

Schlussbericht

Untersuchungen von mikrobiell katalysierten Stoffflüssen im Ökosystem Ostsee mit Hilfe der NanoSIMS Technologie

Empfänger:



Leibniz Institut für Ostseeforschung Warnemünde,
PD Dr. M. Voß, Prof. v. Bodungen (emeritiert)

Förderkennzeichen:

03F0626A



Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Vorhabenbezeichnung:

NanoSIMS

Laufzeit:

01.09.2010 - 31.08.2013

1. Kurzdarstellung

1.1. Aufgabenstellung

Ziel des Projektes war die Etablierung des Hochleistungsmessgerätes CAMECA NanoSIMS 50L (Abb. 1) am Leibniz-Institut für Ostseeforschung. Mit einem solchen Sekundärionenmassenspektrometer (SIMS) können bis zu sieben Isotope bzw. Elemente gleichzeitig an subzellulären oder mineralischen Partikeln erfasst und quantifiziert werden. Das NanoSIMS kombiniert dabei die Funktion eines Rasterstrahlmikroskops mit der eines IRMS (isotope ratio mass spectrometer). Element- und Isotopenzusammensetzungen können so mit einer Auflösung im Bereich von bis zu 30 Nanometern analysiert werden. Diese kleinskali- gen Ergebnisse können z.B. das Verständnis von Stoffflüssen durch Einbeziehung von Einzelzellfunktionen erheblich verbessern.



Abb. 1. Cameca NanoSIMS50L am Leibniz-Institut für Ostseeforschung in Warnemünde.

Mit Hilfe des NanoSIMS sollten eine Reihe fachübergreifender Fragen aus dem meeresbiologischen, -chemischen und -geologischen Forschungsgebieten am IOW, verschiedenen

Fakultäten der Universität Rostock, der Profillinie Maritime Systeme bzw. der Interdisziplinären Fakultät bearbeitet werden. Eine enge Kooperation mit der Forschung im terrestrischen Bereich der Agrar- und Umweltfakultät wurde angestrebt um die direkten die Auswirkungen der anthropogenen Aktivitäten im Einzugsbereich des Küstenmeeres Ostsee einzubeziehen. Neue Kooperationen mit nationalen und Internationalen Forschungseinrichtungen wurden zudem erwartet. Diese Ziele wurden alle erreicht, wie im folgenden Text dargelegt.

1.2. Voraussetzungen unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Am IOW bestanden zu Beginn des Projektes Arbeitsgruppen, die für die Durchführung des Projektes wichtig waren; z. B. zur Massenspektrometrie stabiler Isotope (AG Voß), Molekularbiologie (Jürgens/Labrenz) und der Analyse von Spurengasen im Meer (AG Rehder). Die Mitarbeiter verfügten über langjährige Erfahrung in der Verwendung stabiler Isotope zur Klärung von mikrobiellen Stoffumsätzen. Die AG Molekulare und Mikrobielle Ökologie hatte zudem ein umfangreiches Spektrum an molekularen Methoden etabliert und optimiert, um z.B. unverfälschte Genexpressionsanalysen aus tieferen Wasserschichten der Ostsee durchführen zu können. Gensondentechniken waren etabliert und wurden in Kombination mit Mikroautoradiographie eingesetzt, um die Identität von Mikroorganismen darzustellen. Zur Identifizierung aktiver mikrobieller Gemeinschaften wurden zudem 16S rRNA Stabile Isotope Probing genutzt. Diese Erfahrungen sind wichtiger Bestandteil der optimalen Nutzung der NanoSIMS Technologie, da für Experimente zur Stoffaufnahme von Einzelzellen stabile Isotope als Markersubstanzen und organismenspezifische Gensonden zum Einsatz kommen sollten.

Die NanoSIMS-Technologie wurde in Deutschland zuvor an 3 Standorten etabliert: am MPI für Chemie in Mainz (Partikel extra-terrestrischen und irdischen Ursprungs), an der TU München (Bodenkunde) sowie am MPI für Marine Mikrobiologie in Bremen. Diese Labore waren ausgelastet bzw. auf ihre jeweiligen Anwendungsgebiete hin optimiert, und somit nicht in der Lage die Fragestellungen des IOW und der Universität Rostock zu bearbeiten.

