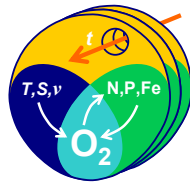


**Meteor Reise M92, Callao-Callao, 2. Jan. – 3. Feb.  
1. Wochenbericht, 6. Januar**

Stefan Sommer\* und das M92 Team



Am Abend des 2. Januar ist der Vortrupp der M92 Expedition wohlbehalten in Callao angekommen um am folgenden Tag mit den Ladearbeiten und der Einrichtung der Labore zu beginnen. Am Abend des 4. Januar befand sich die komplette wissenschaftliche Crew an Bord. Das internationale Team, bestehend aus Kollegen aus Dänemark, Frankreich, Peru, Schweiz, den USA und Deutschland, deckt eine Vielfalt wissenschaftlicher Disziplinen, angefangen von der Ozeanographie über die Biogeochemie, die Mikrobiologie, der biogeochemischen Modellierung als auch der Isotopen Geochemie bis hin zur Benthos-Ökologie, ab.

Zielsetzung der Expedition, die im Rahmen des Kieler SFB 754 stattfindet ist es, Steuerungsmechanismen, die zur Ausdehnung der Sauerstoffminimumzone vor Peru beitragen zu erfassen und zu quantifizieren. Besonderes Augenmerk gilt hierbei der Rückführung von Nährstoffen aus dem Meeresboden, sowie deren Transport und Verbleib in der Wassersäule. Gelangen diese Nährstoffe in die euphotische Zone an der Meeresoberfläche führt dies zu einer positiven Rückkoppelung auf die Primärproduktion und geht mit einem erhöhten Sauerstoffbedarf bei dem anschließenden Abbau des absinkenden organischen Materials einher. Die Zielsetzung der Reise ist eng mit den Expeditionen M90, M91 und M93 abgestimmt und es besteht eine enge Kooperation zwischen den beteiligten Institutionen.

Am Morgen des 5. Januar begann die Reise mit einer Tagesfahrt zur Auslegung der interdisziplinären AMOP Verankerung auf dem äußerem Schelf vor Lima, die im Rahmen einer Kooperation mit dem Institut de Recherche pour le Développement (IRD) in Frankreich, dem Instituto del Mar del Peru (IMAPRE) in Peru und dem SFB 754 betrieben wird, Abb.1. Dafür waren insgesamt 7 Kollegen aus Frankreich und Peru an Bord. Die Verankerung ist für einen Zeitraum von 3 Jahren finanziert und liefert Strömungs- und CTD Zeitserien sowie Zeitserien von sinkendem organischem Material aus zwei Sedimentfallen. Die Auslegung konnte zur Zufriedenheit unserer Kollegen sehr erfolgreich abgeschlossen werden.

