens innerhalb des angegebenen Berichtszeitraums gegenüber dem ursprünglichen Antrag geändert (Begründung)?

Es ist momentan davon auszugehen, dass die gesteckten Ziele erreicht werden.

4. Sind inzwischen von dritter Seite Ergebnisse bekannt geworden, die für die Durchführung des Vorhabens relevant sind? (Darstellung der aktuellen Informationsrecherchen nach Nr. 2.1 BNBest-BMBF 98).

Nein

5. Sind oder werden Änderungen in der Zielsetzung notwendig?

Nein

6. Fortschreibung des Verwertungsplans.

Wirtschaftliche Erfolgsaussichten

Wie im Verwertungsplan bereits erwähnt, liegt der Schwerpunkt der Untersuchungen nicht primär in einer direkten wirtschaftsrelevanten Anwendung der Ergebnisse. Wir arbeiten jedoch im Projekt sehr eng mit namibischen Wissenschaftlern vom NatMIRC in Swakopmund zusammen. Das NATMIRC ist u. a. für das Management der Küste zuständig, die unter den sich ausbreitenden anoxischen Bedingungen (H₂S Bildung) auch zunehmend wirtschaftlich leidet. Eine zuverlässigere Vorhersage über die zukünftige Entwicklung des Auftriebs ist daher für die Planung der Ressourcen von großer Bedeutung. Dies setzt wiederum solide Kenntnisse des Systems voraus, die in Rahmen von GENUS erarbeitet werden.

Wissenschaftliche und / oder technische Erfolgsaussichten

Gemäß der im Antrag vorgelegten Planung stehen in diesem Jahr folgende Arbeiten an:

- Vollständige Auswertung der Daten die auf der Forschungsfahrt mit dem FS *Discovery* (Sep. /Okt. 2010) und der FS M.S. Merian (Feb. 2011) gewonnen wurden.
- Einbindung der Daten in das zu entwickelnde Kohlenstoffmodell zur Quantifizierung der C-Flüsse.
- Durchführung von Mischungsanalysen zur Bestimmung der Remineralisationsverhältnisse.

Alle Arbeitsschritte werden voraussichtlich erfolgreich durchgeführt werden können

.

Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit:

Unsere Vorstellungen zu den erforderlichen Arbeiten in der zweiten GENUS Phase wurden in der eingereichten Antragskizze für GENUS II detailliert erläutert.

Schutzrechtsanmeldungen

Es sind derzeit keine Schutzrechtsanmeldungen geplant.

GENUS Zwischenbericht Marine Zoologie, Universität Bremen (TP 6)

Zuwendungsempfänger:

Marine Zoologie

Universität Bremen

Postfach 330 440

28334 Bremen

Teilprojektleiter: Prof. Dr. Wilhelm Hagen und PD Dr. Holger Auel, Universität Bremen

Förderkennzeichen:

03F0497E

Vorhabensbezeichnung:

GENUS TP6: Quantifizierung und Modellierung trophischer Interaktionen wichtiger Meso- und Makrozooplankter – der Beitrag calanoider Copepoden und Decapoden zum Kohlenstofffluss im Benguela-Küstenauftriebsgebiet

Laufzeit des Vorhabens:

01.03.2009 – 30.04.2012

Berichtszeitraum:

01.04.2010 – 31.03.2011

1. Aufzählung der wichtigsten wissenschaftlichen Ergebnisse und anderer wesentlicher Ereignisse.

Im Berichtszeitraum wurden die geplanten Arbeiten (1) und Deliverables (2) wie folgt erfüllt:

- (1)
 - Die Analyse der Biomarker-Daten (Fettsäuren und stabile Isotope) ist für zehn calanoiden Copepoden- und neun Decapodenarten vollständig abgeschlossen.
 - Insgesamt wurden über 600 Respirationsmessungen hauptsächlich an calanoiden Copepoden, aber auch an Decapoden auf den Expeditionen RRS Discovery (10.09.-13.10.2010) und FS Maria S. Merian (30.01.-07.03.2011) durchgeführt.
 - Die erste Phase der trophischen Modellierung hat wie geplant begonnen. Das ECOPATH Modell steht und es werden sukzessiv die Felddaten eingeführt.
- (2)
 - Daten der stabilen Isotopen-Verhältnisse von ^{15}N und ^{13}C und die Fettsäuremuster von zehn calanoiden Copepoden- und neun Decapodenarten liegen vollständig vor.
 - Individuelle Respirationsdaten von mehreren Copepoden- und Decapodenarten liegen vor.

2. Vergleich des Stands des Vorhabens mit der ursprünglichen (bzw. mit Zustimmung des Zuwendungsgebers geänderten) Arbeits-, Zeit-, und Ausgabenplanung.

Eine kostenneutrale Laufzeitverlängerung bis zum 30.04.2012 wurde vom Zuwendungsgeber bewilligt. Der Zeit- und Arbeitsplan für den Berichtszeitraum konnte wie geplant durchgeführt werden und Ausgaben erfolgten ebenfalls wie geplant.

3. Haben sich die Aussichten für die Erreichung der Ziele des Vorhabens innerhalb des angegebenen Berichtszeitraums gegenüber dem ursprünglichen Antrag geändert.

Die Erfolgsaussichten für die Erreichung der Ziele des Vorhabens haben sich nicht geändert.

4. Sind inzwischen von dritter Seite Ergebnisse bekannt geworden, die für die Durchführung des Vorhabens relevant sind? (Darstellung der aktuellen Informationsrecherchen nach Nr. 2.1 BNBest-BMBF 98)

Relevante Ergebnisse von dritter Seite sind nicht bekannt.

