

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart Abschlussbericht
3a. Titel des Berichts SO178-KOMEX: "Kurilen Ochotskisches Meer EXperiment"	
3b. Titel der Publikation	
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n)) Dullo, Wolf-Christian; Werner, Reinhard; Haeckel, Matthias; Lembke-Jene, Lester; Abelmann, Andrea; Nürnberg, Dirk; Tiedemann, Ralf; Wallmann, Klaus; Biebow, Nicole; Georgeleit, Katharina	5. Abschlußdatum des Vorhabens 30. November 2006
	6. Veröffentlichungsdatum
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n))	7. Form der Publikation Bericht
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Leibniz-Institut für Meereswissenschaften IFM-GEOMAR Gebäude Ostufer Wischhofstr. 1-3 24148 Kiel	9. Ber.Nr. Durchführende Insitution -
	10. Förderkennzeichen *) 03G0178A
	11a. Seitenzahl Bericht 13 + Anlagen
	11b. Seitenzahl Publikation --
	12. Literaturangaben 41 (ohne Anlagen)
13. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	14. Tabellen 0 (ohne Anlagen)
	15. Abbildungen 3 (ohne Anlagen)
	16. Zusätzliche Angaben
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)	
18. Kurzfassung Im Rahmen von SO178-KOMEX wurden strukturgeologische, geochemische, paläo-ozeanographische und petrologische Untersuchungen im Ochotskischen Meer (Russland) durchgeführt. Diese multidisziplinären Arbeiten waren eine Ergänzung zum BMBF-geförderten russisch-deutschen Verbundvorhaben KOMEX. Die Expedition mit FS Sonne war die letzte Ausfahrt in diesem Projekt und diente dazu, abschließende Arbeiten im Ochotskischen Meer durchzuführen, die aus technischen und logistischen Gründen nicht von Bord russischer Forschungsschiffe realisiert werden konnten (u.a. der präzise Einsatz von TV-gesteuerten Geräten, langen Kolbenloten bis 25 m oder von dynamischer Positionierung). Einige der wichtigsten Ergebnisse von SO178-KOMEX sind: (1) die Entwicklung einer verbesserten Theorie zum POC-Abbau und Gashydratbildung, die erstmals verlässliche Vorhersagen global auch für andere Regionen erlaubt; (2) die Erkenntnis, dass in den Organik-reichen Sedimenten des Ochotskischen Meeres intensive Verwitterung von Silikatmineralen stattfindet mit Raten, die vergleichbar mit Verwitterungsraten an Land sind, und dass marine Silikatverwitterung potentiell eine sehr signifikante CO ₂ -Senke mit Relevanz im globalen Kohlenstoffkreislauf ist; (3) die Rekonstruktion der holozänen Dynamik von Methan-Venting Ereignissen vor Sachalin und deren möglichen Ursachen; (4) die Differenzierung der Inkorporationsmechanismen von Methan-induziertem Kohlenstoff in benthische Foraminiferen aus Cold-Seep-Gebieten, die Einblicke in Überlebensstrategien und Kalzifizierungsprozesse unter extremen Umweltbedingungen verschafft; (5) die verbesserte Rekonstruktion von Paläo-Methanentgasungs-Ereignissen anhand der Klassifizierung taphonomischer und frühdigenetischer Veränderungen in Foraminiferen-Faunen aus Cold-Seep-Gebieten; (6) die Entschlüsselung der Wachstumsmodi in Tiefwasserkorallen der Gattung <i>Keratoisis</i> spp. und die Entwicklung einer regional unabhängigen Sklerochronologie, die eine zukünftige Anwendung dieser Gattung als höchstauflösendes (subannuales) und langlebiges Klima-Archiv im tiefen Ozean ermöglicht; (7) die Entdeckung, vulkanologische und geochemische Charakterisierung und Datierung von Vulkanbauten auf dem Nordwesthang des Kurilenbeckens als entscheidender Baustein zur Entschlüsselung der geodynamischen Entwicklung des Kurilen-Systems.	
19. Schlagwörter Ochotskisches Meer, Kurilenbecken, Biogeochemie, Paläo-Ozeanographie, Cold Seeps, Gashydrate, Venting, Submarine Verwitterung, Vulkanologie, Magmatische Geochemie, Plattentektonik, Tiefwasserkorallen, Foraminiferen	
20. Verlag	21. Preis --

*) Auf das Förderkennzeichen des BMBF soll auch in der Veröffentlichung hingewiesen werden.