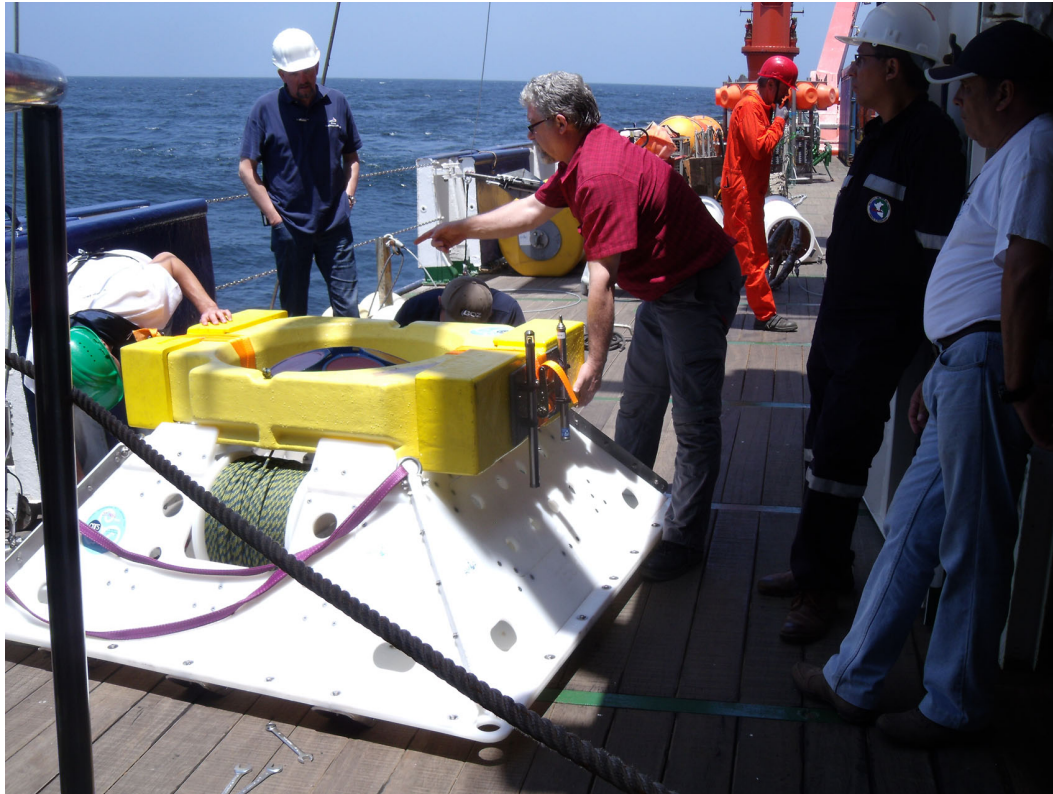


Abb.1: AMOP Mooring, ADCP Bodenstation (Photo: S. Bicking).

Am 6. Januar haben wir mit den Stationsarbeiten entlang eines Tiefenschnitts bei 12° Süd begonnen, wobei zunächst mittels des CTD-Kranzwasserschöpfers und einem video-geführten Multicorer die Wassersäule, sowie die Sedimentbeschaffenheit und die Oberflächenstruktur des Meeresbodens sondiert wurde. In den folgenden Tagen werden weitere Verankerungen (Mooring und Mini-Lander) und Glider ausgebracht als auch Sedimentproben genommen.

Vielen Dank an Kapitän Schneider, das nautische Team, Bootsmann und Crew.

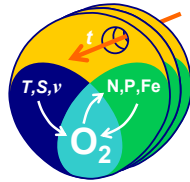
Alle an Bord sind wohlauf. Es grüßt herzlichst,

Stefan Sommer und das gesamte M92-Team

## Meteor Reise M92, Callao-Callao, 2. Jan. – 3. Feb.

### 2. Wochenbericht, 13. Januar

Stefan Sommer\* und das M92 Team



Nach der erfolgreichen Auslegung der AMOP Verankerung haben wir mit intensiven Stationsarbeiten entlang des Tiefenschnitts bei 12° Süd angefangen. Die Arbeiten entlang dieses Tiefenschnitts erstrecken sich vom Flachwasserbereich bei ca. 70 m Wassertiefe bis hin zu 1700 m und umfassen den Kern der Sauerstoffminimumzone, der sich von ca. 30 m bis zu einer Tiefe von 500 m erstreckt. Biogeochemische Messungen am Meeresboden werden mittels eines videogeführten Multicorers, eines Schwerelots und mehrerer Lander zur in situ Erfassung von Stoffflüssen durchgeführt. Messungen in der Wassersäule umfassen die Auslegung eines Glider-Schwarms, wobei bereits 2 Glider erfolgreich ausgesetzt wurden und parallel zu unserem Tiefenschnitt die Wassersäule vermessen. Geochemische und physikalische Messungen in der Wassersäule mittels eines Kranzwasserschöpfers und einer Mikrostruktur Sonde ergänzen dieses Messprogramm. Neben dem Beprobungs-Programm werden zusätzlich an Bord biogeochemische Inkubationen zur Erfassung der mikrobiologischen Aktivität durchgeführt. Foraminiferengesellschaften, die stark in den Nitratumsatz der Sedimente involviert sind, werden von peruanischen Kollegen aus dem IMARPE untersucht.

Die Auslegung von 4 benthischen Verankerungen zur Erfassung von Strömung, Sauerstoff, Trübe und physikalischen Parametern ist erfolgreich abgeschlossen, Abbildung 1. Diese Zeitserien-Messungen werden bis zum Ende der Meteor Expedition M93 durchgeführt. Die Auslegung der ozeanographischen Verankerungen, die ebenfalls bis zum Ende der M93 Expedition eingesetzt werden, ist nahezu abgeschlossen.



**Abb. 1**, vorige Seite: Aussetzen eines benthischen Landers zur Zeitserien-Erfassung von Strömung, Sauerstoff, Trübe, pH und physikalischen Parametern. Vier solcher Lander wurden entlang des Tiefenschnitts bei 12° platziert.

