

Schlussbericht

Forschungsvorhaben: 03G0219A

Forschungsvorhaben: WTZ-CHINA: SO 219-BEIBU-SONNE: Status der marinen Umwelt des Golfes von Tonkin, Südchinesisches Meer und Entwicklung während des Holozäns im Wechselfeld natürlicher und anthropogener Einflüsse

I. Kurze Darstellung zu

1. Aufgabenstellung

Im Rahmen des WTZ China: SO219-BEIBU SONNE Vorhabens wurde am Leibniz Institut für Ostseeforschung Warnemünde an der Universität Rostock (IOW) in enger Zusammenarbeit mit dem Guangzhou Marine Geological Survey (GMGS) eine Expedition in den Golf von Beibu in Dezember 2011 durchgeführt. Die Arbeitsaufgaben für die Expedition betrafen Studien zur integrierenden physikalisch-biogeochemischen Charakterisierung der Wassersäule, der Messung geophysikalischer Eigenschaften der Sedimente, geologischen Probennahme sowie Untersuchungen der Grenzschicht Wasser/Sediment. Das Arbeitsprogramm der Expedition komplimentierte die Ergebnisse und Messungen der ersten gemeinsamen deutsch-chinesischen Expedition in den Beibu Golf im September/Okttober 2009 (FENDOU5). Alle Untersuchungen fanden ausschließlich in den chinesischen Nationalgewässern statt.

2. Voraussetzungen, unter den das Vorhaben durchgeführt wurde

Im Vorfeld des Vorhabens wurde in 2008 ein „Memorandum of Understanding“ zwischen dem Guangzhou Marine Geological Survey und dem Leibniz Institut für Ostseeforschung offiziell unterzeichnet, der die wissenschaftliche Zusammenarbeit beider Institutionen umschrieb. Desweiteren wurde im Rahmen des BEIBU Projektes (01.07.2009 - 30.09.2012) eine erste deutsch-chinesische Expedition in den Golf auf dem chinesischen Forschungsschiff FENDOU5 erfolgreich durchgeführt. Die Ergebnisse der Expedition wurden zur Planung der Arbeiten des Vorhabens herangezogen. Die Aufgabenstellungen der Expedition wurden durch interdisziplinäre Zusammenarbeit der beteiligten Wissenschaftler bearbeitet. Am IOW waren 9 Mitarbeiter aus der Grundausrüstung sowie 4 Projektangestellte aus den Sektionen Meeresgeologie, Meereschemie und Physikalische Ozeanographie am Vorhaben SO219-BEIBU-SONNE beteiligt. An der Expedition hat ebenfalls ein Mitarbeiter des GPI Kiel sowie 9 Mitarbeiter des GMGS teilgenommen. Die Bewilligung der Mittel für die Antragsteller sowie eine rechtzeitige Erteilung der Genehmigung für die Durchführung der Expedition durch die zuständigen Ministerien auf der chinesischen Seite trug maßgeblich zum Erfolg der Expedition bei. Weiterhin wurden Daten aus früheren GMGS Projekten aus dieser Untersuchungsregion den beteiligten Wissenschaftlern zur Verfügung gestellt.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Der Schwerpunkt der praktischen Tätigkeiten waren schiffsgebundene Untersuchungen und Probenahmen an Bord des FS SONNE im Dezember 2011 (SO219) sowie im Anschluss ausgewählte analytische Arbeiten in den IOW Laboren.

Hierzu wurden 1.5 Jahre vor Projektbeginn in enger Zusammenarbeit mit unseren chinesischen Partnern die Anträge für die Genehmigung der Durchführung der Expedition in chinesischen Gewässern des Beibu Golfes bei den zuständigen Stellen eingereicht. Im Anschluss daran wurde mit der detaillierten Planung des Vorhabens begonnen, so dass zum 01.09.2012 (Projektanfang) mit der praktischen Vorbereitungen (z.B. Einkauf der Verbrauchsmittel) der Expedition begonnen werden konnte. Die Container mit wissenschaftlichen Geräten wurden Anfang Oktober nach Manila verschickt, Hotels für alle Teilnehmer in Manila, respektive Hong Kong, reserviert sowie Flüge bestellt. Am 03.11.2011 erreichte uns die Nachricht, dass die State Oceanographic Administration (SOA) die Arbeitsgenehmigung erteilte. Vom 01. bis zum 24. Dezember 2011, fand dann die Expedition SO219 (Manila-Hong Kong) in den Beibu Golf statt. Während der Messkampagne wurden sämtliche geplante Stationen (siehe Abb. 1) unter teilweise schwierigen Wetterbedingungen realisiert. Es wurden hydrographische, geologische, biogeochemische und geophysikalische Messungen auf insgesamt 50 Stationen und Profilmfahrten (PARASOUND Aufzeichnungen) durchgeführt. Im Verlauf der Expedition haben wir Satellitendaten, Oberflächentemperatur (SST) und Chl-a aus der Region für die Feinabstimmung der Messungen in

der Wassersäule herangezogen, die von IOW Kollegen an Bord übermittelt wurden. Die wissenschaftlichen Geräte sowie das gesammelte Probenmaterial (insbesondere Schwerelotkerne und Kurzkerne aus dem Multicorer) wurden nach der Expedition in Containern zurück nach Deutschland verschickt und sind hier Mitte Februar 2012 eingetroffen. Die verbleibende Zeit im Vorhaben wurde mit einer ersten Durchsicht des Probenmaterials, Instandsetzung und Wartung der mitgeführten Geräte und ein paar wenigen Analysen verbracht. Am 31.03.2012 endete das Vorhaben.