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. Type of Report Final Report
3a. Report Title SO178-KOMEX: "Kurilen Ochotskisches Meer EXperiment"	
3b. Title of Publication	
4a. Author(s) of the Report (Family Name, First Name(s)) Dullo, Wolf-Christian; Werner, Reinhard; Haeckel, Matthias; Lembke-Jene, Lester; Abelmann, Andrea; Nürnberg, Dirk; Tiedemann, Ralf; Wallmann, Klaus; Biebow, Nicole; Georgeleit, Katharina	5. End of Project November 30, 2006
4b. Author(s) of the Publication (Family Name, First Name(s))	6. Publication Date
8. Performing Organization(s) (Name, Address) Leibniz-Institut für Meereswissenschaften IFM-GEOMAR Gebäude Ostufer Wischhofstr. 1-3 24148 Kiel	7. Form of Publication Report
13. Sponsoring Agency (Name, Address) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	9. Originator's Report No.
	10. Reference No. 03G0178A
	11a. No. of Pages Report 13 + Appendices
	11b. No. of Pages Publication --
	12. No. of References 41 (without appendices)
	14. No. of Tables none (without appendices)
	15. No. of Figures 3 (without appendices)
16. Supplementary Notes	
17. Presented at (Title, Place, Date)	
18. Abstract In the framework of SO178-KOMEX structural-geological, geochemical, paleoceanological, and petrological investigations were carried out in the Okhotsk Sea (Russia). These multidisciplinary investigations were a completion to the Russian-German project KOMEX funded by the BMBF. The cruise of RV Sonne was the last one in this project with the aim to conduct final investigations in the Okhotsk Sea which – for technical or logistical reasons - could not be carried out during former cruises on Russian research vessels (e.g., exact deployment of TV-guided instruments, deployment of up to 25 m long corers, dynamic vessel positioning). Some of the most important results of SO178-KOMEX are the following: (1) improvement of the theory about the degradation of particulate organic matter and the formation of gas hydrates. This theory for the first time allows reliable forecasts for other regions on a global basis. (2) knowledge that intensive weathering of silicate minerals takes place in the organic-rich sediments of the Okhotsk Sea at such rates which are similar to the weathering rates ashore as well as the knowledge that marine silicate weathering is a significant potential CO ₂ sink being relevant in the global carbon turnover; (3) reconstruction of the Holocene dynamics of methane venting events off Sakhalin and their possible causes; (4) differentiation of the inclusion of methane-induced carbon in benthic foraminifera in cold-seep regions giving insights into survival strategies and calcification processes in extreme environmental conditions; (5) improved reconstruction of paleo-methane degassing events by means of classification of taphonomic and early diagenetic changes in foraminifera in cold-seep regions; (6) decoding of growth modes of the deep-water coral species <i>Keratoisis</i> spp. and the development of a regionally independent sclerochronology allowing a future use of this species as high-resolution (subannual) and long-living climate archive in the deep ocean; (7) discovery, volcanological and geochemical characterization and dating of volcanic edifices on the NW slope of the Kurile Basin as important step towards the decoding of the geodynamic development of the Kurile system.	
19. Keywords Ochotsk Sea, Kurile Basin, Biogeochemistry, Paleo-Oceanography, Cold Seeps, Gas Hydrates, Venting, Submarine Weathering, Volcanology, Magmatic Geochemistry, Plate Tectonics, Marine Biology, Deep-Sea Corals, Foraminifera	
20. Publisher	21. Price --

S O 1 7 8 - K O M E X

**Kurilen Ochotskisches Meer EXperiment:
Stoffaustauschprozesse und -bilanzen im Ochotskischen
Meer: Wirkungsweise von klimatologischen,
ozeanographischen, sedimentären und krusten-
geologischen Steuerungsfaktoren**

Abschlussbericht

- 03G0178A -

Berichtszeitraum: 01. Juni 2004 bis 31. Mai 2006

W.-Chr. Dullo

unter Mitarbeit von

***R. Werner, M. Haeckel, L. Lembke-Jene, A. Abelmann, D. Nürnberg,
R. Tiedemann, K. Wallmann, N. Biebow, K. Georgeleit***

I.1. Aufgabenstellung

Im Rahmen von SO178-KOMEX sollten umfangreiche strukturgeologische, geochemische, paläo-ozeanographische und petrologische Untersuchungen im Ochotskischen Meer durchgeführt werden. Diese multidisziplinären Arbeiten waren als Ergänzung zum BMBF-geförderten russisch-deutschen Verbundvorhaben KOMEX (Kurilen Ochotskisches Meer EXperiment) geplant. Die Expedition mit FS Sonne war als letzte Ausfahrt in diesem Projekt geplant und sollte dazu dienen, abschließende Arbeiten im Ochotskischen Meer durchzuführen, die aus technischen und logistischen Gründen nicht von Bord russischer Forschungsschiffe realisiert werden konnten (u.a. der präzise Einsatz von TV-gesteuerten Geräten, langen Kolbenloten bis 25 m oder von dynamischer Positionierung).

Das Ziel des KOMEX-Projektes war es, die Funktionsweise des Systems „Ochotskisches Meer“ zu untersuchen und seine Wirkung auf Stoffverteilung, Stoffkreislauf, Wassermassenbildung, Zirkulation und Klima sowie dessen plattentektonische Stellung zu bewerten. Das Ochotskische Meer eignet sich besonders für derartige Untersuchungen, da in diesem räumlich eng begrenzten Meeresgebiet die Wechselwirkungen zwischen Geosphäre, Biosphäre, Kryosphäre, Hydrosphäre und Atmosphäre exemplarisch untersucht werden können. Das Ochotskische Meer und seine Umgrenzungen stellen ein klimasteuerndes Meeresgebiet dar, dem eine globale Schlüsselfunktion zukommt. So weist das Ochotskische Meer beispielsweise die höchste potentielle Methanproduktionsrate der nördlichen Hemisphäre auf, die durch die für diese Breiten ungewöhnliche saisonale Eisbedeckung (ca. 7 Monate im Jahr) in besonderer Weise reguliert wird, und ist damit eine bedeutende Quellenregion für den Eintrag klimarelevanter Gase in die Atmosphäre. Das Ochotskische Meer hat auch entscheidenden Einfluss auf die Wassermassenbildung im Pazifik und damit auf das Klima und Paläoklima im gesamten pazifischen Raum. Die geplanten Untersuchungen im Ochotskischen Meer bieten deshalb die Möglichkeit, die steuernden ozeanographischen und klimatischen Parameter für die Entwicklung des größten Ozeans der Welt exemplarisch zu studieren und in globale Klimamodelle einfließen zu lassen.