Bislang lag der Schwerpunkt der Arbeiten auf dem Schelf und dem oberen Kontinentalhang. Der Meeresboden bis zu einer Wassertiefe von 300 m ist unglaublich dicht von dicken Matten, die von schwefeloxidierenden filamentösen Bakterien (*Thioploca* und *Beggiatoa*) gebildet werden, besiedelt, Abbildung 2. Diese Bakterien gewinnen ihre Energie aus der Oxidation von Schwefelwasserstoff, der bei der Zersetzung von organischer Materie entsteht. Neben Sauerstoff können diese Bakterien Nitrat, das sie in hohen Konzentrationen in ihren Vakuolen speichern, zu dieser Oxidation verwenden. Bei diesem Prozess entsteht neben mehreren Zwischenprodukten Stickstoff ( $N_2$ ) aber auch Ammonium, das als wichtiger Nährstoff wieder in die Wassersäule abgegeben wird und über positive Rückkoppelungsmechanismen die Primärproduktion an der Meeresoberfläche weiterhin "anheizt". Erste Messungen zeigen, dass diese Sedimente ferner sehr hohe Mengen an Phosphat freisetzen, die zu den höchsten Freisetzungsraten, die bisher in marinen Systemen gemessen wurden, gehören.



**Abb. 2:** Sedimentoberfläche innerhalb eines Multicorer Liners, die dicht mit Schwefel-Bakterien besiedelt ist. Diese Bakterien sind in den nahezu anoxischen Flachwasserbereichen am oberen Rand der Sauerstoffminimumzone vor Peru und Chile weitverbreitet und haben vermutlich einen enormen Einfluss auf die Nährstoffdynamik dieser Gewässer.

Alle an Bord sind wohlauf, die Arbeiten verlaufen dank des nautischen Teams, des Bootsmanns und der gesamten Crew wunderbar, so dass wir schon auf über 80 Geräte-Einsätze zurückblicken können und bald mit den Arbeiten im tieferen Bereich des Tiefenschnitts beginnen werden.