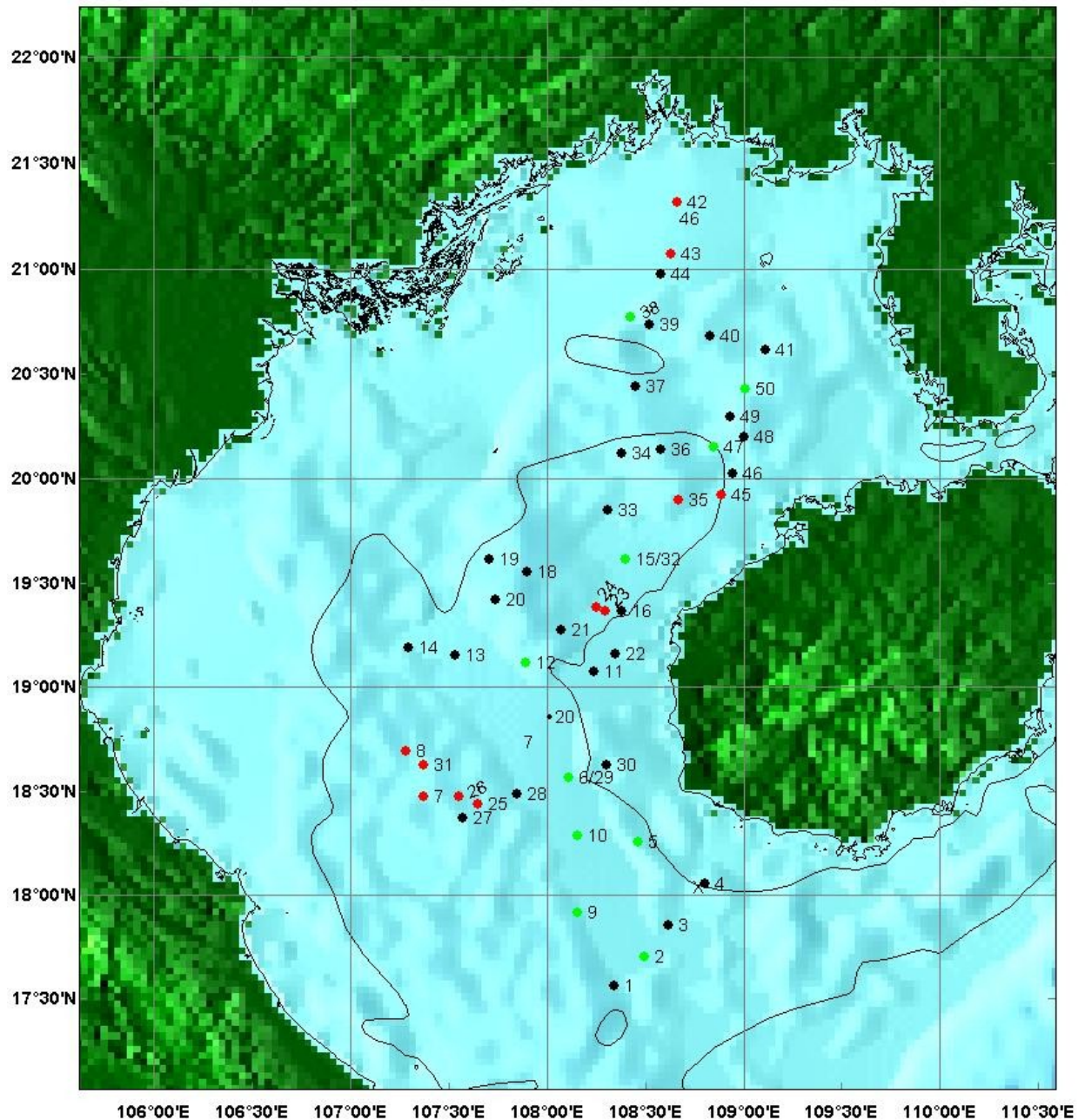


Abb. 1: Stationskarte der SONNE SO219 Expedition im Dezember 2011 (Manila - Hong Kong, 01.12.-24.12.2011): Grüne Punkte – geologische und hydrographische Stationen für GMGS; Rote Punkte – geologische und hydrographische Stationen des IOW's, Schwarze Punkte – Stationen auf den nur hydrographische Arbeiten durchgeführt wurden. Zwischen allen Stationen entlang der Schiffsroute wurden kontinuierliche Messungen mittels PARASOUND, ADCP und Thermosalinograph durchgeführt.

4. Wissenschaftlichem und technischen Stand, an den angeknüpft wurde, insbesondere (Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden unter Angabe der Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste)

4.1. Stand der Forschung und eigene Vorarbeiten

4.1.1. Zirkulation und biogeochemische Merkmale der Wassersäule

Die Zirkulation im Golf von Beibu, der zum Süd Chinesischen Meer zählt, wird durch die Topographie, die Monsunwinde und die littoralen Ströme bestimmt. Die Monsunwinde bedingen einen jahreszeitlichen Richtungswechsel im Strömungssystem insbesondere in den Schelfgebieten (Tomczak & Godfrey, 1994). Zwischen Mai und September schiebt der Südwest-Monsun die Wassermassen auf dem Schelf nordwärts, woraus eine Kompensationsströmung in den tieferen Bereichen entsteht (Abb. 2). Hohe Niederschläge während dieser Jahreszeit führen zu niedrigen Salzgehalten auf dem östlichen Schelf. Von November bis März ändert sich die Richtung der Strömung infolge des Nordost-Monsuns und der Salzgehalt passt sich dementsprechend an. Dies kann entlang der Küste von Vietnam zur Entstehung eines starken Randstroms führen. Weiter im Norden ($>18^{\circ}\text{N}$) zeigen die Beobachtungen in den küstennahen Regionen einen beständigen, polwärtigen Strom (Guan, 1986). Im Beibu Golf selbst entsteht der s.g. Beibu Gulf Littoral Current (BGLC) durch das Zusammenwirken von Monsun und den, durch Frischwasser bedingten, Guangdong Littoral Current (GLC).

Die Golfregion ist auch durch Gezeiten beeinflusst. Es dominiert die eintägige Gezeit, mit einem Tidenhub zwischen 2 m und 6 m. Im Süd-Osten des Golfs ist die Dichte höher als im Westen und Norden, bedingt durch den ganzjährigen Transport von Wasser mit hohem Salzgehalt aus dem Süd-Chinesischen Meer. Trotzdem treten an der westlichen Küste frische Gewässer auf, die hier durch die Frischwasserzufuhr vom Land entstehen. Hierbei ist eine detaillierte Kenntnis der Zirkulation und der Gezeitenströme entscheidend für die Interpretation der beobachteten Verteilungsmuster von z.B. der Primärproduktion, sowie den Transport von Partikel und Schadstoffen.