Für das NanoSIMS stellte das IOW den Laborraum und die Finanzmittel für den Laborumbau zur Verfügung. Die Einrichtung von Stellen für einen Ingenieur und einen Wissenschaftler wurden vom IOW zugesagt.

1.3. Planung und Ablauf des Vorhabens

1.3.1. Ablauf:

Der Laboraufbau verzögerte sich aufgrund der komplexen Anforderungen (z. B. musste ein vibrationsarmes Fundament geschaffen werden) und dadurch, dass nicht alle Baumaßnahmen termingerecht durchgeführt wurden. Das NanoSIMS wurde Ende Mai 2011 geliefert

und nach Restbauarbeiten im Juli 2011 in Betrieb genommen. Aufgrund der komplexen Funktionsweise des NanoSIMS Gerätes dauerten die Einrichtung und der Nachweis der Spezifikationen durch den Hersteller bis Ende August 2011. Es folgten Messungen zur Etablierung des Kohlenstoff- und Stickstoffmessungen sowie deren stabiler Isotope. Im Anschluss wurden für zahlreiche Projekte Messungen durchgeführt (Tabelle 1), wobei Messungen von Kollegen, die am Projektantrag mitgewirkt hatten, Priorität genossen. Ziel war es hierbei das NanoSIMS einer breiten Wissenschaftlergemeinschaft in Rostock für ihre jeweiligen Fragestellungen bekannt zu machen und verschiedene Probentypen und Analysemethoden auszuprobieren. Hierdurch sollten fundierte Grundlagen und erste Ergebnisse für weitere Antragstellungen geschaffen werden.

Die Annahme weiterer Projekte wurde nach transparenten Regeln geregelt. So musste von weiteren Interessenten eine Projektskizze eingereicht werden, die durch den neu geschaffenen wissenschaftlichen Beirat des NanoSIMS entschieden wurde, der auch eine Prioritätenliste für diese Messungen festlegte.

Tabelle 1: Übersicht über alle Projektarbeiten im Antragszeitraum.

Verantwortlich Wissenschaftler	Institution	Thema
Andreas Rogge, Matthias Labrenz	IOW, Biologie	Beitrag von Schlüsselorganismen zur Schwefeloxidation in der pelagischen Redoxkline der zentralen Ostsee
Carlo Berg, Klaus Jürgens	IOW, Biologie	Experimentelle Untersuchungen zur Aufnahme von $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$ und ^{13}C -Bikarbonat durch autotrophe Ammonium-oxidierende Thaumarchaeota
Maren Voß	IOW, Biologie	Identifizierung von Cyanobakterien, Transfer von fixiertem Stickstoff und Kohlenstoff
Norbert Wasmund	IOW, Biologie	Reproduktion von Stickstofffixierern und Blütenbildung in der Ostsee
Maren Voß, Mirko Lunau	IOW, Biologie	Etablierung von Standards zur Bestimmung des C/N-Verhältnisses in Mikroorganismen
Gunnar Jakobs, Oliver Schmale	IOW, Chemie	Inkubationsexperiment zum Methanumsatz in der Wassersäule der zentralen Ostsee
Olaf Dellwig, Thomas Leipe	IOW, Geologie	Analyse von Partikel der Ostsee-Redoxkline

Fortsetzung Tabelle 1: Übersicht über Projektarbeiten im Antragszeitraum.

Verantwortlich Wissenschaftler	Institution	Thema
Franziska Bitschofsky, Stefan Forster	Universität Rostock,	Variation der isotopischen und elementaren Zusammensetzung des Carbonatskeletts von <i>Flustra foliacea</i> (Bryozoa)
Christel Baum, K. Hryniewicz	Universität Rostock, Universität Torun	Stickstofffixierung durch diazotrophe Bakterienstämme unter Salzstress
Ingo Barke, Karl-Heinz Meiwes-Broer Andris Voitkans	Universität Rostock, Physik Universität Riga	Räumlich Verteilung von Indium und Gallium in chemisch gewachsenen InGa-Quantenpunkten
Volkmar Senz	Universität Rostock, Biomedizinische Technik	Chemische und strukturelle Charakterisierung von biodegradierbaren Implantatoberflächen
Ralf Zimmermann, Martin Sklorz, Jürgen Schnelle-Kreis	Universität Rostock bifa Umweltinstitut	Untersuchung ultrafeiner Partikel in Hinblick auf Quellenzuordnung und Bildungsmechanismus
Silvio Rizzoli Sinem Saka	European Neuroscience Institute Göttingen	Korrelation von optischer und isotopischer Nanoskopie
Günther Jost	IOW, Biologie	Messung des Schwefelgehaltes von Bakterien der Redoxzone der Ostsee
Monika Nausch	IOW, Biologie	Mechanismen der Phosphornutzung in filamentösen Cyanobakterien
Nicola Wannicke	IOW, Biologie	Einfluss der Ozeanversauerung auf die Aktivität und Toxizität von Cyanobakterien
Olga Matantseva, Sergey Skarlato, Maren Voß	Institut für Cytology, St. Petersburg IOW, Biologie	Nähstoffaufnahme durch <i>Prorocentrum minimum</i>