Die Forschungsschwerpunkte von SO178 sollten zu den übergeordneten Zielen von KOMEX beitragen und konzentrierten sich auf Fragen nach:

- der Rekonstruktion des tektonischen Aufbaus und der Entwicklung des Ochotskischen Meeres mit strukturgeologischen und vulkanologisch-petrologischen Methoden,
- der geochemischen, hydrochemischen, marin-geologischen und biologischen Charakterisierung der zwei verschiedenen Vent-Systeme am Schelf und Kontinentalhang vor NE-Sachalin und im Deruginbecken,
- der Rekonstruktion der paläo-ozeanographischen und paläoklimatischen Entwicklung des Ochotskischen Meeres auf Zeitskalen von Dekaden bis Jahrhunderten,
- der Etablierung einer neuen Methode zur Charakterisierung von Wassermassenstrukturen in der geologischen Vergangenheit anhand von Isotopenanalysen an biogenem Silikat und
- der Erfassung und Beprobung von Tiefwasserbiohermen am Kontinentalhang vor Sachalin.

I.2. Voraussetzungen

Ein großer Teil des Kenntnisstandes über die im Rahmen von SO178-KOMEX im Ochotskischen Meer zu bearbeitenden Fragestellungen beruhte zum Zeitpunkt der Ausfahrt auf Daten, die in den Jahren 1998 bis 2004 während des BMBF-geförderten Verbundvorhabens KOMEX gewonnen wurden (> 70 Publikationen). Alle KOMEX-Aktivitäten wurden gemeinsam vom P.P. Shirshov Institute of Oceanology in Moskau, dem Pacific Oceanological Institute in Wladiwostok und dem IFM-GEOMAR in Kooperation mit zahlreichen weiteren russischen und deutschen Instituten organisiert. Die Kontakte, die durch diese gemeinsamen Untersuchungen zu russischen Wissenschaftlern hergestellt wurden, waren grundlegend für SO178-KOMEX und konnten im Rahmen dieses Projektes weiter intensiviert werden. Die Voraussetzung für die Realisierung des Forschungsvorhabens SO178-KOMEX war somit der erfolgreiche Abschluss der Verbundvorhaben KOMEX I und II.

SO178-KOMEX stellte die Fortsetzung der Forschungsaktivitäten im Rahmen des KOMEX-Verbundvorhabens dar. Im Vordergrund der Untersuchungen stand daher, die noch offenen Fragen zu klären und die verschiedenen Forschungsansätze des Verbundprojektes durch einige abschließende Untersuchungen zu verdichten.

I.3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Der Ablauf des Vorhabens entsprach im Wesentlichen der von uns im Antrag vorgeschlagenen Arbeits-, Zeit- und Ausgabenplanung

Die Vermessungs- und Beprobungsarbeiten auf der Ausfahrt SO178 (22.07. – 15.09.2004) verliefen außerordentlich erfolgreich. Insgesamt wurden 86 Stationen angefahren. Dabei wurden Kolbenlot (bis 25m), Schwerelot, Kastenlot, Hydrocorer, TV-Multicorer, TV-Greifer, OFOS, CTD, Kettensackdredgen und Multinetz eingesetzt sowie umfangreiche hydroakustische Vermessungen (SIMRAD, PARASOUND) durchgeführt. Der Verlauf von SO178 sowie die Ergebnisse der Beprobungs- und Vermessungsarbeiten sowie der bereits an Bord durchgeführten Analytik sind ausführlich im Fahrtbericht (Dullo et al. 2003, <http://www.ifm-geomar.de/div/projects/komex/sonne/index.html>) beschrieben.

Die sich an die Ausfahrt anschließenden präparativen und analytischen Laborarbeiten sowie die Datenauswertung und Interpretation wurde zwischen Herbst 2004 und Sommer 2006 an den an SO178 beteiligten Instituten weitestgehend planmäßig durchgeführt (s.a. Abschnitt I.5.). Insgesamt bildete das auf der Expedition gewonnene Daten- und Probenmaterial eine hervorragende Grundlage für die verschiedenen weiterführenden, im Antrag umfassend dargestellten Laborarbeiten und Analysemethoden, aus denen die unten vorgestellten Ergebnisse resultieren.

I.4. Wissenschaftlich-technischer Stand (an den angeknüpft wurde)

Der wissenschaftlich-technische Stand war im Antrag zu dem Forschungsvorhaben ausführlich beschrieben.