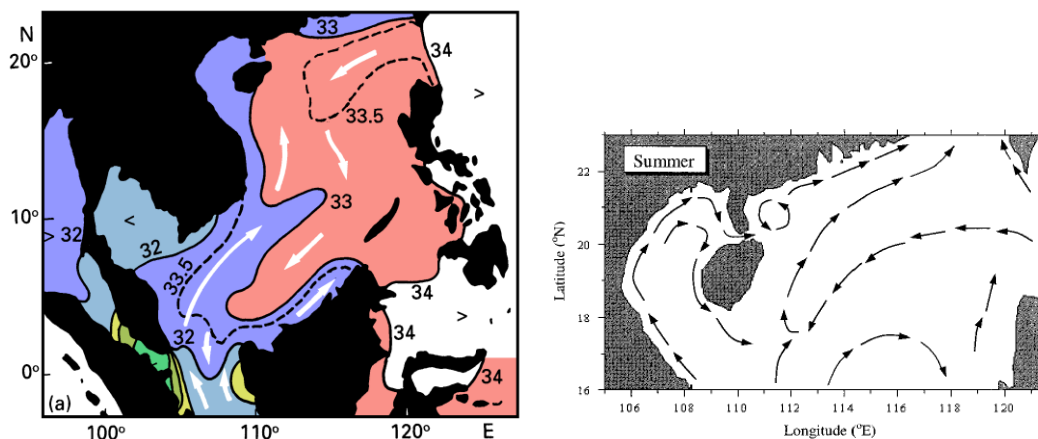


Abb. 2: Oberflächensalzgehalt im Süd Chinesischen Meer: (links) während des SW-Monsuns (August), Pfeile zeigen die abgeleitete Strömungsrichtung (nach Wyrski 1961). Schematische Darstellung der Zirkulation an der Oberfläche im Sommer (SW Monsun) im Süd- Chinesischen Meer (rechts) gemäß der Theorie der windgetriebenen Strömungen (nach Yu und Liu (1993) aus Shi et al., 2002).

Während des SW Monsuns zeigen die Wassertemperaturen geringe Variationen und liegen zwischen 29°C und 30°C . Ein Süd-Nord Temperaturgradient ($21\text{--}26^{\circ}\text{C}$) ist typisch für diese Region. Die Region zeichnet sich durch die niedrigsten Salzgehalte (um 26), bedingt durch den Einfluss des frischeren Wassers, aus dem Süd-Chinesischen Meer, aus. Hohe Verdunstung, starke Winde und eine geringe Niederschlagsmenge lassen die Salzgehalte zum Ende des SW Monsuns wieder

ansteigen (30 an der Westküste und bis zu 31 im Norden). Im Bereich des gesamten Golfs ist der Salzgehalt bodennah höher als an der Oberfläche, mit höchsten Werten im Südwesten des Golfs.

Die Ergebnisse der regelmäßigen Untersuchungen, durchgeführt durch das Chinese Institute of Oceanography, im Winter und Sommer des Jahres 1998, zeigen, dass die saisonale Phytoplanktonverteilung sehr stark an den Auftrieb entlang der Küste von China und Vietnam gekoppelt ist. Während des SW Monsuns bringen der Auftrieb und Kaltwassereddies Nährstoffe in die euphotische Zone, woraus hohe Chlorophyll a Konzentrationen und eine hohe Primärproduktion (PP) resultieren. So wurden im Vergleich mit anderen Küstenregionen Chinas die Konzentrationen des Chlorophylls als hoch ($3-9 \text{ mg l}^{-1}$) eingestuft (Tang et al. 1998). Im Gegensatz dazu sind die auftriebsfreien Warmwasserbereiche nährstoffarm und zeichnen sich durch niedrige Chlorophyll a und Primärproduktion (PP) Werte aus. Die niedrigen Phytoplanktonbestände und PP des Sommers sind nährstofflimitiert, insbesondere durch die Abwesenheit von PO_4 . Daraus resultiert eine Sukzession des Phytoplanktons von Diatomeen zu Dinoflagellaten und Cyanophyceen. Das tiefe, stark ausgebildete Chlorophyll a Maximum wird durch das Picoplankton dominiert.

Die bodennahen NO_3 Konzentrationen im SW Monsun liegen zwischen $3.0 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$ im Norden und $5.0 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$ im südlichen Beibu Golf, PO_4 liegt zwischen $0.1 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$ und $0.3 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$. SiO_3 variiert zwischen $4.0 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$ im Süden und $6.0 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$ im Norden des Golfs. Die Sauerstoffkonzentrationen (DO) liegen im Bereich $350-400 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$ und nehmen graduell nach Süden zu. Chlorophyll a erreicht $0.3-0.5 \text{ mg m}^{-3}$ während des SW Monsunes. Phytoplankton ist mit $0.5-10 \times 10^3 \text{ cell L}^{-1}$ im Sommer vertreten. Unter 119 Spezies waren 63.0% Diatomeen, gefolgt durch Dinoflagellaten (24.1%), Cyanophyceen (9.3%), Chlorophyta (1.8%), und Chrysophyta (1.8%). Diatomeen tragen 75.9% im Sommer zu dem Bestand bei. Generell, nimmt die Chlorophyll a Konzentration mit zunehmender Tiefe im Beibu Golf ab.

4.1.2 Austausch Sediment-Wasser: Element- und Schadstoff-Flüsse sowie Transformationsprozesse

Auf der Suche nach Rohstoffen und der ökologischen Charakterisierung der sedimentären Ablagerungen wurden von chinesischen Kollegen eine Reihe von Messungen im Süd Chinesischen Meer sowie im Beibu Golf durchgeführt. Die Sedimente des Beibu Golfs kommen zum Teil aus dem Pearl River Ästuar, werden aber auch durch die Sedimentfracht des Roten Flusses sowie weiterer Flußwasser-Einträge bestimmt (Gu Shenchang et al., 1989; Zhao Yiyang & Yan Mingcai, 1994). Eine große Bedeutung haben die partiell ausgebildeten Mangroven-Gebiete (Guangxi) speziell für den Nährstofftransfer in den Küstenregionen (Li Chugan, 2004).

Das Strömungssystem ist beim Transport der Sedimente und ihrer geochemischen Charakteristik und späteren benthischen biogeochemischen Transformationsleistung von besonderer Bedeutung. Zur Rekonstruktion von Änderungen im Süd Chinesischen Meer während der vergangenen 150 Jahre eignen sich (Isotopen) geochemische Proxies, wie z.B. Rückert (2006), Shi et al. (2008) und Böttcher et al. (2010) an Sedimentkernen des Pearlfluss-Ästuars gezeigt haben. Die Konzentration von umweltrelevanten Elementen und organischen Schadstoffen und die stabilen Isotopensignale in oberflächennahen Sedimenten des Pearlfluss-Ästuars liefern klare Informationen zu den anthropogenen Einträgen in die östlich des Beibu Golfs gelegene Küstenzone.

Kombinierte Untersuchungen zum Gehalt und der Fraktionierung der stabilen Isotope von Schwefel in den Pearl River Ästuar-Sedimenten haben deutliche Änderungen während der letzten 100 Jahre gezeigt (Böttcher et al., 2010), die mit der Änderung der metabolischen Aktivität im Rahmen des veränderten Eintrages und Qualität des organischen Materials zusammenhängen.