1.3.2. Personal

Zur Leitung des NanoSIMS Labors und hauptverantwortlichen Messung der Proben wurde Dr. Angela Vogts am 15.03.2011 eingestellt und ist bis heute für das Labor und den Messbetrieb verantwortlich. Sie betreute den Laboraufbau, die Installationsphase des Gerätes und die Methodenentwicklung. Weiterhin beriet sie Kollegen in Fragen des Experimentdesigns und der Probenpräparation. Auf Konferenzen und durch Besuche bildete sie sich kontinuierlich weiter aus. Eine Ingenieurstelle wurde vom IOW nicht eingerichtet. Die Be-

treuung und Wartung der komplexen Technik sowie die Messungen wurden daher ebenfalls durch Dr. Angela Vogts geleistet. Unterstützt wurde sie bei Routinemessungen oder Wartungsaufgaben tageweise, durch einen Chemieingenieur.

1.4. Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde

Zahlreiche hochrangige Papiere die NanoSIMS-Technik eingesetzt hatten, untersuchten beispielsweise Flüsse von klimarelevanten Gasen (Dekas et al., 2009), identifizierten bis dato unbekannte Prozesse in Metazoen (Lechene, et al., 2007) oder führten eine hochauflösende Stratigraphie von Feinstrukturen in Korallen durch (Meibom et al., 2007). Die Methode fand Anwendung in der Molekular- und Mikrobiologie, bei der Untersuchung von Kreisläufen des Stickstoffs, Schwefels und Kohlenstoffs, in der Material- und Aerosolforschung und in vielen anderen naturwissenschaftlichen Forschungsrichtungen. Da das Gerät jedoch erst seit circa dem Jahr 2000 in der geeigneten Entwicklungsstufe verfügbar ist, waren die Anwendungen und Erkenntnisse noch auf wenige Applikationen beschränkt.

Literatur:

Dekas, A. E., Poretsky, R. S., Orphan, V. J.: Deep-Sea Archaea Fix and Share Nitrogen in Methane-Consuming Microbial Consortia, *Science*, 326: 422-426, 2009.

Lechene, C. P., Luyten, Y., McMahon, G., Distel, D. L.: Quantitative Imaging of Nitrogen Fixation by Individual Bacteria Within Animal Cells, *Science*, 317: 1563-1566, 2007.

Meibom, A., Mostefaoui, S., Cuif, J.-P., Dauphin, Y., Houlbreque, F., Dunbar, R., Constantz, B.: Biological forcing controls the chemistry of reef-building coral skeleton, *Geophysical Research Letters*, 34: doi:10.1029/2006GL028657, 2007.

1.5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das NanoSIMS wurde im Projektzeitraum nicht nur von Mitarbeitern des IOW genutzt. Projektpartner der Universität Rostock setzten das Gerät ebenfalls für ihre Forschung ein. Dabei ist insbesondere die Zusammenarbeit mit dem Institut für Biomedizinische Technik der Uni Rostock zu erwähnen, die zu einem vom Land Mecklenburg-Vorpommern ausgezeichneten und geförderten Projekt mit dem Titel „Sekundärionenmassenspektrometrie zur Charakterisierung biodegradierbarer Implantatoberflächen“ führte. Neben Fragestellungen aus Meeresforschung und Medizin wurden auch Projekte aus dem Bereich der Bodenkunde und der Materialforschung bearbeitet. Über den Standort Rostock hinaus wurde Kooperationen mit nationalen (European Neuroscience Institute, Göttingen) und internationalen Instituten (Institut für Cytology, St. Petersburg, Universität Riga, Universität Torun) begonnen.