I.5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Während der Laufzeit des Vorhabens wurde mit verschiedenen Stellen im In- und Ausland, vor allem in Russland, intensiv und erfolgreich zusammengearbeitet. Diese Kooperationen, die zukünftig im Rahmen anderer Projekte (z.B. des kürzlich bewilligten BMBF-Verbundvorhabens KALMAR) fortgeführt werden, erbrachten zahlreiche Ergebnisse, die in Abschnitt II.1. dargestellt und bereits in gemeinsame Publikationen eingeflossen sind. Unsere wichtigsten Kooperationspartner sind (in alphabetischer Reihenfolge der Institute/ Firmen):

Alfred-Wegener-Institut Bremerhaven

Dr. H. Jacot des Combes (Mikropaläontologie, biogene Silikate)
Dr. H. Meyer (Mikropaläontologie, biogene Silikate)

Alfred-Wegener-Institut Potsdam

Dr. H. Meyer (Mikropaläontologie, biogene Silikate)

Dalhousie University, Oceanography, Halifax (Kanada)

Dr. B.P. Boudreau (Transport-Reaktions-Modellierung)

Far Eastern Geological Institute FEB RAS, Wladiwostok (Russland)

Dr. I. Tararin (Petrologie)

Geosphere-Biosphere Science Centre, Universität Lund (Schweden)

U. Kokfelt (terrestrische Pollenanalysen)

IFM-GEOMAR Leibniz-Institut für Meereswissenschaften, Kiel

Prof. Dr. A. Eisenhauer (U/Th-Datierungen)

IODP-Bremen Core Repository, DFG-Forschungszentrum Ozeanränder, Bremen

Dr. U. Röhl (Universität Bremen; Sedimentlogging)

Institut für Geowissenschaften der CAU, Kiel

Prof. Dr. M. Sarnheim (Paläoozeanographie des Nordpazifik)
 Dr. B. Bader (REM/EDX-Labor)
 Dr. G. Bartoli (Mg/Ca Analytik von Benthosforaminiferen)

Institut für Paläontologie der Universität, Erlangen

Dr. S. Noé (Biomineralisation von Gorgonien, Sclerochronologie)
 Prof. Dr. A. Freiwald (Ökologie von Tiefwasserkorallen-Habitaten)

Institute of Geological and Nuclear Sciences, Wellington (New Zealand)

Dr. J. Greinert (Bathymetrie, Karbonate, Baryte)

Institute of Ocean Sciences, Sidney (Kanada)

Dr. C.S. Wong (Thermodynamik)

Leibniz-Institut für Altersbestimmung und Isotopenforschung, Kiel

Prof. Dr. P.M. Grootes (AMS ¹⁴C-Datierungen)
 Dr. H. Erlenkeuser (konvent. ¹⁴C-Datierungen, Wasserchemie)
 Dr. N. Andersen (stabile Isotopen an Wasserproben)

Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Wladiwostok (Russland)

Dr. A. Astakhov (Haupt- und Nebenelementverteilungen in Oberflächensedimenten)
 A. Bosin (Primärproduktivitäts-Proxies)
 Dr. A. Derkachev (authigene Karbonate der Vent-Gebiete)
 Dr. S. Gorbarenko (regionale Paläo-Ozeanographie)
 Dr. N. Nikolaeva (Bestimmung lithogener Komponenten, Tephren)
 Dr. A. Obzhurov (Methan-Analytik)
 Dr. A. Salyuk (regionale physikalische Ozeanographie)
 Dr. P. Tishchenko (Geochemie, Thermodynamik, Bathymetrie, ak. Detektion von Gasflares)
 Dr. G. Pavlova (Geochemie, Thermodynamik, Bathymetrie, ak. Detektion von Gasflares)
 Dr. V. Sosnin (Geochemie, Thermodynamik, Bathymetrie, ak. Detektion von Gasflares)
 Dr. V. Shevstov (Geochemie, Thermodynamik, Bathymetrie, ak. Detektion von Gasflares)

P.P. Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moskau (Russland)

Dr. B. Baranov (Bathymetrie, Tektonik, Vulkanologie)
 Prof. Dr. M. Barash (Mikropaläontologie, Foraminiferen)
 Dr. N. Bubenchshikova (Benthosforaminiferen-Vergesellschaftungen)
 Dr. A. Matul (Mikropaläontologie, biogene Silikate)

Université Lyon, Laboratoire de Paléoenvironnements et Paléobiosphère (Frankreich)

Dr. G. Aloisi (Geochemie, Isotopensysteme)

University of California Santa Cruz, Bodega Marine Laboratory (USA)

Prof. Dr. T.M. Hill (Methanventing, Tiefwasserkorallen im NE-Pazifik)

Tethys Geoconsulting GmbH, Kiel

Dr. N. Biebow (Vorbereitung und Durchführung der Ausfahrt, Paläo-Ozeanographie)
 Dr. R. Werner (Bathymetrie, Vulkanologie, magmatische Geochemie)
 L. Lembke-Jene (Paläo-Ozeanographie)
 Dr. S. Noé (Biomineralisation von Gorgonien, Sklerochronologie)

Weizmann Institute of Science, Rehovot (Israel)

Prof. Dr. A. Shemesh (Mikropaläontologie, biogene Silikate)

II.1. Darstellung der erzielten Ergebnisse**II.1.1. Publierte oder in Manuskripten vorliegende Ergebnisse**

Ein Großteil der wissenschaftlich-technischen Ergebnisse von SO178-KOMEX ist in eine Reihe von Artikeln eingeflossen, die bereits zur Publikation eingereicht wurden oder in Kürze eingereicht werden. Daher werden diese Ergebnisse hier nicht detaillierter erläutert.