Für die Rückflüsse von Nährstoffen und anderen Metaboliten aus den Oberflächensedimenten in das Bodenwasser sind die sich ausbildenden chemischen Gradienten im Porenwasser besonders sensitiv und lassen eine modellierende standort-spezifische Quantifizierung der Stoffflüsse zu (Al-Raei et al., 2009). Hierbei treten deutliche standort-spezifische Unterschiede auf, die bei einer Quantifizierung der biogeochemischen benthisch-pelagischen Kopplung durch die Auswahl verschiedener repräsentativer Untersuchungsstandorte zu berücksichtigen sind. Darüber hinaus ist

gezeigt worden, dass ausgesuchte redox-sensitive Metalle Hinweise über die Biogeochemie der benthisch-pelagisch gekoppelten Stoffflüsse ermöglichen (Kowalski et al., 2009). Solche Untersuchungen wurden im Beibu Golf erstmalig auf der FENDOU5 Ausfahrt durchgeführt und lieferten erste Ergebnisse über die Quellen, Senken, biogeochemischen Transformationen, und Rückflüsse von Kohlenstoff, Nährstoffen, redox-sensitiven Metallen und einer Reihe von Schadstoffen in einem tropisch-subtropischen Küstenökosystem.

4.1.3 Beschaffenheit der Sedimente

Im Rahmen der Suche nach Kohlenwasserstoff-Lagerstätten wurden umfangreiche seismische Messungen im Süd Chinesischen Meer sowie im Beibu Golf durchgeführt (Clift und Lin 1989, Clift et al. 2002) und der tiefere strukturelle Aufbau des Untergrundes erkundet. Die Daten liegen zumeist bei entsprechenden Firmen vor und sind nicht publiziert. Clift und Lin (1998) geben eine Übersicht über reflexionsseismische Profile am nördlichen Kontinentalrand des Süd Chinesischen Meeres (Abb. 3). Bedingt durch die verwendeten niedrigen Frequenzen sowie die Meßgeometrie werden die jüngsten Seebodenablagerungen in den Messdaten nicht oder nur mit einer sehr niedrigen Auflösung abgebildet. Hochauflösende seismo-akustische Daten mit einem Auflösungsvermögen < 1 m, die die Struktur der Holozänen Ablagerungen widerspiegeln, sind nur in einzelnen Bereichen zumeist als analoge Aufzeichnungen verfügbar.

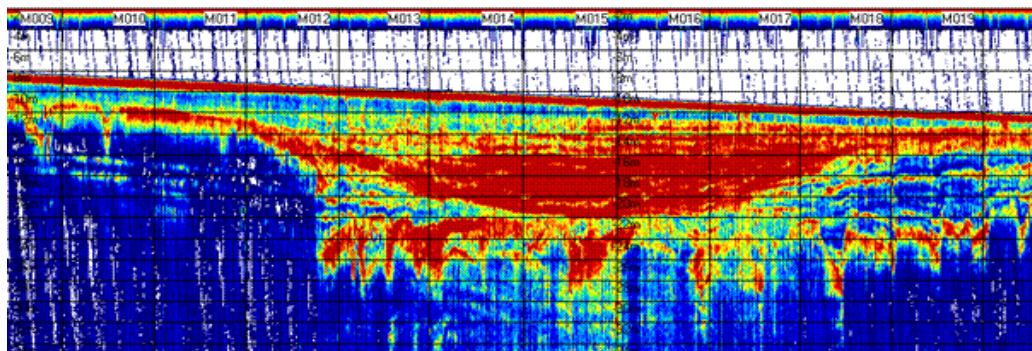


Abb. 3: Beispiel für eine Sediment-Echolot Registrierung aus dem GMGS – Kartierungs-Programm am Nordrand des Beibu – Golfes. Profilverlauf N-S, Tiefenbereich: 2-16 m. Das gerade, leicht nach rechts unten geneigte rote Band stellt den Seeboden dar. Das Profil schneidet ein altes, verschüttetes Flusstal (mittlerer Bildbereich).

Unsere chinesischen Partner stellten Daten von Gebieten mit Detailaufnahmen des Seebodens, von Bohrungen (aus dem GMGS Mapping Program und Qiougzhou Strait sowie Bohrungen 12210, 612 East, WUSHI17-1-1, WUSHI32-1-1, DF1-1S-6 West Site, DF30-1-1, YCF13-1-10 und LD15-1-1 West Site) und von Informationen zur Holozänen Sedimentbedeckung zur Verfügung. Dabei handelt es sich um Seitensicht – Sonar Aufnahmen, Sediment-Echolot Registrierungen sowie um hochauflösende einkanalige Flachseismik Daten. Die Ergebnisse des Qiongzhou –Strait Surveys liegen als analoge Papieraufzeichnungen vor. Die seismo-akustischen Daten des laufenden GMGS – Kartierungs-Programms an der Nordküste des Beibu Golfes sind in digitaler Form verfügbar. Ein Beispiel für eine derartige Registrierung, die mit dem hochauflösenden parametrischen Sediment-Echolot SES-96 gemessen wurde, ist in Abb. 3 dargestellt.

Dieses Band verläuft im küstennahen Raum in N-S Richtung und schneidet einen fossilen Flusslauf. Derartige Tal- und Beckenstrukturen enthalten häufig minimal gestörte und vollständige Sedimentabfolgen, die eine Rekonstruktion der jüngsten Entwicklungsgeschichte des küstennahen Ablagerungsraumes und der Umweltbedingungen ermöglichen. Über den weiteren Verlauf dieser Strukturen im zentralen und tieferen Teil des Beibu Golfs ist wenig bekannt. Die Entwicklung der küstennahen Holozänen Sedimentfolgen im Bereich des Beibu Golfs und des nördlichen Süd Chinesischen Meeres ist unter anderem von Gupta et al (1987), Hanebuth et al., (2006), Huang et al. (1995), Tanabe et al. (2003b) und Zong (2004) dargestellt worden. Die Änderung des relativen Meeresspiegels seit dem Pleistozän beschreiben Hanebuth et al. (2000, 2006), Schimanski and

Stattegger (2005), Steinke et al. (2003, 2006) und Yim et al. (2006). Tanabe's et al. (2003a) Meeresspiegelkurve für das Untersuchungsgebiet zeigt Änderungen von 120 m über einen Zeitraum von 20.000 Jahren. Aus dieser Kurve und einem digitalen Geländemodell der Region des Beibu Golfs leitete Yao (2007) nach einer Methode von Harff et al. (2005) ein Meeresspiegelmodell der Region für das Spätpleistozän und Holozän ab. Aus den Paläogeländemodellen in Abb. 4 wird deutlich, dass das Holozän im Becken des Beibu Golfs mit marinen Folgen einsetzt. Das basale Holozän wird in spätpleistozänen Erosionsrinnen im Bereich des Beckenzentrums erwartet. Beispiele für seismostratigraphische Modelle des transgressiven Holozäns wurden für die zentralvietnamesischen Küsten und für das Pearl Fluss Ästuar vorgelegt (Tang et al., 2010). Beide Autoren weisen nach, dass sich in der Architektur der holozänen Sedimentsequenzen der klimatisch gesteuerte Meeresspiegelanstieg und der terrigene fluviatile Eintrag mit lokalen tektonischen Prozessen überlagern. Zur Modellierung der Sedimentfolgen eignet sich das Konzept der Sequenzstratigraphie (Posamentier und Vail, 1988). Zur Rekonstruktion von klimatischen Änderungen während des Holozäns eignen sich geochemische Klimaproxies, wie Shi et al. (2010) an Sedimentkernen des Pearl Fluss Ästuars gezeigt haben.