2. Eingehende Darstellung –bitte vertraulich behandeln, da es vielfach unveröffentlichte Ergebnisse sind

2.1. Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele

Die Zuwendungen wurden für die Anschaffung des NanoSIMS sowie Verbrauchsmaterialien genutzt, die im Rahmen der Experimente eingesetzt wurden. Die Reisekosten dienten zum Besuch von Workshops und Fachtagungen zur SIMS-Technik, zur Vorstellung des Labors und der Ergebnisse auf Kongressen (Tabelle 2). Weiterhin wurden andere deutsche NanoSIMS-Labore aufgesucht, um Fragen des Laboraufbaus und der Methodenetablierung zu erörtern. Hierdurch konnten viele wertvolle Hinweise gewonnen werden. Beispielsweise wurde so die von Nutzern am MPI für Marine Mikrobiologie in Bremen speziell für mikrobiologische Auswertungen entwickelte Software „Look at NanoSIMS“ am IOW etabliert und in engem Austausch mit den Entwickler vom MPI an die Bedürfnisse des IOW angepasst.

Verzögerungen gab es im Aufbau und der Installation des NanoSIMS, so dass die Etablierung der Methodik erst im September 2011, zwei Monate später als geplant, starten konnte. Hier galt es zunächst die Probenvorbereitung so zu etablieren, dass die zu analysierenden Bereiche im NanoSIMS schnell gefunden werden konnten. Zudem musste die Analysenparameter (Scan-Rate, Implantationszeit) und die Gerätekonfiguration (Transmission, Massenauflösung) jeweils so eingerichtet werden, dass die nötige Exaktheit reproduzierbar erreicht wurde. Da für jedes Projekt die optimale Methode gefunden werden musste, wechselten sich Methodentests und Projektarbeiten im gesamten Projektzeitraum ab. Trotz der Projektvielfalt und des verzögerten Messbeginns konnten mehrere Projekte bereits Manuskripte erarbeiten, die kurz vor der Einreichung stehen.

Tabelle 2: Durchgeführte Reisen.

Ziel der Reise	Aufgabe
MPI Bremen	Beratungen mit den dortigen NanoSIMS-Nutzern zu Erfahrungen in der Probenpräparation und Geräteinstallation
TU München	
Riva del Garda, Italien	18. Internationale Konferenz zur Sekundärionen-Massenspektrometrie, Kontaktaufnahme zu weiteren Nutzern und Besuch von Fachvorträgen
Philadelphia, USA	24. jährlicher SIMS-Workshop, Vortrag: „The NanoSIMS Lab in Rostock, Germany: Experiences from the Starting Phase and First Results“
MPI Bremen	Besuch der Einweisung in die Software „Look at NanoSIMS“, Anpassung der Software an das Datenformat des IOW-NanoSIMS
Leipzig	Joint European Stable Isotope Users Meeting (JESIUM), Vortrag: “The new NanoSIMS lab in Warnemünde, Germany: First results of studies employing stable isotopes“

Ziel der Reise	Aufgabe
TU München	2nd European NanoSIMS Users Meeting, Vortrag: "Getting started: The first year of experience with a NanoSIMS"
Göttingen	Vortrag: „NanoSIMS: A unique tool for microscale elemental and isotopic analyses“
Klaipeda, Litauen	Baltic Sea Science Congress, Mini-Workshop: "Introduction to NanoSIMS: Elucidating the elemental and isotopic composition on the microscale"

Wesentlicher Bestandteil dieses Projekts war die Etablierung unterschiedlicher Präparationsmethoden. Hierfür wurden die Eigenschaften unterschiedlichster Probenräger (Filter, Si-Chips, Metallzylinder, durchsichtig leitfähig beschichtete Gläschen; Abb. 2.) und Probenvorbereitungen (Filtration, Aufbringen von Lösungen, Dünnschnitte und -schliffe) getestet. Heute steht den Nutzern ein breites Spektrum getesteter Abläufe zur Verfügung, mit dem flexibel auf die Ansprüche der Projekte eingegangen werden kann. Zudem wurde aus Mitteln der Landesförderung des Landes Mecklenburg-Vorpommern ein Sputter Coater (Kosten ca. 12 T€) zur leitfähigen Beschichtung von Proben angeschafft.



