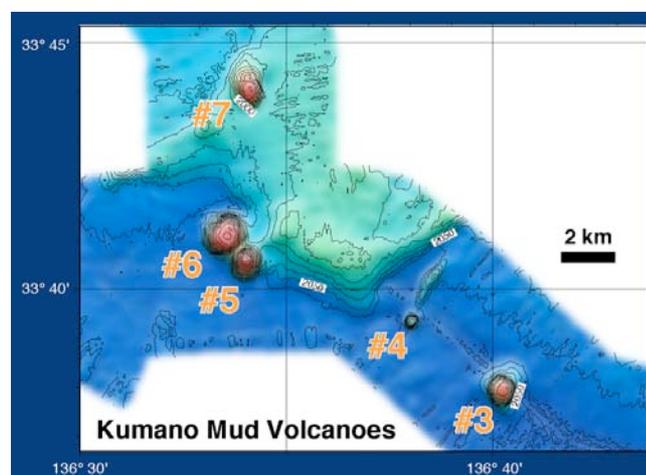


Expedition SO222 mit FS Sonne

1. Wochenbericht

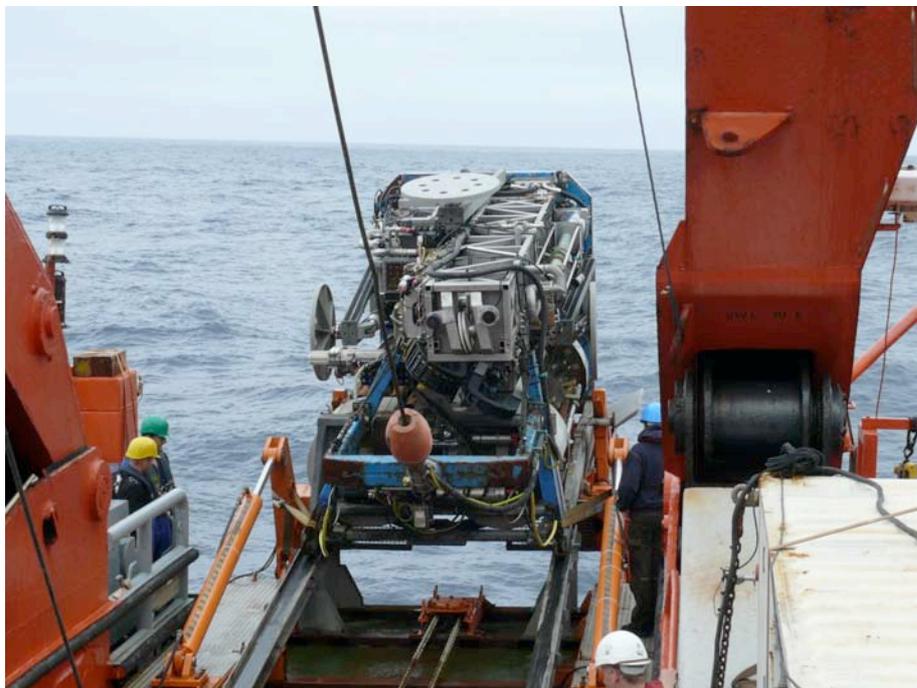
Im Projekt MEMO (**Me**Bo drilling and in-situ **Mon**itoring offshore Japan) sollen aktive Schlammvulkane im Kumano-Becken in der Subduktionszone entlang des Nankaitrugs untersucht werden. Sowohl Festphase als auch Fluide dieser untermeerischen Berge stammen aus mehreren Kilometern Tiefe und geben Aufschluss über physiko-chemische Prozesse im Akkretionskeil und entlang der Plattengrenzstörung. Aufgrund der hydrologischen Kopplung eignen sich Schlammvulkane zudem, Spannungsänderungen in der tiefen Erde abzubilden. Langzeit-Observatorien auf und in MeBo-Bohrlöchern sollen testen, inwieweit sich Parameter wie Druck und Temperatur als auch die chemische Signatur der Porenwässer über die Zeit ändern und mit der regionalen Erdbeben-tätigkeit korrelieren.