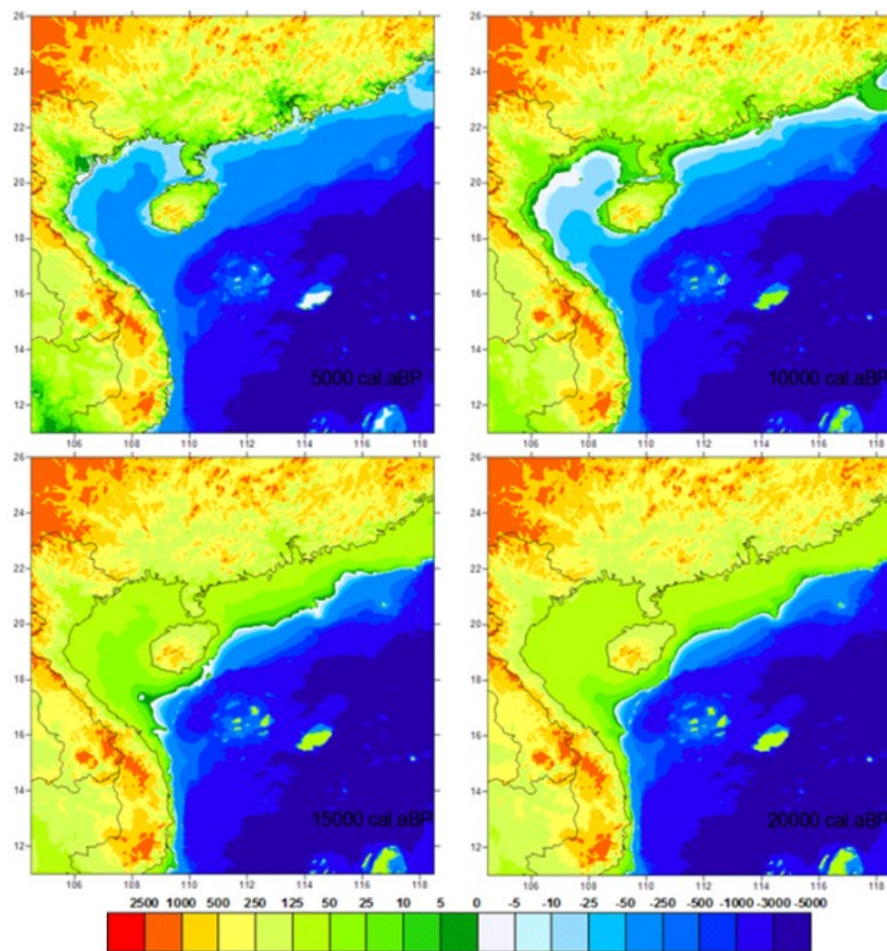


Abb. 4: Paläogeländemodelle für die Zeitpunkte 5000, 10000, 15000, und 20000 cal. a BP auf Grundlage der Meeresspiegelentwicklung nach Tanabe et al. (2003). Die schwarze Linie stellt den rezenten Küstenverlauf dar (nach Yao 2007).

4.2.1 Eigene Vorarbeiten: Das Konsortium

Das in diesem Projekt gemeinsam arbeitende Konsortium aus den Bereichen Meereschemie, Physikalische Ozeanographie, Biogeochemie, Isotopengeochemie und Sedimentologie verfügt über umfangreiche Erfahrungen bei der chemischen, hydrographischen, (isotopen-) geochemischen und biogeochemischen Analyse von Prozessen in marinen Sedimenten, den Porenwässern, der Wassersäule und Schwebstoffen aus Küsten- und Randmeeren, dem offenen Ozean und anderen

marinen Ablagerungsräumen (z.B. Arz et al. 2003a/b, 2006, 2007, Blanz et al., 1999; Böttcher, 2008; Böttcher et al., 2004a/b, 2006, 2007, 2008; deBeer et al., 2005; Dellwig et al., 2007; Garçon et al., 2001; Grice et al., 2005; Jorgensen et al., 2004; Neretin et al., 2004; Schulz-Bull et al., 1995, 1998; Waniek et al., 2000; Waniek et al., 2005a/b/c; Zopfi et al., 2008). Das IOW verfügt ebenfalls über langjährige Erfahrung in der Meeresoptik und Fernerkundung mit Untersuchungen fokussiert auf die Identifizierung und Beobachtung von küstendynamischen Prozessen, Phytoplanktonblüten und Küstenabfluss (Siegel et al., 1996; Siegel et al., 2004; Siegel et al., 2007; Siegel et al., 2008). Darüber hinaus liegen zahlreiche Erfahrungen zur geochemischen Proxymessung zum Verfolgen von klimaabhängigen Veränderungen des Sedimentationsmilieus in Nebenmeeren (z.B. der zentralen Ostsee) vor.

Seit 2003 führten die Antragsteller gemeinsame Forschungsarbeiten mit chinesischen Einrichtungen in Guangzhou (Chinesische Akademie der Wissenschaften, Zhongshan Universität, Guangzhou Marine Geological Survey) in bilateralen deutsch/chinesischen Forschungsprojekten durch. Dabei wurde sowohl mit seismo-stratigraphischen Modellen der Bau holozäner Sedimentfolgen des Pearl Fluss Ästuars (Tang et al., 2010) als auch die regionalisierte Sedimentfazies in Abhängigkeit von natürlicher Dynamik des Sedimentationsraumes (Heise et al., 2010) und anthropogener Einflüsse untersucht (Shi et al., 2010). 2008 wurden Wissenschaftler des Guangzhou Marine Geological Survey zum IOW nach Warnemünde eingeladen, um mit Probenmaterial vom Beibu Golf im Labor dieses Vorhaben vorzubereiten (Xia et al., 2008, unveröff.).