5. Sind oder werden Änderungen in der Zielsetzung notwendig?

Änderungen der Zielsetzung sind nicht notwendig.

6. Fortschreibung des Verwertungsplans.

Wissenschaftliche und/oder technische bzw. wirtschaftliche Erfolgsaussichten und Anschlussfähigkeit

Zu den Schwerpunkten des GENUS TP6 der marinen Zoologie gehört die Quantifizierung der trophischen Interaktionen innerhalb des Küstenauftriebsgebiets mittels individueller Ingestions- und Stoffumsatzraten und quantitativer Daten zur Nahrungszusammensetzung aus trophischen Biomarker-Analysen sowie Abundanz- und Biomassedaten und die Beschaffung von Mesozooplankton. Die ersten Daten werden momentan in ein Energieflussmodell (ECOPATH) eingeführt. Diese Daten tragen zur Klärung der trophischen Interaktionen und Energieflüsse zwischen den verschiedenen Kompartimenten des pelagischen Ökosystems bei.

Wirtschaftliche Erfolgsaussichten standen bei der Konzeption des Teilprojekts nicht im Vordergrund und sind derzeit nicht erkennbar.

In der zweiten Projektphase wurden die aus Probennahme und Laboranalysen gewonnenen wissenschaftlichen Ergebnisse in einem ersten Manuskript mit dem Titel „Trophic positions of dominant calanoid copepods of the northern Benguela upwelling system“ zusammengefasst. Das Manuskript wird im Juni bei dem international begutachteten Journal „Marine Ecology Progress Series“ eingereicht. Die Bearbeitung der nächsten Manuskripte über Respiration und energetische Bilanzen von calanoiden Copepoden, sowie die Ernährungsweise und metabolische Aktivität von Decapoden wird in den nächsten Monaten erfolgen.

Schutzrechtsanmeldungen

Es sind keine Schutzrechtsanmeldungen für TP6 geplant.

GENUS Zwischenbericht AWI Bremerhaven (TP7)

Zuwendungsempfänger:
Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar-
und Meeresforschung
TP-Koordinator: Prof. Dr. Friedrich Buchholz

Förderkennzeichen:
03F0497F

Vorhabensbezeichnung:
Verbundprojekt GENUS; TP7: Die trophische Stellung der Euphausiiden (Krill) in den
Auftriebsgebieten des südwestafrikanischen Schelfs im Klimawandel. Kurztitel: „Krill im
Auftrieb“

Laufzeit des Vorhabens:
01.03.2009 – 30.04.2012

Berichtszeitraum:
1.04. 2010 bis 31.3. 2011

1. Aufzählung der wichtigsten wissenschaftlich-technischen Ergebnisse und anderer wesentlicher Ereignisse.

Im Benguela-Stromgebiet kann die auch dort typische kurze Krill - Nahrungskette und deren Amplifikationspotential im Hinblick auf qualitative wie quantitative Veränderungen des Nahrungsnetzes im integrierenden Modellieransatz gut erfasst werden.

Seit Projektbeginn wird an Proben und Daten der Merian-Reise von 2008, sowie der Africana-Reise Ende November – Anfang Dezember 2009 gearbeitet. Die Reisen auf der Discovery im September-Oktober 2010 und der Merian im Februar-März 2011 komplettieren den Proben- und Datensatz unter dem saisonalen Aspekt vor allem im Hinblick auf die unterschiedliche Auftriebsaktivität im Gebiet. Insbesondere das Zentralexperiment des Projekts auf der Discovery verlief sehr erfolgreich (Fahrtleitung Buchholz). Freiland- und Aquariexperimente mit lebendem Krill erbrachten wichtige Erkenntnisse.

Der umfangreiche Probensatz an Populations- und biochemischen Proben der Fahrten wird laufend bearbeitet. In Kombination mit den Respirations- und Exkretionsmessungen an Bord wird das Bild der Anpassungsfähigkeit des Krills an die stark wechselnden Umweltbedingungen in saisonalen und interannuellen Zusammenhängen vertieft.

Zunehmend werden die Daten für die Publikation vorbereitet. Die Ergebnisse wurden auf der Cruataceologen-Tagung in Regensburg und dem Internationalen Krill-Workshop auf Texel vorgestellt.

2. Vergleich des Stands des Vorhabens mit der ursprünglichen Arbeits-, Zeit- und Ausgabenplanung.

Der Stand der Planung ist unverändert. Die Laborarbeiten und Auswertungen laufen wie geplant, insbesondere im Bezug auf die geplante Dissertation im Projekt von Dipl.-Biol. Torsten Werner. Die Masters-Studentin Kim Hünerlage trägt sehr effizient zur Verbesserung der Datenlage bei.

3. Haben sich die Aussichten für die Erreichung der Ziele des Vorhabens innerhalb des angegebenen Berichtszeitraums gegenüber dem ursprünglichen Antrag geändert (Begründung)?

Die Aussichten zur Erreichung der Ziele des Vorhabens haben sich nicht geändert und bleiben gut.

4. Sind inzwischen von dritter Seite Ergebnisse bekannt geworden, die für die Durchführung des Vorhabens relevant sind?

Relevante Ergebnisse von dritter Seite sind nicht bekannt.

5. Sind oder werden Änderungen in der Zielsetzung notwendig?

Nein: nicht absehbar

6. Fortschreibung des Verwertungsplans

Die Ergebnisse des TP7 werden in den Datensatz für die Modellierung, wie geplant, einfließen. Die Datenerfordernisse der gekoppelten Modellierung werden je nach Arbeitsfortschritt definiert und das Arbeitsprogramm der nächsten Monate festgelegt. Publikationen sind in Vorbereitung. Wirtschaftliche Verwertungen sind zurzeit nicht absehbar.

.