Nach dreitägigem Hafenstop in Hongkong lief FS Sonne am 09.06.2012 mit Ziel SW-Japan aus. Das Arbeitsgebiet im Kumano-Becken wurde nach 5-tägigem Transit erreicht. Nach ersten Vermessungsarbeiten mit Multibeam und Parasound begannen Stationsarbeiten mit in situ-Wärmestromlanze, Cone Penetration Testing-Lanze und die Beprobung mit dem Schwerelot. Sowohl Kernmaterial als auch die Zusammensetzung von Porengas und -wasser deuten auf hydrogeologische Aktivität sowie Gashydratprozesse hin. Mit den grauen, steifen Tonen der Schlammvulkane wurden unterschiedliche Klaster versch. Lithologie aus der Tiefe mitgeschleppt und in den Schwereloten geborgen. Mit der Wärmestromlanze wurden zudem kleinregional die Orte höchster Fluidaktivität auskartiert.



Arbeitsgebiet: Schlammvulkane im Kumano-Becken

Am 16.06.2012 wurde erstmals das MARUM Meeresboden-Bohrgerät (MeBo) ausgesetzt, um eine 30m-tiefe Bohrung in Schlammvulkan KK#3 (Kumano Knoll 3) zu setzen. Mit 1951 m Wassertiefe stellt diese Lokation die bislang tiefste MeBo-Bohrung dar. Während der Abteufarbeiten wurde eine neue Temperaturlanze und die Gamma-Ray Sonde eingesetzt. Das Bohrloch wurde abschliessend mit einem Bohrlochobservatorium verschlossen, das Porendruckvariation und Temperatur in der Formation relativ zum darüberliegenden Wasserkörper misst. Der sog. MeBo-Plug ist die erste Langzeitstation in einem MeBo-Loch und wird nach einer Beobachtungszeit von 3 Jahren wieder geborgen.



Aussetzen von MeBo vor Japan

Momentan ist das MeBo zu seiner zweiten Mission unterwegs, bei der ein komplexeres Observatoriensystem vorbereitet und weiteres Kernmaterial gewonnen wird. Parallel arbeitet die wissenschaftliche Mannschaft an den Bohrkernen von KK#3.

Achim Kopf (Fahrtleiter) im Namen aller TeilnehmerInnen

Expedition SO222 mit FS Sonne

2. Wochenbericht

Nach 5-tägigem Transit von Hongkong blieben FS Sonne in der ersten Expeditionswoche vor SW-Japan nur wenige Arbeitstage, die mit Vermessungsarbeiten (Multibeam, Parasound) und in situ-Wärmestromlanze, Cone Penetration Testing-Lanze und sowie mit Kernarbeiten mit dem Schwerelot und MeBo (Meeresboden-Bohrgerät) genutzt wurden. Da eines der Hauptziele die Langzeit-Beobachtung vom Schlammvulkanaktivität in den Bohrlöchern ist, wurden in die beiden ersten Bohrungen auf Schlammvulkan KK#3 (Kumano Knoll 3) Bohrlochmessinstrumente gesetzt.

KK#3 weist im Gipfelbereich Schlammbrekzien mit Klasten unterschiedlichster Lithologien auf. Die Porenwässer zeigen zum Teil nennenswerte Aussüßung, die durch Zustrom von Tiefenfluiden als auch Gashydratprozessen herrührt. Das erste der Bohrlochobservatorien, MeBo-Plug genannt, misst Porendruck und Temperatur über einen Zeitraum von 3 Jahren. Er wurde in einer zweiten, insgesamt 33 m tiefen Bohrung um einen MeBo CORK B (B = bottom bzw. Boden, d.h. die Messeinheit steht neben dem Bohrloch am Meeresboden) ergänzt. Hierbei wurde zunächst lediglich die Bohrstange mit einer Einrichtung zur Fluidbeprobung und Druckmessung gesetzt, die über abgerolltes Tubing an die Gesteinsformation ankoppelt. Ein anschliessend geplanter ROV-Besuch setzt via Hotstab dann Messgerät und Osmo-Sampler auf (geplant für die 4. Expeditionswoche).



MeBo-Plug (links) und MeBo-CORK-B Vorbereitung (rechts), jeweils kurz nach Terminierung des Bohrlochs und vor Abheben des MeBo vom Meeresboden aufgenommen.

Nach den erfolgreichen Arbeiten an Schlammvulkan KK#3 erfolgte die Vorerkundung benachbarter Strukturen. Dabei wurde zwei neue Schlammvulkane (KK#9 und KK#10) entdeckt, die durch Porenwasseranomalien und Gashydratvorkommen (in Fall von KK#10) charakterisiert sind. Im Laufe der Woche mussten die Forschungsarbeiten zweimal unterbrochen werden, als die Taifune *Guchol* und *Tamil* das Arbeitsgebiet passierten und in Japan beachtliche Schäden anrichteten.