Stattdessen sind die im Folgenden aufgelisteten Manuskripte dem Abschlussbericht im Anhang beigelegt:

- (a) Wallmann K, Aloisi G, Haeckel M, Obzhairov A, Pavlova G, Tishchenko P (2006) Kinetics of organic matter degradation, microbial methane generation, and gas hydrate formation in anoxic marine sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 70: 3905-3927

Geochemische Daten aus anoxischen Sedimenten, die in einem S-N verlaufenden Schnitt entlang des Sachalin-Schelfs (Ochotskisches Meer) gewonnen wurden, wurden mit einem numerischen Transport-Reaktions-Modell ausgewertet. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Abbaurate von partikulärem organischem Kohlenstoff (POC) von dessen Konzentration, einer altersabhängigen kinetischen Konstante und der Konzentration gelöster Metaboliten abhängt. Eine neue mathematische Formulierung wurde entwickelt und erfolgreich auf gut untersuchte Lokationen, wie z.B. Blake Ridge, angewandt. Unsere neue kinetische Formulierung verbessert die Abschätzungen von Methanhydrat-Mengen für einen sehr viel weiteren Bereich von Sedimentationsraten und Wassertiefen als dies mit den bisherigen Modellansätzen möglich war. Ein Sonderdruck dieser Arbeit liegt diesem Bericht in Anlage 3 bei.

- (b) Noé SU, Dullo W-Chr (2006) Skeletal morphogenesis and growth mode of modern and fossil deep-water isidid gorgonians (Octocorallia) in the West Pacific (New Zealand and Sea of Okhotsk). *Coral Reefs*, 25: 303-320.

Diese Studie untersucht vergleichend Skelett-Morphogenese und Wachstumsmodus rezenter und fossiler Kaltwasserkorallen der Gattung *Keratoisis* sp. aus dem Ochotskischen Meer (SO178-KOMEX) und dem Südwestpazifik (SO168-ZEALANDIA). Hierbei wurden Ultrastruktur, Wachstumsstrukturen und lineare Extensionsraten der Mg-calcitischen Internodien bestimmt. Letztere deuten auf eine subannuale Auflösung innerhalb einzelner Wachstums-Inkrementen hin, die eine zukünftige Verwendung von *Keratoisis* spp. als hochauflösendes paläozeanographische Archiv aus intermediären Wassertiefen ermöglichen wird. Ein Sonderdruck dieser Arbeit liegt diesem Bericht in Anlage 4 bei.

- (c) Lembke-Jene L, Tiedemann R, Nürnberg D, Wallmann K, Obzhairov A, Dullo W-Chr (eingereicht) Variable Holocene Methane Emissions from Cold Seeps on the Sakhalin Margin, Okhotsk Sea Linked to seismo-tectonic Activity. *Geochemistry Geophysics Geosystems*

Diese Studie ermittelt anhand stabiler Isotope aus Foraminiferen die Chronologie möglicher Paläo-Methanentgasungsereignisse am Kontinentalhang von Sachalin während der letzten ca. 7.000 Jahre vor heute. Diese Entgasungsereignisse lassen sich stromabwärts des unmittelbaren „Obzhairov-Flare“ Cold-Seep-Gebietes in $\delta^{13}\text{C}$ -Profilen planktischer Foraminiferen aus zwei Sedimentkernen früherer KOMEX II-Expeditionen wiederfinden. Dies, sowie die Korrelation der Anomalien mit regionalen Indikatoren seismisch-tektonischer Aktivität, legt nahe, dass Methanentgasungsereignisse evt. größer als heute bekannt waren, von regionaler Bedeutung sein können und möglicherweise an tektonische Aktivität entlang der Plattengrenzen im Japan- bzw. Kurilen-Kamtschatka-Bogen gekoppelt sind. Ein Vorabdruck dieser Arbeit liegt diesem Bericht in Anlage 5 bei.

- (d) Aloisi G, Wallmann K, Tishchenko P, Haeckel M, Pavlova G, Greinert J, Eisenhauer A (eingereicht) A possible long-term CO_2 sink through submarine weathering of detrital silicates. *Geochimica et Cosmochimica Acta*.

In dieser Studie wird gezeigt, dass in den Organik-reichen Sedimenten im Ochotskischen Meer intensive Verwitterung von Silikaten stattfindet. Dieser Prozess wird begünstigt durch den Eintrag von frischen Silikatmineralen aus dem Amur-Becken mit kaltem Wasser und mikrobielle Aktivität, die den pH-Wert des Porenwassers senkt und gelöste Huminstoffe freisetzt. Numerische Simulationen der frühdiagenetischen Prozesse zeigen, dass die Verwitterungsraten im Untersuchungsgebiet denen an Land ähnlich sind. Silikatverwitterung an Land stellt die größte Senke für atmosphärisches CO_2 auf langen

Zeitskalen (Mio. Jahre) dar. Somit könnte die marine Silikatverwitterung in Organikreichen Sedimenten auch eine signifikante CO₂-Senke darstellen, die bislang nicht berücksichtigt wurde. Ein Vorabdruck dieser Arbeit liegt diesem Bericht in Anlage 7 bei.