4.2.2 Eigene Vorarbeiten: FENDOU 5 Expedition

Vom 19. September bis 16. Oktober 2009 fand die Forschungsreise mit dem chinesischen Forschungsschiff FENDOU 5 im Beibu Golf statt. Es wurden 4 EW Schnitte (südlicher Teil des Arbeitsgebietes) mit jeweils 4 Stationen beprobt sowie ein NS Schnitt (7 Stationen) nordwestlich der Insel Hainan (siehe Abb. 5).

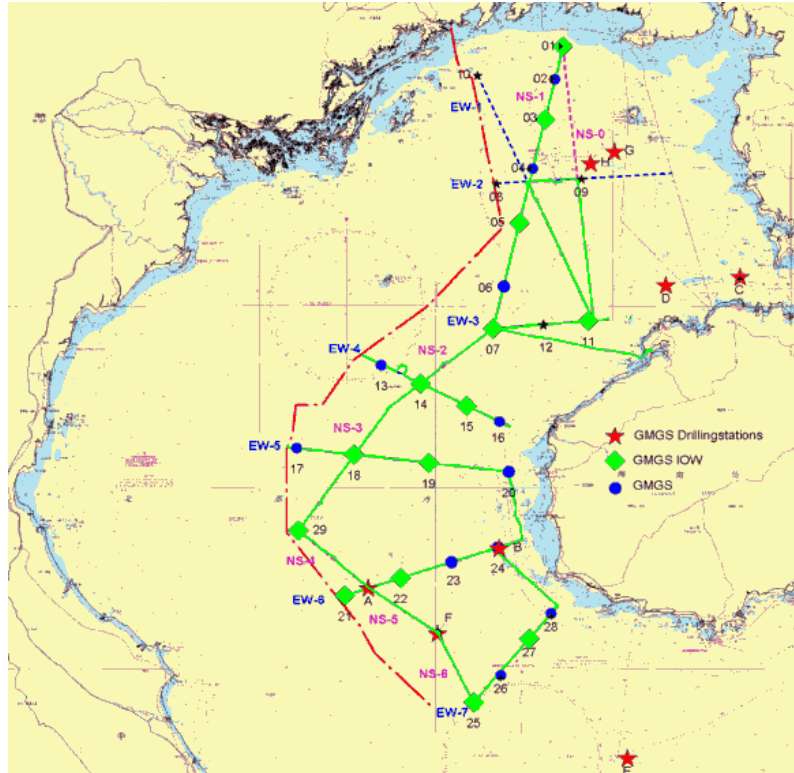


Abb. 5: Das Arbeitsgebiet der FENDOU 5 Expedition mit den Stationen. Grüne Quadrate geben die Positionen an, an denen IOW und GMGS geologische Arbeiten durchgeführt haben, wohingegen die blauen Kreise, die geologischen Stationen von GMGS markieren. Auf allen angezeigten Stationen fanden hydrographische Messungen statt. Die roten Sterne geben die Positionen von GMGS Bohrkernen wieder, die dem Projekt zur Verfügung stehen.

Auf insgesamt 25 Arbeitsstationen erfolgten geologische Arbeiten mit einem Kastengreifer (BC) und Schwerelot (GC) sowie hydrographische Messungen mittels PCTD, die von GMGS und IOW gemeinsam durchgeführt wurden. Das IOW nahm Kurzkerne mit dem Multicorer (MUC) und GC Kerne an 14 der 25 Stationen, hydrographische Arbeiten erfolgten an jeder Station. Zweimal wurden über 25 h die Strömungsverhältnisse in 10 m und 50 m Wassertiefe aufgezeichnet um den Einfluss der Gezeiten zur Nipptide abschätzen zu können. Leider gab es hier Probleme mit den Acoustic Doppler Profiler (ADP) Registrierungen von Seiten GMGS. Auf zwei Stationen konnten Proben für die Bestimmung der organischen Schadstoffe gewonnen werden. Es fehlen leider Aufzeichnungen bezüglich der Oberflächeneigenschaften des Wassers (T, S, Chla) im Arbeitsgebiet, da an Bord kein Thermosalinograph bzw. Fluorometer vorhanden war. Auch Satellitendaten standen an Bord nicht zur Verfügung. Aus den oberflächennahen Sedimenten (BC, MUC) wurden zur Bestimmung der Schadstoffkonzentration sowie von sedimentologisch-geochemischen Trends (laufende Laboruntersuchungen im IOW und GMGS) entlang des N-S- und der E-W-Transekte Proben entnommen. Seismische Profile, die zur exakten Bestimmung der Position der Kernstationen dienten, zeigten die Lagerungsstruktur von Sedimentschichten als Abbild der Küstenentwicklung des Beibu- Golfs in der jüngeren geologischen Vergangenheit. Mit Hilfe seismoakustischer Profilierungsverfahren und Sedimentbeprobung wurde ein erster Überblick zur regionalen Sedimentverteilung und zur Stratigraphie der holozänen Ablagerungen erhoben. Insbesondere wurden Beckenbereiche gesucht und beprobt, die möglichst ungestörte und vollständige sedimentäre Abfolgen des Holozäns (wenn möglich bis Spätquartär) enthalten.