Seit dem 22. Juni konnte wieder unbehelligt von Schlechtwetterereignissen gearbeitet werden. Die Arbeiten konzentrierten sich dabei auf KK#4, der ebenfalls Indikatoren für Tiefenwässer aus der Subduktionszone aufweist. Neben Schwereloten, CPT- und Wärmestromlanze wurden eine erfolgreiche MeBo-Bohrung in 2053 m Wassertiefe abgeteuft und wiederum mit einem MeBo-Plug instrumentiert. Dieser erste MeBo-Einsatz in über 2 km Wassertiefe förderte äusserst inhomogenes Material unterschiedlicher Zusammensetzung und Festigkeit zutage, das teils alternierend, teils auch ineinander amalgamiert ansteht, Tephralagen und Klaster unterschiedlicher Lithologie enthält, ausgesüsst Porenwässer aufweist, und derzeit interpretiert wird.



Kernbeschreibung und Porenwasserbeprobung an MeBo-Kernsegmenten und Schwerelotkernen von Schlammvulkan KK#4.

Momentan ist das MeBo zu seiner vierten Mission unterwegs, um ältere Schlammströme zu durchhörtern.

Achim Kopf (Fahrtleiter) im Namen aller TeilnehmerInnen

Expedition SO222 mit FS Sonne

3. Wochenbericht

In der dritten Expeditionswoche von SO222 wurden drei weitere Bohrungen mit MeBo (Meeresboden-Bohrgerät) abgeschlossen. Sie befinden sich an der Flanke des Schlammvulkan KK#3 (Kumano Knoll 3) sowie den Gipfeln der Schlammvulkane KK#4 und KK#10. Sämtliche der Strukturen weisen auf Gashydratvorkommen im zentralen Kraterbereich hin und indizieren aktiven Fluidfluss, wenngleich mit moderaten Flussraten. Aktiver Gasausstrom, wie er beispielsweise im Parasound abbildbar ist, wurde nicht beobachtet. Tiefenfluidzustrom ist zumindest bei KK#3 und KK#4 anzunehmen basierend auf den eher rudimentären geochem. Bordanalysen; ein umfangreiches Meßprogramm ist nach der Ausfahrt vorgesehen.

Highlight der 3. Expeditionswoche war die erfolgreiche Installation des vierten Bohrloch-Observatoriums am Gipfel von KK#4. Der sog. MeBo CORK A (A = autark bzw. autonomous) besitzt ein integriertes Akustikmodem, mittels dessen das Gerät unmittelbar nach der Platznahme Druck- und Temperaturdaten zu FS *Sonne* sandte. Gegen Ende der Expedition (5. Expeditionswoche) soll das Bohrloch abermals überfahren werden, um weitere Zeitseriendaten herunterzuladen.



Das japanische Bohrschiff CHIKYU von FS SONNE aus gesehen, als es in der Nachbarschaft Gashydratvorkommen erkundet.

Im Verlauf der 3. Woche arbeitete FS *Sonne* Seite an Seite mit dem Bohrschiff *CHIKYU*, das Gashydratstudien im Kumano-Becken durchführte. Ein Austausch über die Meßergebnisse und gemeinsame Publikationen wurden bereits im Vorfeld der beiden Fahrten mit den japanischen Kollegen abgesprochen.

Neben den kleinregionalen Studien an den einzelnen Schlammvulkanen haben wir in den vergangenen Tagen *in situ* Wärmestromdaten im gesamten nördl. Kumano-Becken gesammelt. Selbige belegen, daß erhöhte Werte mit tektonischen Verwerfungen korrelieren, entlang derer zumindest einige der Schlammkome aufgereiht sind. Das Schwerelotprogramm der vergangenen Tage bestätigte zudem Aktivität im Fluidausstrom bzw. gegenwärtige Ruhephasen bei den mittlerweile 9 Strukturen, die wir untersucht haben. In zwei Fällen wurden auch Wechselfolgen von Schlammbrekzie und hemipelagischem Hintergrundsediment gefunden, die nach der Fahrt datiert werden sollen.



Gruppenfoto der wissenschaftlichen Crew des Fahrtabschnitts SO222A vor dem Hafenkran in Nagoya, Japan.

Am 30.6. liefen wir morgens in Nagoya ein, um uns für den zweiten Fahrtabschnitt SO222B zu rüsten. Das MeBo ist bereits demobilisiert und derzeit kommt neues wissenschaftliches Personal sowie das ROV *Quest* an Bord. Das Auslaufen ist nach einem Meeting mit Kollegen von JAMSTEC für den 4.6. vormittags vorgesehen.