- (e) Lembke-Jene L, Tiedemann R, Wallmann K, Dullo C, Obzhairov A, Andersen N, Nürnberg D (in Vorbereitung) Incorporation of Methane-Derived Carbon in $\delta^{13}\text{C}$ of selected rose Bengal-Stained benthic foraminifera from Cold Seep Sites in the Okhotsk Sea. Manuscript 72 pp and fig, Deep-Sea Research I

In dieser Studie werden anhand einer Reihe von Multicorer-Sedimentprofilen charakteristische Signaturen von $\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{18}\text{O}$ an lebenden Benthosforaminiferen ermittelt, wobei die gewonnenen Proben ein breites Spektrum von verschiedenen Methan-Cold Seeps mit unterschiedlich starker Aktivität und differierenden Porenwassergradienten abdecken. Es wurden Spezies-spezifischer Inkorporationsmechanismen von $\delta^{13}\text{C}$ in Foraminiferen vergleichend erfasst, um damit biologische Adaption und Kalzifizierungsmechanismen unter extremen Umweltbedingungen besser zu verstehen. Gleichzeitig konnte ermittelt werden, unter welchen Umständen $\delta^{13}\text{C}$ -Daten von benthischen Foraminiferen geeignete Proxies zur Rekonstruktion von Paläo-Methanentgasungsereignissen darstellen. Die Ergebnisse stellen darüber hinaus den ersten rezenten $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{18}\text{O}$ -Kalibrierungsdatensatz für paläo-ozeanographische Rekonstruktionen mit benthischen Foraminiferen aus dieser Region bereit. Ein Vorabdruck dieser Arbeit liegt diesem Bericht in Anlage 8 bei.

Weiterhin wurde bisher auf zahlreichen nationalen oder internationalen Tagungen über Ergebnisse von SO178-KOMEX berichtet (s. Abschnitt II.4. „Erfolge und geplante Veröffentlichungen“).

II.1.2. Weitere Ergebnisse

Darüber hinaus wird noch an einigen Teilaspekten der Daten gearbeitet, weitere Publikationen sind in Vorbereitung. Die wichtigsten Ergebnisse von SO178-KOMEX, die nicht in den beiliegenden Manuskripten publiziert werden, werden daher im Folgenden kurz zusammengefasst:

A. Vulkanologie, magmatische Geochemie und Tektonik (R. Werner, B. Baranov et al.)

Die im Folgenden zusammengefassten Ergebnisse werden zur Zeit zur Veröffentlichung vorbereitet. Es ist vorgesehen, während eines Besuches von Dr. Baranov in Kiel im Dezember 2006 die Arbeiten an diesem Manuskript abzuschließen und es zur Publikation einzureichen. Dieses Manuskript wird dann umgehend nachgereicht.

Ein Ziel der Ausfahrt SO178 war es, mit strukturgeologischen und vulkanologisch-petrologischen Methoden zur Rekonstruktion der Öffnungsgeschichte und Entwicklung des Kurilenbeckens im Ochotskischen Meer beizutragen und damit neue Erkenntnisse über die Öffnung von „Back Arc“-Becken zu gewinnen. Hierzu wurden Kartierungen mit dem Fächerecholot (SIMRAD) und dem Sedimentecholot (PARASOUND) unter anderem am nordwestlichen Hang des Kurilenbeckens durchgeführt. Dabei wurde dort eine NNE-SSW verlaufende Kette von Vulkanen in ca. 1.500 bis 2.600 m Wassertiefe entdeckt, kartiert und beprobt, die von den Fahrtteilnehmern „Sonne Chain“ genannt wurde. Die Vulkankette liegt in der Verlängerung eines Basement-Rückens („Sakura Ridge“) im zentralen Kurilenbecken, der als Spreizungszentrum interpretiert wird (Abb. 1; Baranov et al. 2002a, b).

OFOS-Beobachtungen am südlichsten (und am tiefsten gelegenen) Vulkan des „Sonne Chain“ haben gezeigt, dass zumindest sein oberer Bereich im Wesentlichen aus geschichteten Vulkaniklastika besteht. Diese Ablagerungen (und auch die dort gewonnenen Proben) zeigen deutliche Merkmale phreatomagmatischer Ablagerungen, was auf eine ehemalige Aktivität dieses Vulkanes im Flachwasser (oder auch an Land) hindeutet. Diese Beobachtung ist konsistent mit dem aus KOMEX I und II resultierenden Modell, dass das Kurilenbecken (infolge von Kompression) stark abgesunken ist (Baranov et al. 2002c).

⁴⁰Ar/³⁹Ar-Laserdatierungen ergaben ein einheitliches Alter von knapp 26 Mio. Jahren für die am „Sonne Chain“ gedredgeten Laven. Haupt- und Spurenelementanalysen an diesen Laven zeigen, dass diese eine sehr einheitliche, trachytische Zusammensetzung haben und

somit wahrscheinlich aus einer Quelle stammen. Sie besitzen verstellte Seltene Erden Element Muster, d.h. sie sind an leichten Seltene Erden angereichert und zeigen in Multielementdiagrammen typische „Inselbogenmuster“, die weitestgehend denen der Gesteine des Kurilenbogens entsprechen. Auch ihre Sr- und Nd-Isotopenverhältnisse fallen in das Feld der Gesteine des Kurilenbogens. Dagegen sind die Pb-Isotopenzusammensetzungen der Gesteine der „Sonne Chain“-Vulkane etwas weniger radiogen als die des Kurilenbogens und weisen auf eine Assimilation von unterer kontinentaler Kruste und/oder angereichertem sub-lithosphärischen Mantel („EM I“-Typ) hin. Letzteres kann jedoch auf die Lage der Vulkane auf kontinentaler Kruste am Nordrand des Kurilenbeckens zurückgeführt werden. Auch könnte der Aufstieg der Magmen durch bzw. deren Stagnation in der kontinentalen Kruste des Nordhangs die trachytische Zusammensetzung der Laven erklären.