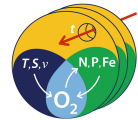
Es grüßt herzlichst,

Stefan Sommer und das gesamte M92-Team

## Meteor Reise M92, Callao-Callao, 2. Jan. – 3. Feb.

### 3. Wochenbericht, 20. Januar

Stefan Sommer\* und das M92 Team

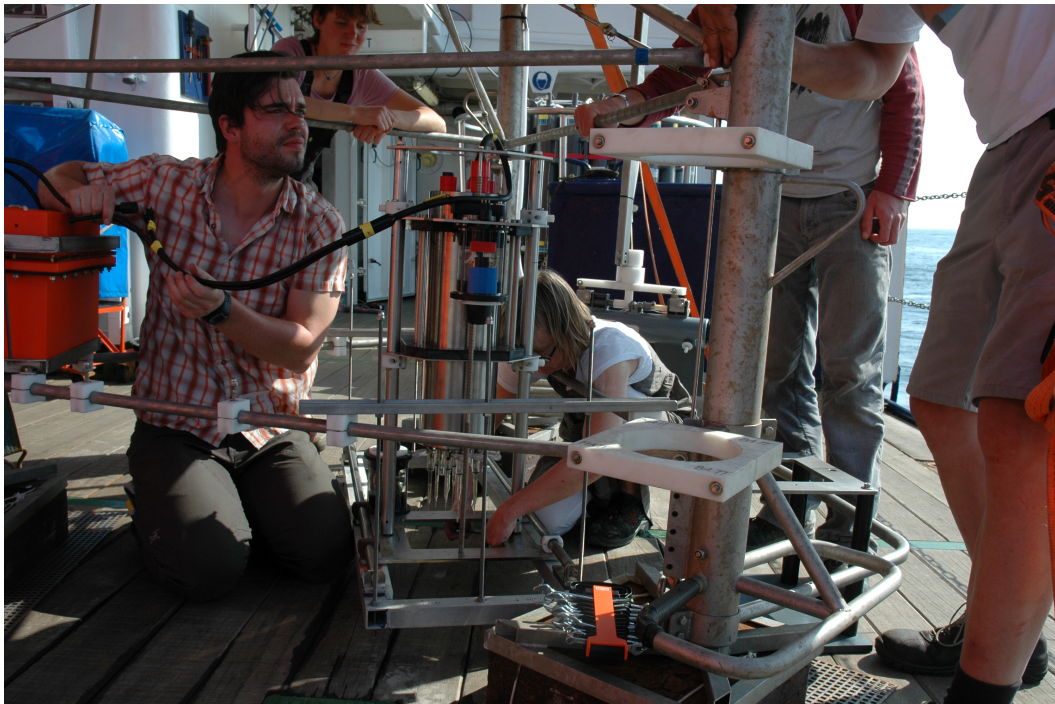


**SFB 754**



In der vergangenen Woche haben wir unsere Aktivitäten in den tieferen Bereich des Tiefenschnitts bei 12° Süd verlagert und Stationen bei 750 und 1000 m Wassertiefe untersucht. Im Gegensatz zu den flacheren Stationen (< 500 m Wassertiefe) ist das Sediment in diesen Wassertiefen von oxischem Wasser überlagert dessen Konzentration jedoch deutliche Schwankungen (z.B. 20 bis 30  $\mu\text{M}$  bei 750 m Wassertiefe) aufweist. Alle geplanten ozeanographischen Verankerungen wurden erfolgreich ausgebracht. Zusätzlich wurden weitere Glider ausgebracht. Ein letzter Glider wird in den folgenden Tagen eingesetzt werden.

Erste Einsätze des Profilers zur Erfassung von Nitrat-,  $\text{O}_2$ - und  $\text{N}_2\text{O}$ -Mikroprofilen im Oberflächensediment verliefen erfolgreich, Abb. 1. Diese Arbeiten werden mit Kollegen der Arbeitsgruppe Ronnie Glud von der Süddänischen Universität in Odense durchgeführt.



**Abb. 1:** Vorbereitung eines Mikroprofiler Lander zur Erfassung von Nitrat-,  $\text{O}_2$ - und  $\text{N}_2\text{O}$ -Mikroprofilen in Oberflächensedimenten.

Neben der intensiven Sedimentbeprobung für biogeochemische und biologische Analysen wurden bisher 6 Einsätze des BIGO Landers (Biogeochemical Observatory) zur in situ Erfassung von Stoffflüssen über die Sediment-Wasser-Grenzschicht durchgeführt. Vorläufige Ergebnisse dieser in situ Messungen als auch von Stoffflüssen, die von Porenwassergradienten abgeleitet wurden, zeigen, dass insbesondere der Schelf extrem hohe Ammonium Freisetzungsraten aufweist, die bisherige Messungen, die während der M77 Expedition gewonnen wurden um das mehrfache übertreffen. Diese hohen Ammonium Freisetzungsraten gehen einher mit sehr hohen Phosphatflüssen. An der flachsten Station bei ca. 70 m, dessen Sedimente durch das Vorkommen von filamentösen Schwefelbakterien charakterisiert ist, ist das Bodenwasser anoxisch und zeigt geringe Konzentrationen von Schwefelwasserstoff. In situ Messungen mittels des BIGO bestätigen die Freisetzung von Schwefelwasserstoff. Nitrat und Nitrit waren hingegen an dieser Station im Bodenwasser nicht mehr detektierbar. Diese deutlich erhöhte Nährstofffreisetzung des flachen Schelfs lassen diese Region vermutlich eine Sonderstellung in der benthopelagischen Koppelung und dessen Auswirkung auf die Primärproduktion an der Meeresoberfläche einnehmen. Dies kommt um so mehr zum tragen, da der flache Schelf periodischen Schwankungen des Sauerstoffgehalts im Bodenwasser unterworfen ist, was sich sehr stark auf die Nährstofffreisetzung auswirkt. In den nächsten Tagen soll dieser Bereich höher aufgelöst werden. Hinzu kommt die Sedimentbeprobung zur Erfassung der unterschiedlichen Bakteriengemeinschaften als auch höherer Organismen.

Diese Arbeiten werden durch physikalische- und Nährstoffmessungen in der Wassersäule ergänzt. Bisherige Nährstoff-Messungen in der Wassersäule deuten ebenfalls darauf hin dass der flache Schelf in der Nährstoffrückführung von besonderer Bedeutung ist.

Alle an Bord sind wohlauf, die Arbeiten verlaufen reibungslos. Wir danken dem nautischen Team und der Crew für ihre hervorragende Unterstützung in allen Bereichen.