Achim Kopf (Fahrtleiter) im Namen aller TeilnehmerInnen

Expedition SO222 mit FS Sonne

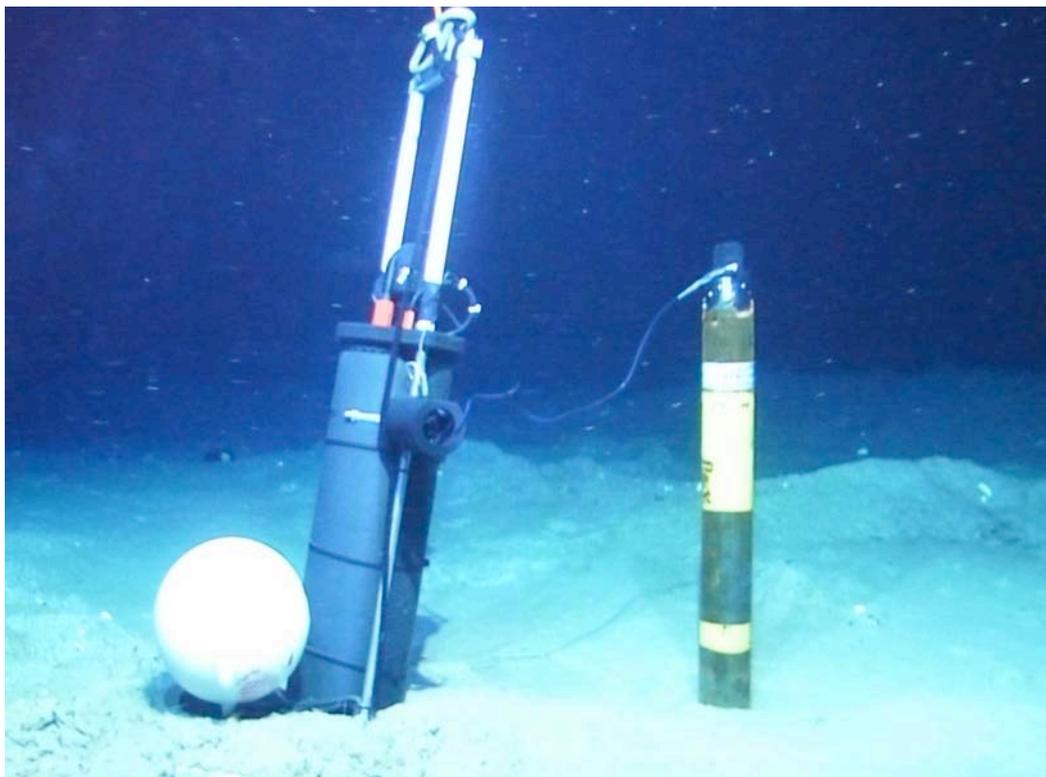
4. Wochenbericht

Die vierte Expeditionswoche von SO222 war von guten Wetterverhältnissen geprägt und erlaubte neben den Arbeiten im Schlammvulkanfeld des Kumanobeckens auch die Erkundung zweier Schlammvulkane weiter südlich, wo das Forearc-Becken von einer Out-of-sequence-Störung begrenzt wird. Die in bathymetrischen Vermessungen neu entdeckten Schlammvulkane KK#11 und KK#12 liegen in der Hauptzone des Kuroshio-Stroms, der mit bis zu 5 Knoten nach Nordosten fließt; selbst Stationsarbeiten mit Schwerelot etc. sind somit eher anspruchsvoll, aber aufgrund der idealen Wetterverhältnisse und dem guten Teamwork zwischen Schiffsleitung, Besatzung und Wissenschaft konnte ein erfolgreiches Proben- und Meßprogramm absolviert werden. Die Schwerelotkerne zeigen im Fall der neu entdeckten Schlammdome Aussüßung der Porenwässer und Schlamm und Schlammbrekzien. Inaktive Dome sowie Referenzstationen im Kumanobecken werden von zahlreichen "Event-Lagen" partitioniert. Die sehr regelmäßigen Turbiditabfolgen spiegeln vermutlich den seismischen Zyklus der Nankai-Subduktionszone wieder, die durchschnittlich alle 180 Jahre ein Erdbeben der Magnitude 8 oder mehr generiert. Datierungen hierzu erfolgen nach der Expedition.



Der MARUM Tauchroboter QUEST beim Aussetzen zu seinem zweiten Tauchgang am KK#3.