4.2.3 Erste Ergebnisse der FENDOU 5 Expedition

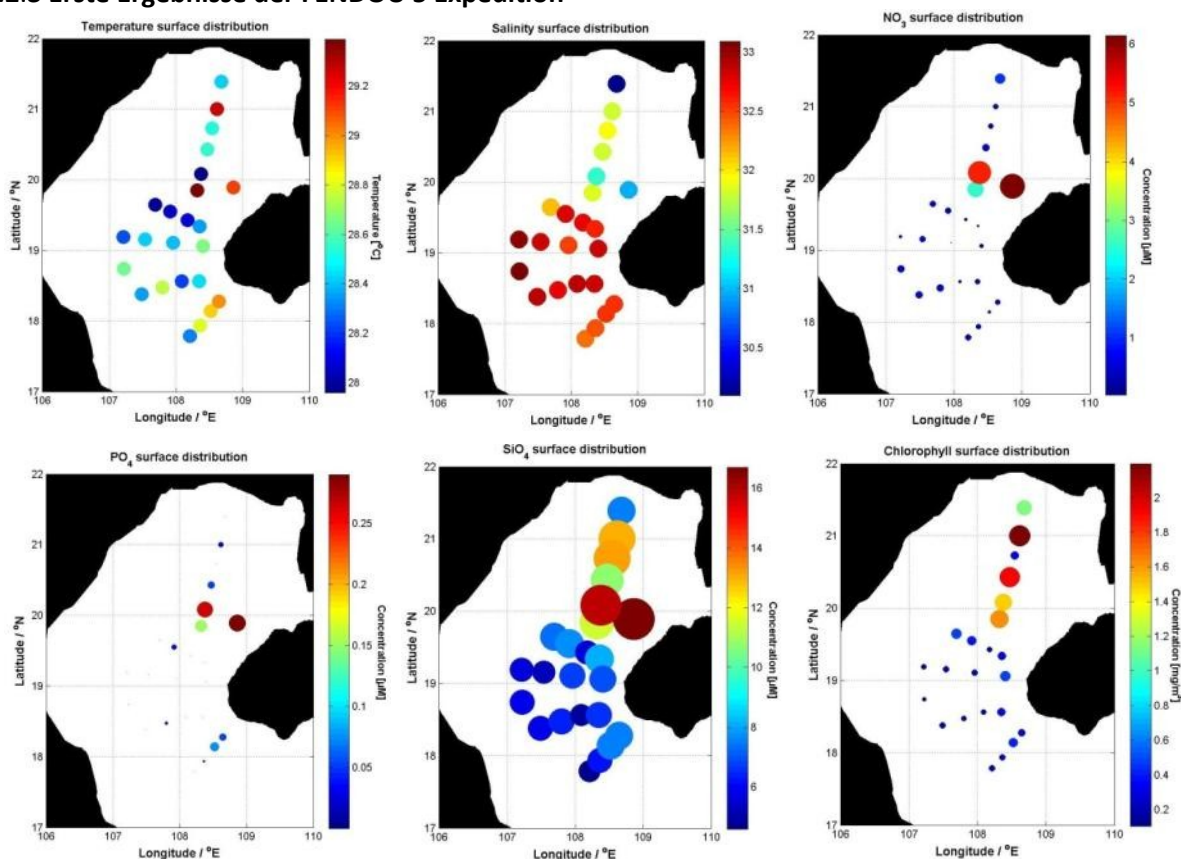


Abb. 6: Regionale Verteilung von Temperatur, Salzgehalt (obere Reihe), Nitrat, Phosphat (mittlere Reihe), sowie Silikat und Chlorophyll (untere Reihe) an der Oberfläche im Untersuchungszeitraum im Verlauf der FENDOU 5 Expedition (Bauer et al., 2010).

Die Oberflächenverteilung der Temperatur zeigt mit Werten zwischen 28°C und 29.4°C eine nur sehr geringe Variabilität im Gegensatz zur Salzgehaltverteilung, in welcher deutlich der ozeanische

Einfluss im Süden der untersuchten Region und der Flusseintrag im Norden zu erkennen ist (Abb. 6). Scheinbar werden durch die Straße von Qiongzhou salzärmere Wassermassen transportiert, hervorgerufen durch starke Süßwassereinträge östlich der Leizhou Halbinsel.

Auch die Verteilung der Nährstoffe an der Oberfläche belegt den Einfluss der Straße von Qiongzhou. Die höchsten Konzentrationen an $\text{NO}_{2/3}$ wurden auf den Stationen 6 (371670), 7 (371600) und 11 (371610) mit Werten zwischen $3 \mu\text{M}$ und über $6 \mu\text{M}$ gemessen. Im Kontrast dazu sind im Zentrum, westlich von Hainan und im Norden des Golfes die $\text{NO}_{2/3}$ -Konzentrationen sehr gering mit Werten zwischen $0,04 \mu\text{M}$ und $1,08 \mu\text{M}$ gewesen (Abb. 6). Auch PO_4 zeigt eine ähnliche Oberflächenverteilung, allerdings mit sehr geringen Werten zwischen $0,15 \mu\text{M}$ und $0,3 \mu\text{M}$ im Einflussbereich der Straße und $0 \mu\text{M}$ bis $0,075 \mu\text{M}$ im Übrigen Untersuchungsgebiet. Das lässt darauf schließen, dass Phosphat den limitierenden Faktor der biologischen Produktion darstellt. Die Silikatverteilung zeigt im Zentrum des Golfes und entlang der Westküste von Hainan Werte zwischen $5 \mu\text{M}$ und $8 \mu\text{M}$. Im direkten Einflussgebiet der Straße von Qiongzhou (Stationen 6, 7, 11) wurden wie auch bei Nitrat und Phosphat, die höchsten Konzentrationen von $11 \mu\text{M}$ bis über $16 \mu\text{M}$ gemessen. Entlang des Nord-Süd-Schnittes zwischen den Stationen 1 bis 5 (371620 bis 3716660) sind ebenfalls erhöhte Konzentrationen zwischen $11 \mu\text{M}$ und $13 \mu\text{M}$ erkennbar (Abb. 6).

Die Chlorophyllkonzentrationen liegen zwischen $0,2$ und $2,2 \text{ mgm}^{-3}$, wobei auch hier das Zentrum und die Küstengebiete von Hainan relativ niedrige Werte aufweisen. Hingegen zeigen die Stationen 1 bis 7 (371600 bis 371670) auf dem Schnitt Richtung Norden erhöhte Werte, mit dem Maximalwert von ca. $2,2 \text{ mgm}^{-3}$ relativ weit im Norden und nicht, wie bei den anderen Parametern im direkten Einflussgebiet der Qiongzhou Straße (Abb. 6). Die erhöhten Chlorophyll Konzentrationen wurden auf Stationen mit reduzierten Nitrat- und Phosphatkonzentrationen gefunden, auf den jedoch hohe Silikatkonzentrationen gemessen wurden (Abb. 6). Die Satellitenaufnahmen der Region zur Zeit der Expedition bestätigen unsere Beobachtungen, dass die Straße von Qiongzhou eine wichtige Rolle für den Transport von Stoffen in den Beibu Golf spielt (Bauer et al., 2010). Dieser verlief während der Expedition nach unseren ersten Abschätzungen in südöstliche Richtung und resultierte in einer Verfrachtung des Materials über eine Distanz von 22 km innerhalb einer Gezeitenperiode.

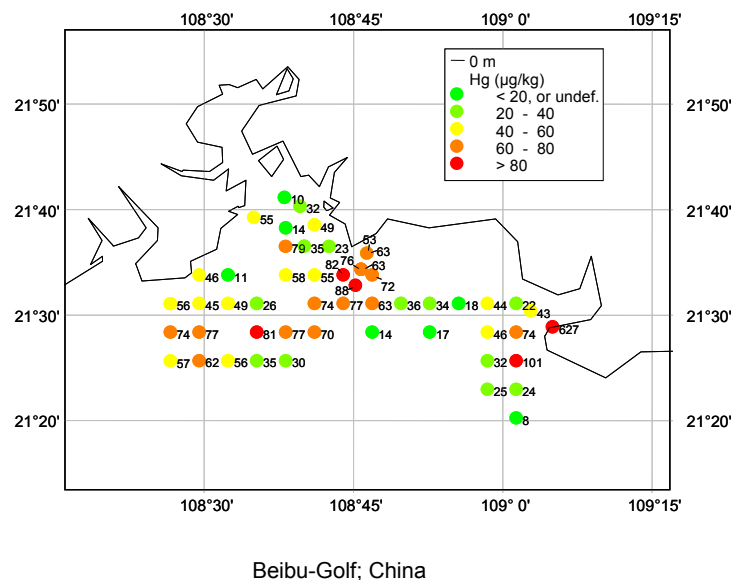


Abb. 7: Hg-Verteilung im Oberflächensediment im Nordteil des Beibu Golfes (Leipe et al., unveröff.)