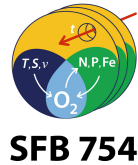
Es grüßt herzlichst,

Stefan Sommer und das M92 Team

## Meteor Reise M92, Callao-Callao, 2. Jan. – 3. Feb.

### 4. Wochenbericht, 27. Januar

Stefan Sommer\* und das M92 Team



In der vergangenen Woche haben wir unsere Aktivitäten entlang des Tiefenschnitts bei 12° Süd nahezu abgeschlossen. In diesem Arbeitsgebiet wurden ungefähr 250 Geräte-Einsätze zur Beprobung des Meeresbodens als auch der Wassersäule durchgeführt. An sechs Hauptstationen bei 70, 150, 250, 400, 750 und 1000 m Wassertiefe liegt ein vollständiger benthischer und ozeanographischer Datensatz vor. Jedoch wurden weitere Stationen insbesondere auf dem Schelf und am unteren Rand der OMZ räumlich hochaufgelöst beprobt.

In dieser Woche konnte der letzte der 7 Gleiter des Schwarms erfolgreich ausgesetzt werden. Ferner wurden die Batterien, der zwei mit Turbulenzsonden bestückten Gleitern ausgetauscht, so dass der Schwarm nun in den nächsten 5 Wochen die Variabilität der Wassermassen, deren Turbulenz und einige biogeochemische Parametern vor Peru erfassen kann. Die Positionen der Gleiter sowie ein Bruchteil der Daten können unter [gliderweb.geomar.de](http://gliderweb.geomar.de) (swarm04) verfolgt werden.

In dieser Woche konnte das Hauptprogramm für die benthische mikrobiologische Beprobung mittels Multicorer und Lander (Sedimentgewinn zwischen 10 und 40 cm) abgeschlossen werden. Im Mittelpunkt dieser Untersuchungen standen die benthische Stickstofffixierung, Denitrifizierung, Eisen-/Manganreduktion, Sulfatreduktion sowie Methanogenese. Hierfür wurden die 6 Hauptstation entlang des 12° Transektes beprobt. Erste Messungen an Bord deuten auf eine rege Stickstofffixierung insbesondere an den flachen Stationen hin, wohingegen Denitrifizierung mit zunehmender Wassertiefe an Bedeutung in der Boden-Wasser-Grenzschicht zu gewinnen scheint. Leichte Aktivität von Methanogenese konnte in Kernen aus flachen Stationen festgestellt werden. Die Aktivität methanogener Mikroorganismen soll in der kommenden Woche mit Schwerelotkernen in größeren Sedimenttiefen (bis ca. 5 m) weiterverfolgt werden. Zwei interessante Highlights stellten die 70 m und die 400 m Station dar. Multicorer Kerne von der 70 m Station wiesen verschiedene Farbschichten (hell und dunkel; Abb. 1) auf, welche auf einen regelmäßigen Wechsel zwischen oxidierten und reduzierten Bedingungen im Sediment hinweisen. Sedimente von der 400 m Station enthielten in den obersten 2 cm massive authigene Karbonate (Durchmesser zwischen 2 und 10 cm), welche möglicherweise durch mikrobielle Prozesse wie z.B. Sulfatreduktion gebildet wurden. Die Karbonate waren teilweise stark durchlöchert (Abb. 2), wahrscheinlich als Resultat von Auflösungsprozessen anderer Bakterien.

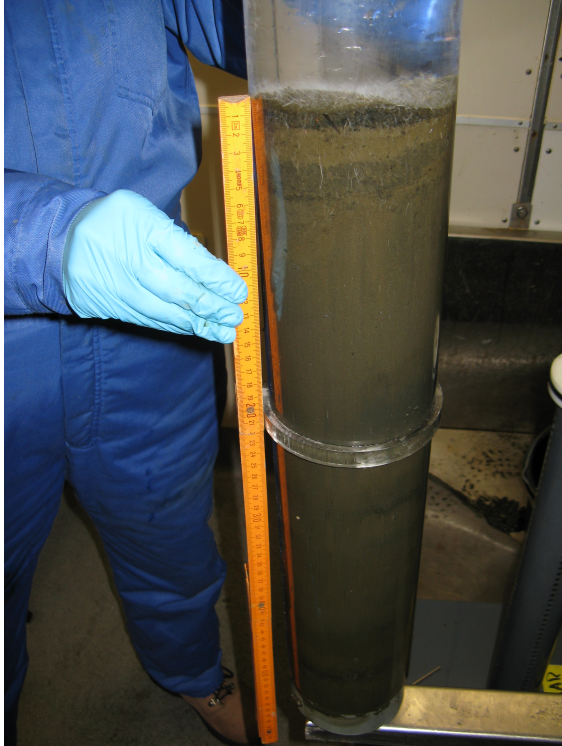


Abb. 1: Multicorer Kern von der 70 m Station. Deutlich sind die sich abwechselnden hellen und dunklen Schichten zu erkennen, die auf regelmäßige Veränderungen der Redox Bedingungen im Kern hinweisen.