Das MARUM Tiefwasser-ROV wurde beim Hafenaufenthalt in Nagoya mobilisiert und bislang auf zwei langen und anspruchsvollen Tauchgängen eingesetzt. Der erste fand am KK#4 statt, wo die MeBo-Observatorien besucht wurden, zwei Durchflussmesser am Meeresboden installiert wurden, und visuelle Erkundung, *in situ* Temperatur-Messungen und Probennahme stattfand. Der zweite Tauchgang fand am benachbarten Schlammvulkan KK#3 statt, dessen Gipfel- bzw. Schlotbereich ausgiebig untersucht und beprobt wurde. Hier wurde neben einem Durchflussmesser auch die Ozeanbodeneinheit des sog. MeBo CORK B abgestellt und mit den Manipulatoren des ROV an die Hotstab-Verbindung des Bohrgestänges angekoppelt. Das Gerät misst Porendruck und Temperatur im Bohrloch und entnimmt über ein Kapillarsystem zudem Porenwasser-Zeitserien.



Der sog. MeBo CORK B nach erfolgreichem Anschluss der Bodeneinheit auf dem Gipfel vom KK#3.

Für die 5. und letzte Expeditionswoche sind weitere ROV-Einsätze sowie *in situ* Messungen und Probennahmen geplant, ehe der Transit in Richtung Korea angetreten wird.

Achim Kopf (Fahrtleiter) im Namen aller TeilnehmerInnen

Expedition SO222 mit FS Sonne

5. Wochenbericht

In der fünften und letzten Expeditionswoche von SO222 wurden weitere Stationsarbeiten in Schlammvulkanfeld des Kumanobeckens durchgeführt und das Arbeitsgebiet grösserregional geophysikalisch vermessen. Das ROV *Quest* konnte aufgrund von Hydraulikfehlern, die mit einem Kabelbrand und dem Ausfall verschiedener Steuereinheiten einherging, nicht mehr zur Erkundung eingesetzt werden.

Ein bei den bathymetrischen Vermessungen neu entdeckter Schlammvulkan, KK#13, wurde beprobt und mit der Wärmestromlanze vermessen. Die Abfolgen von Schlammbreckzie zu Hintergrundsedimenten lassen auf extrusive Aktivität bis vor kurzem schliessen. Auch Schlammvulkan KK#2 wurde abermals mit Schwerelot und Videogreifer untersucht. Auf dieser gashydratführenden Struktur war es das Hauptanliegen, Orte konzentrierten Fluidausstroms aufzufinden. Die Präsenz lebender Muscheln in Vergesellschaftung mit zahlreichen Generationen vor kurzem abgestorbener Organismen lassen Rückschlüsse auf episodische Aktivität des Schlammvulkans zu. Schwerelote mit Tütenliner dienten zudem zur schnellen Verarbeitung des Kernmaterials, so daß massive Gashydratproben genommen und in flüssigem Stickstoff für Forschungsarbeiten nach Fahrtende konserviert werden konnten.



Muscheln aus dem TV-Greifer am Schlammvulkan #2, die sowohl lebendig (*Acharax*; rechts) als auch als Schalen (*Calytoga* und *Acharax*, links) geborgen wurden.

Auf Schlammvulkan KK#4 wurde ein Piezometer-System (sog. SmartPlug) eingesetzt, welches bereits vorher auf dem jap. Bohrschiff *CHIKYU* erfolgreiche Porendruck und Temperatur maß. Dieses Gerät komplementiert im Gipfelbereich andere Langzeitmessungen, beispielsweise die Ergebnisse zweier Durchstommesser. Ziel dieser Langzeitstudien ist es, einen Zusammenhang zwischen Druck- und Temperaturänderungen und Variationen in der Fluidausstromrate und geochemischer Zusammensetzung mit der regionalen Erdbeben­­tätigkeit nachzuweisen.



Der als Piezometer umgebaute SmartPlug vor seiner Installation auf KK#4.

Im Laufe der letzten Expeditionswoche wurden zudem weite Teile des Kumanobeckens mit der Wärmestromlanze vermessen, so daß der Hintergrundwert relativ zu den zum Teil erhöhten Temperaturgradienten auf den Schlammvulkanen belastbar ermittelt werden konnte.

FS *Sonne* befindet sich nun auf dem Transit in Richtung Pusan, Korea, wo Expedition SO222 am 18. Juli mit dem Einlaufen enden wird. Wir bedanken uns bei allen Besatzungsmitgliedern sowie dem BMBF für die Unterstützung bei dieser interessanten und erfolgreichen Forschungsreise.

Achim Kopf (Fahrtleiter) im Namen aller TeilnehmerInnen