Abb. 2: Beispiele der Probenpräparation.

Wichtiger Aspekt der NanoSIMS-Messungen ist die Identifikation von Regionen von Interesse (ROI) auf einer Probe. Hierfür wurde vom IOW ein Laser Dissecting Microscope im Wert von >200T€ angeschafft, mit dem Organismen zunächst identifiziert werden können z.B. durch die Verwendung von Fluoreszenzfarbstoffen. Anschließend wird mit einem Laser eine Markierung angebracht, die die sichere Identifikation der gleichen Lokation nach dem Transfer ins NanoSIMS ermöglicht (Abb. 3).

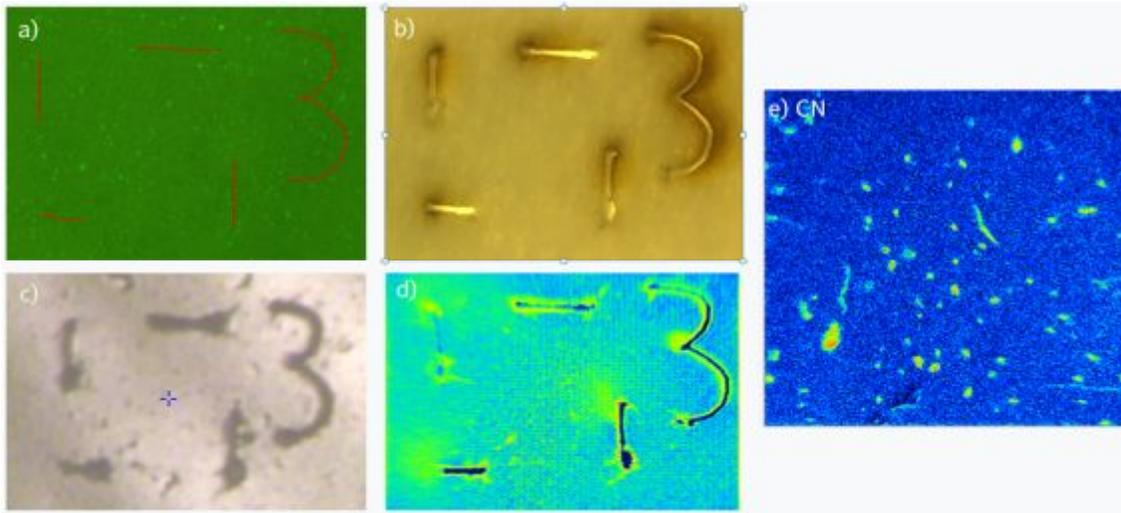


Abb. 3: a) Fluoreszenz-Bild zur Identifikation von Bakterien, b) Lasermarkierung, c) Identifikation der Lasermarkierung mit der NanoSIMS-Kamera, d) Lasermarkierung im Totalionenbild, e) NanoSIMS-Analyse innerhalb des markierten Bereiches.

Für die Auswertung der Messergebnisse wurde am IOW den Nutzern ein PC gestützter Arbeitsplatz (Kosten ca. 2T€) eingerichtet, der die unterschiedlichen Softwarelösungen zur Auswertung bereitstellt. Zur Vergabe der begehrten Messzeit am Gerät wurde ein wissenschaftlicher Beirat etabliert, dem Kollegen vom IOW und der Uni Rostock angehören. Wissenschaftler, die das NanoSIMS nutzen möchten, senden nach eingehender Beratung mit der Laborleitung einen standardisierten Projektentwurf, der auf der Webseite des IOWs zu finden ist, an den Nutzerrat, der über die Annahme der Projekte und die Priorität der Bearbeitung entscheidet. Über die NanoSIMS-Technik und das Verfahren für die Vergabe von Messzeit wird auch auf der IOW-Homepage informiert (<http://www.iowarnemuende.de/nanosims.html>, Anhang 2). Nach den Analysen sind die Wissenschaftler aufgefordert innerhalb von 4 Wochen ein Feedback zu den Arbeiten zu geben und die geplante Verwertung der Ergebnisse zu beschreiben (Anhang 3).