Abgesehen von diesen „kontinentalen Effekten“ unterscheiden sich die geochemischen Signaturen der „Sonne Chain“-Vulkane von denen des Kurilenbogens kaum. Dies weist darauf hin, dass diese Vulkane vor 26 Mio. Jahren aus der gleichen (oder zumindest einer sehr ähnlichen) Magmenquelle gespeist wurden wie die deutlich jüngeren Inselbogenvulkane der heutigen Kurilen. Dabei konnte sich der Magmatismus in der kontinentalen Kruste aber offenbar nicht richtig entwickeln und verursachte dort nur relativ geringvolumigen Vulkanismus.

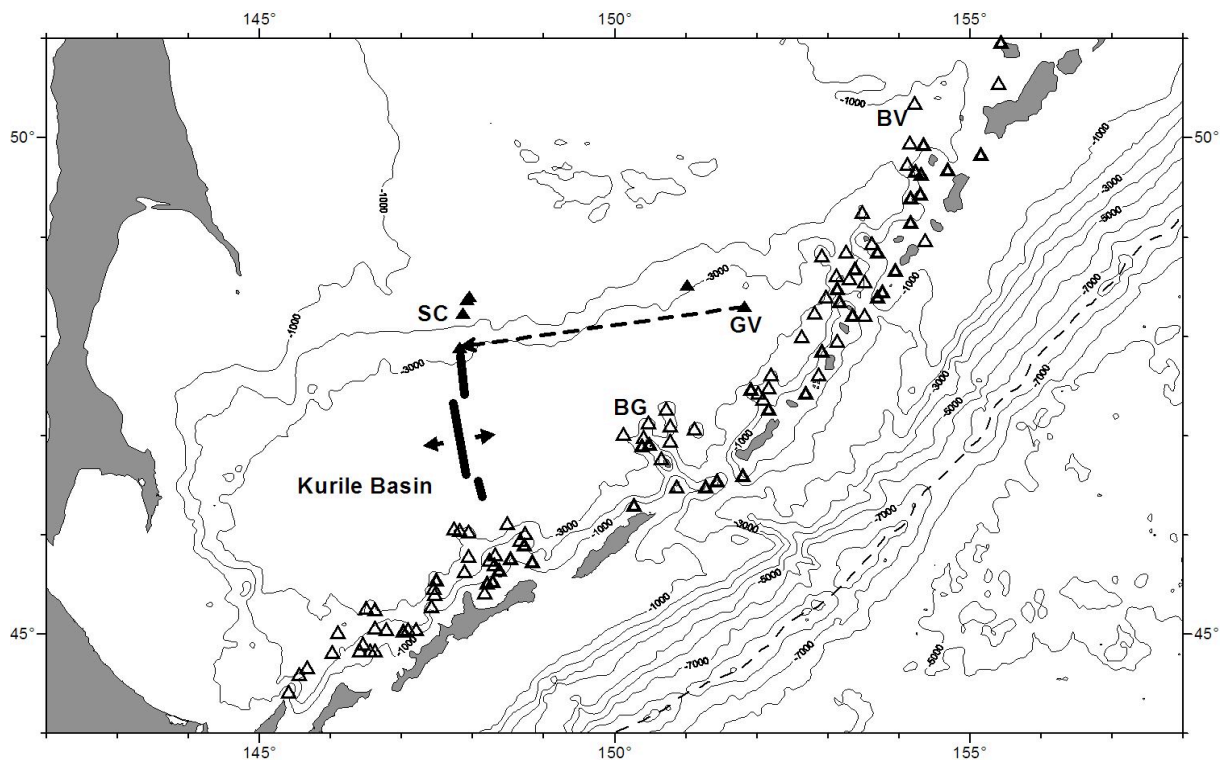


Abb. 1: Karte des Kurilenbeckens und des Kurilen-Inselbogens. Die offenen Dreiecke markieren die Vulkane in diesem Gebiet nach Avdeiko et al. (1992), die schwarzen Dreiecke submarine Vulkane im Kurilenbecken und auf dessen Nordwesthang, die im Rahmen von SO178 und weiteren Ausfahrten im Rahmen des Projektes KOMEX untersucht wurden (SC=Sonne Chain, BG=Browton Group, GV=Geophysicist, BV=Belyankina). Die dicke schwarze Linie kennzeichnet den Sakura-Rücken, der als Spreizungszentrum interpretiert wird (Baranov et al. 2002a, b) und die dicke gestrichelte Linie die mögliche Bewegung des „Sonne Chain“ (dünne gestrichelte Linie: Achse des Kurilen-Tiefseegrabens; Kontourintervall: 1.000 m).