Abb. 2: Authigene Karbonate aus der 0-2 cm Schicht des Sedimentes von der 400 m Station. Die Karbonate sind durchzogen mit kleinen Löchern.



In der nächsten Woche werden wir unser Arbeitsgebiet nach 10°, 11° und 13° Süd verlagern wobei Arbeiten mit dem Schwerelot und in situ Pumpen im Vordergrund stehen. Bei 11° Süd werden diese Arbeiten durch ein ozeanographisches und biogeochemisches Wassersäulenprogramm mittels des CTD/Kranzwasserschöpfers ergänzt.

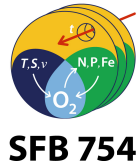
Alle an Bord sind wohlauf, die Arbeiten verlaufen dank des nautischen Teams und der Crew sehr gut, so dass wir unser umfangreiches Programm entlang des 12°S Schnitts wie geplant beenden konnten. Wir danken dem nautischen Team und der Crew für ihre hervorragende Unterstützung.

Es grüßt herzlichst,

Stefan Sommer und das M92 Team

## Meteor Reise M92, Callao-Callao, 2. Jan. – 3. Feb. 5. Wochenbericht, 03. Februar

Stefan Sommer\* und das M92 Team



Wir haben das Hauptarbeitsgebiet bei 12° Süd verlassen und wanden uns weiteren Stationen bei 13° und 11° Süd zu, die wir mit dem CTD-Kranzwasserschöpfer, dem TV-geführten Multicorer und in situ Pumpen beprobt haben. Am 31. Januar endete unser Arbeitsprogramm um Callao anzulaufen. Dank der hervorragenden Zusammenarbeit mit der Meteor Besatzung waren wir in der Lage unser geplantes Programm nahezu abzuarbeiten. Wir dürfen auf fast 290 Stationen intensiver, interdisziplinärer Forschungsarbeit in der Peruanischen Sauerstoffminimumzone zurückblicken, wobei besonderer Schwerpunkt auf der Koppelung von benthischen und pelagischen Prozessen und deren Auswirkung auf das Nährstoffregime und die Sauerstoffverfügbarkeit lag.

Eine erste Datenanalyse zeigt, dass der Schelf und der obere Kontinentalabhang hohe Freisetzungsraten von den wichtigen Nährstoffen Ammonium und Phosphat hat, wobei diese Freisetzung über unterschiedliche Prozesse und Verfügbarkeiten von Nitrat und Nitrit im Bodenwasser getragen werden. Ein wesentliches Charakteristikum dieser Sedimente ist das massive Vorkommen von filamentösen schwefeloxidierenden Bakterien. Weitere Analysen und Modelrechnungen werden jedoch benötigt um deren Beteiligung an diesen Nährstofffreisetzungen zu quantifizieren.

Physikalische Untersuchungen der Wassersäule deuten darauf hin, dass interne Wellen wichtig für den Transport der aus dem Meeresboden freigesetzten Nährstoffe sind. Wellenbewegungen ähnlich der Oberflächenwellen existieren auch im Innern der Ozeane. Sie bewegen sich entlang von Dichtegrenzflächen und beziehen ihre Energie aus Gezeitenströmungen und Windänderungen. Erreichen diese internen Wellen die Kontinentalränder der Meere können besondere nicht-lineare interne Wellen entstehen, die besonders starke pulsierende Wasserbewegungen und intensive Vermischungsprozesse hervorrufen. Erste Analysen zeigen, dass diese nicht-lineare internen Wellen vor Peru besonders stark sind und häufig auftreten. Es deutet sich an, dass diese internen Wellen eine bislang ungekannte Bedeutung für den Transport benthischer Nährstoffe zur Meeresoberfläche einnehmen.

Wir blicken auf eine erfolgreiche und ereignisreiche Reise zurück. Wir bedanken uns herzlich bei Kapitän Schneider und der gesamten Crew der Meteor für die hervorragende Unterstützung in allen Bereichen und die kooperative Zusammenarbeit. Nicht zuletzt hat auch der sehr freundliche Umgang aller zum Gelingen dieser Reise beigetragen.

Alle an Bord sind wohlauf, es grüßt herzlichst,  
Stefan Sommer und das M92-Team