Die Eröffnung des Labors am 07.11.2011 wurde mit dem ersten europäischen NanoSIMS Users Meeting begangen. Etwa 50 Teilnehmer aus 7 Nationen waren in Warnemünde zu Gast und die Rostocker Wissenschaftler nahmen die Chance wahr, mit den Kollegen ihre Projektideen zu diskutieren. Die Veranstaltung wurde zu einer festen Größe im Tagungskalender der NanoSIMS-Nutzer und fand in den Folgejahren 2012 in Freising und 2013 in Luxemburg statt. 2014 wird die Veranstaltung in Paris abgehalten werden.

2.1.1 Bericht zu den andauernden Arbeiten des IOWs

VERTRAULICH DAHER GELÖSCHT

2.1.2 Berichte zu den im Projektantrag vorgestellten Projektskizzen zur Nutzung des NanoSIMS von der Interdisziplinären und fachspezifischen Fakultäten der Universität Rostock und dem IGB-Berlin

VERTRAULICH DAHER GELÖSCHT

2.1.3 Über den Projektantrag hinausgehende Projektarbeiten

VERTRAULICH DAHER GELÖSCHT

2.2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die Auflistung der Projektausgaben über die Laufzeit des Vorhabens wurde über die Verwaltung des IOW zum Projektabschluss an die zuständigen Stellen übermittelt. Größter Budgetpunkt waren die Kosten für das NanoSIMS.

2.3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die Arbeiten sind im Hinblick auf die bereitgestellten Mittel angemessen durchgeführt worden.

2.4. Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwendungsplans

Bei dem Projekt handelt es sich um einen Beitrag zur Grundlagenforschung, bei dem keine unmittelbaren wirtschaftlichen Erfolgsaussichten bestehen. Da aber auch materialwissenschaftliche Projekte bearbeitet wurden (Medizin, Halbleitertechnik), werden die NanoSIMS-Messungen in diesen Bereichen Erkenntnisse im Rahmen der Produktentwicklung liefern.

Einige der derzeitigen Ergebnisse sind als Vorstudien zu werten, die noch keine Publikation erlauben. Zum Teil sind spezielle Ausfahrten und Experimente zur Beantwortung der Fragen erforderlich. Wenn diese Fragen gelöst sind, tragen sie wesentlich zum Verständnis insbesondere mikrobiell katalysierter Stoffflüsse bei. Solche Erkenntnisse zum bakteriellen Stoffumsatz werden Eingang finden in die Modellierung des Systems Ostsee und dessen klimabedingten Variationen. Die Ergebnisse der Modellierungen werden z. B. vom BACC-Berichten (Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin) genutzt und tragen z.B. zum Verständnis der Entwicklung von Cyanobakterienblüten bei oder helfen die Reaktion des Systems Ostsee auf klimatische Änderungen abzuschätzen.

In den anderen Projektbereichen außerhalb der Meeresforschung wird die bisherige Anwendung des NanoSIMS-Technologie in Rostock eine Keimzelle für weitere Arbeiten sein.

Das wird dadurch deutlich, dass auch Projektarbeiten, die nicht das gewünschte Ergebnis geliefert haben dennoch Ideen für andere Projekte lieferten.

Das NanoSIMS wird am IOW verbleiben und weiter Forschern des IOW aber auch externen Kollegen zur Verfügung stehen. Hier etablierte Methoden werden weiter Anwendung finden.

2.5. Während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Keine.

2.6. Erfolgte oder geplante Veröffentlichung der Ergebnisse nach Nr.6.

2.6.1. Fertiggestellt

A. Rogge. Investigations on stable isotope labeled substrate enrichments "Sulfurimonas gotlandica" strain GD1 using the NanoSIMS technology. 2012. Masterarbeit.

2.6.2. Eingereicht

S. K. Saka, A. Vogts, K. Kröhnert, F. Hillion, S. O. Rizzoli, J. Wessels. Correlated Optical and Isotopic Nanoscopy. Nature Communications.

2.6.3 Geplante Veröffentlichungen

C. Baum, A. Vogts, K. Hryniewicz. Fixation of nitrogen (N₂) by diazotrophic bacterial strains under saline stress.

C. Berg, L. Listmann, A. Vogts, V. Vandieken, K. Jürgens. Chemoautotrophic growth of ammonia-oxidizing Thaumarchaeota enriched from hypoxic waters of the Baltic Sea.