Die Entdeckung dieser „Paläo-Kurilenvulkane“ erlaubt Rückschlüsse auf die Öffnungsgeschichte des Kurilenbeckens. Die Vulkane des „Sonne Chain“ sind Relikte aus der Bildungsphase des Kurilen-Inselbogens (Oligozän-Miozän) und markieren

wahrscheinlich den Beginn der Öffnung des Kurilenbeckens, da sie offenbar vor ca. 26 Mio. Jahren durch tektonische Prozesse von ihren Magmenquellen und damit vom Inselbogen wegbewegt wurden. Junge bzw. ±rezent aktive "Back Arc"-Vulkane des Kurilen-Inselbogens wie z.B. der im Rahmen von KOMEX untersuchte Geophysicist Vulkan (ca. 1 Mio. Jahre alt, Baranov et al. 2002c) befinden sich heute in maximal 280 km Entfernung vom Kurilen-Tiefseeegraben, während die Entfernung vom Graben bis zum nördlichsten Vulkan des „Sonne Chain“ etwa 500 km beträgt. Bei einer Öffnung des Kurilenbeckens in Ost-West-Richtung deutet dies darauf hin, dass der „Sonne Chain“ sich heute mindestens 300 km von seiner ursprünglichen Quelle entfernt befindet und dass sich das Kurilenbecken mit durchschnittlich 12 mm pro Jahr geöffnet hat (Abb. 1). Zusammen mit den Ergebnissen einer kürzlich abgeschlossenen russischen Ausfahrt (2006) könnten die Erkenntnisse von den „Sonne Chain“-Vulkanen ein entscheidender Baustein zur Entschlüsselung der geodynamischen Entwicklung des Kurilen-Systems sein.

Zitierte Literatur:

- Avdeiko GP, Volynets ON, Antonov AYu, Bondarenko VI, Rashidov VA, Gladkov NG (1992) Catalogue of submarine volcanoes of the Kurile Arc, North Iturup group. In: Yu.M. Puscharovsky (Editor). Submarine Volcanism and Zonality of the Kurile Island Arc. Science, Moscow: 172-198 (in Russian).
- Baranov BV, Wong HK, Dozorova KA, Karp BYa, Lüdmann T, Karnaukh VN (2002a) Opening geometry of the Kurile Basin (Sea of Okhotsk) as inferred from structural data. *The Island Arc* 11, 3: 206-219.
- Baranov BV, Dozorova KA, Karp BYa., Karnaukh, VN, Wong HK, Lüdmann T (2002b) Origin of basement height in the central Kurile Basin: shear zone or spreading ridge?. *Papers of Russian Academy of Sciences* 382, 4: 513-516. (in Russian)
- Baranov, BV, Werner R, Hoernle K, Tsoy I, Bogaard Pvd, Tararin IA (2002c) Volcanological, geochemical, paleo-oceanological and geophysical evidence for compressionally-induced high subsidence rates in the Kurile basin (Okhotsk Sea). *Tectonophysics* 350: 63-97

B. Isotopensignale in biogenem Silikat, ein neuer Ansatz zur Charakterisierung der Wassermassenstruktur in der geologischen Vergangenheit (A. Abelmann)

Das Ochotskische Meer ist eines der hochproduktivsten Ozeangebiete des Weltozeans und durch hohe Akkumulation von biogenem Opal gekennzeichnet. Die zweite Besonderheit dieses Randmeeres ist, dass hohe Umsatzraten des Mesozooplanktons auf eine effektive Abspeicherung von organischem Kohlenstoff hinweisen (Hays & Morley 2002). Radiolarien sind ein wesentlicher Bestandteil des mesopelagischen Zooplanktons im Ochotskischen Meer (Abelmann & Nimmergut 2005, Nimmergut & Abelmann 2002). Aufgrund ihrer fossilen Überlieferbarkeit sind Radiolarien wichtige Informationsträger, die dazu beitragen, den Einfluss des Mesopelagials auf die Abspeicherung von organischem Kohlenstoff im Ozean in der Vergangenheit zu entschlüsseln. Diatomeen gehören dem Phytoplankton an und geben wichtige Informationen über die Produktivität an der Ozeanoberfläche. Isotopenuntersuchungen an biogenem Opal ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{30}\text{Si}$) stellen damit eine relativ neu entwickelte Methode zur Rekonstruktion von Änderungen der Oberflächensalzgehalte sowie Abschätzung der biologischen Produktion und Nährstoffnutzung dar (Shemesh et al. 1994, 2002; De La Rocha et al. 1998, Sigmann et al. 1999, Brzezinski et al. 2002, Crosta & Shemesh 2002, Robinson et al. 2004, 2005; Schneider-Mor et al. 2005). Mit der Messung stabiler Isotope an den silikatischen Hartteilen beider Organismengruppen kann dazu beigetragen werden, Prozesse zur Produktionsbiologie und Kohlenstoffabspeicherung sowie zur Bildung von Wassermassenstrukturen in der geologischen Vergangenheit besser zu verstehen. Damit können wesentliche Informationslücken bei der Rekonstruktion vergangener Umwelt- und Klimabedingungen und der Einfluss der dort ablaufenden Prozesse für die Klimaentwicklung besser abgeschätzt werden.

Um diesen Fragestellungen nachzugehen, wurde auf der SO178-Expedition auf einem N-S-Profil, entlang des hochproduktiven Kontinentalhanges vor Sachalin, Planktonproben aus verschiedenen Wasserstockwerken (bis 1.000 m) entnommen. Die Beprobung erfolgte mit dem Multinetz, einem Vertikalnetz, das eine Beprobung von 5 Tiefenintervallen ermöglicht.