G. Jakobs, O. Schmale, K. Kießlich, M. Blumenberg, G. Rehder, G. Nausch, A. Vogts, M. Labrenz. First implications of nitrite-dependent methane oxidation under suboxic conditions within the redox zone of the Gotland Deep.

J. Kruse, R. Bol, W. Amelung, C. Baum, H. Lewandowski, J. Niederberger, Y. Oelmann, J. Santner, M. Siebers, N. Siebers, J. Vestergren, A. Vogts, P. Leinweber. Advanced methods in soil phosphorus research: A review

A. Rogge, A. Vogts, F. Goetz, L. Moeller, M. Voss, M., K. Jürgens, H. Cypionka, H. G. Jost, M. Labrenz: Influence of Sulfurimonas GD17 and SUP05 on sulfur, carbon and nitrogen modification in the pelagic redox zone of the central Baltic Sea.

A. Vogts, M. Lunau, M. Voß. Evaluation of C/N-ratios on the single cell level – a novel application field for the NanoSIMS.

2.6.4. Konferenzbeiträge und Vorträge

- A. Vogts, M. Voß. Das NanoSIMS in der Phosphoranalytik – Potential und Grenzen. Auftaktworkshop Phosphor-Campus, Universität Rostock, 2012. Vortrag.
- A. Vogts, F. Bitschofsky, M. Lunau, M. Nausch, V. Senz, M. Voß. The NanoSIMS Lab in Rostock, Germany: Experiences from the Starting Phase and First Results. 24th Annual Workshop on SIMS, Philadelphia, USA, 2012. Vortrag.
- F. Bitschofsky, A. Vogts. Preliminary results of microscale isotopic analysis on *Flustra foliacea*. 11th Larwood Meeting of the International Bryozoology Association, Brno, Czech Republic, 2012. Vortrag.
- A. Vogts, F. Bitschofsky, M. Labrenz, A. Rogge, M. Voß. The new NanoSIMS lab in Warnemünde, Germany: First results of studies employing stable isotopes, Joint European Stable Isotope Users group Meeting (JESIUM), 2012, Leipzig. Vortrag.
- A. Vogts, F. Bitschofsky, M. Voß. Potential and limitations of NanoSIMS in environmental P research. Innovative methods in soil phosphorus research, Workshop der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, Universität Rostock, 2012. Vortrag.
- A. Vogts, F. Bitschofsky, S. Forster, M. Labrenz, M. Nausch, A. Rogge, V. Senz, M. Voß. Getting started: The first year of experience with a NanoSIMS. 2nd European NanoSIMS Users Meeting, TU München, Freising, 2012. Vortrag.
- A. Vogts, F. Bitschofsky, M. Labrenz, A. Rogge, V. Senz, M. Voß. NanoSIMS - A unique tool for microscale elemental and isotopic analyses. Seminar der AG STED-Mikroskopie synaptischer Funktionen. European Neuroscience Institute, Georg-August-Universität Göttingen, 2013. Vortrag.
- F. Götz, A. Rogge, A. Vogts, G. Jost, K. Jürgens, M. Labrenz. Cellular capabilities of “*Sulfurimonas gotlandica*” str. GD1 in redox gradients. VAAM Tagung, Bremen, 2013. Poster.
- A. Vogts, F. Bitschofsky, M. Labrenz, A. Rogge, V. Senz, M. Voß. NanoSIMS analyses of elements and isotopes: principles and applications. Welisa-Forschungskolloquium, Universität Rostock, 2013. Vortrag.
- O. Schmale, G. Jakobs, G. Jost, K. Kießlich, M. Labrenz, M. Blumenberg, C. Berndmeyer, G. Rehder. Microbial methane consumption in the water column of the central Baltic Sea: Gotland Deep and Landsort Deep. Baltic Sea Science Congress, Klaipeda, Litauen, 2013. Poster.
- A. Vogts, M. Voß. Introduction to NanoSIMS: Elucidating the elemental and isotopic composition on the microscale. Baltic Sea Science Congress, Klaipeda, Litauen, 2013. Mini-Workshop.