Erste Untersuchungen an Oberflächen-Sedimentproben aus dem Beibu Golf, die vom GMGS bereitgestellt wurden, zeigen deutliche Unterschiede in der Verteilung der Quecksilber-Gehalte im nördlichen Teil der Bucht, die möglicherweise Hinweise auf Punktquellen und Bereiche erhöhter Konzentrationen durch anthropogene Quellen andeuten (Abb.7). Tiefenprofile anhand des neu gewonnenen Materials der FENDOU 5 Expedition werden hierüber weitere Erkenntnisse liefern.

Eine sequentielle Extraktion von sedimentärem P- und Fe-Phasen an frischem Kern-Material der FENDOU 5 Expedition ergab deutliche Unterschiede im Phosphor-Bindungsverhalten in den verschiedenen Regionen des chinesischen Beibu Golfs (Abb. 8). Apatit ist in den meisten Sedimenten die dominierende Phase, aber auch die eisengebundene Fraktion ist gerade in den nördlichen Bereichen des Beibu Golfs von Bedeutung. Die organischen und residualen P-Fractionen weisen gleichfalls unterschiedliche Bedeutung in den verschiedenen Stationen auf.

Die Porenwässer der Hauptstationen (Abb. 8) zeigen Unterschiede bezüglich ihrer Gehalte an gelöstem Phosphat- und Metallspezies woraus Rückschlüsse auf den Einfluss des Ablagerungsmilieus und der Sedimenteigenschaften auf die frühdiaogenetischen Abbauprozesse, sowie die daraus resultierenden Bindungsformen der Fe-, Mn- und P-Spezies sowie die Stoffflüsse über die Sediment-Wasser-Grenze möglich werden.

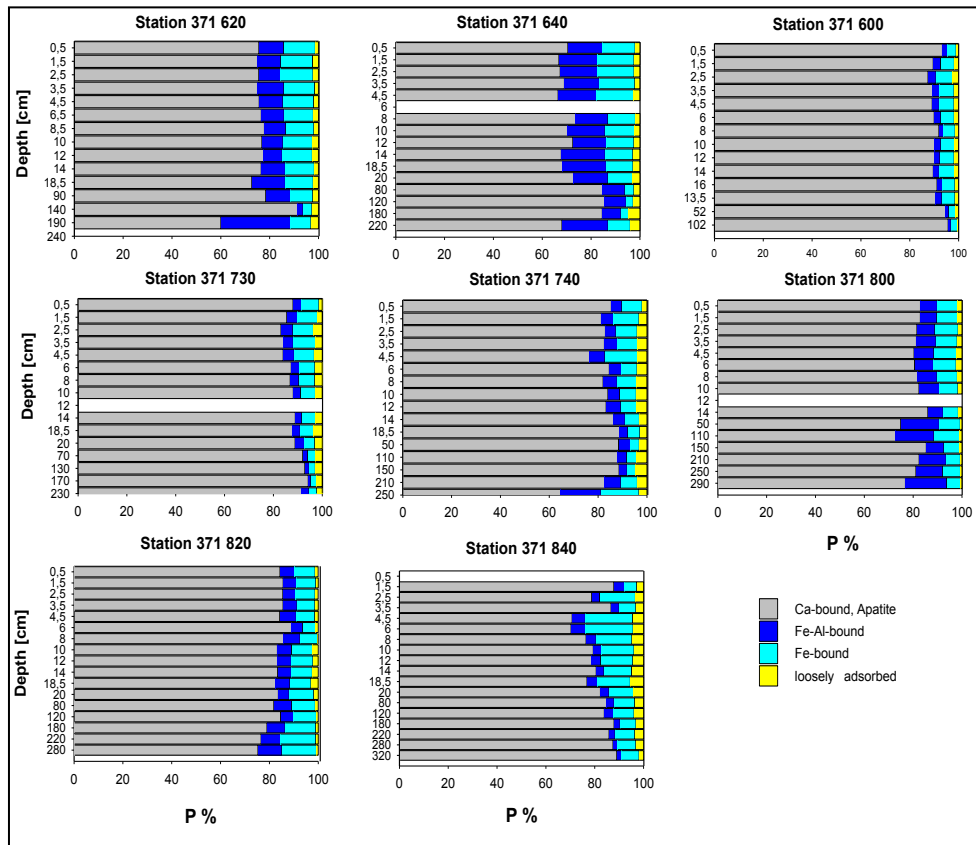


Abb. 8: Bindungsformen von anorganischen sedimentären Phosphor-Spezies in MUC und GC Sediment-Proben des Beibu Golfs (Bosselmann, Böttcher & Stark, unveröff. Daten; Stark et al., 2010).

Weitere detaillierte Ergebnisse der FENDOU5 Expeditionen im Bezug auf die hydrographischen und biogeochemischen Bedingungen (Bauer et al., akzeptiert, Bauer und Waniek, akzeptiert), die Sedimenteigenschaften sowie anthropogenen Einfluss (Xia et al., akzeptiert) im Beibu Golf wurden zur Vorbereitung der SO219 Reise genutzt. Diese Arbeiten sind bereits akzeptiert für Publikation beim Journal of Coastal Research und Marine Ecology Progress Series und werden daher an dieser Stelle nur erwähnt (siehe Abschnitt 4.3).

4.3. Literatur zu Stand der Wissenschaft (4.1) & eigene Vorarbeiten (4.2)

- Al-Raei, A.M., Bosselmann, K., Böttcher, M.E., Hespenheide, B. & Tauber, F. (2009) Seasonal dynamics of microbial sulfate reduction in temperate intertidal surface sediments: Controls by temperature and organic matter. *Ocean Dynamics* 59, 351-370.
- Arz, H. W., J. Pätzold, P. J. Müller, M. O. Moammar (2003) The influence of northern hemisphere climate and global sea level rise on the restricted Red Sea marine environment during the Termination I. *Paleocenaography* 18, doi:10.1029/2002PA000864.

- Arz, H. W., F. Lamy, J. Pätzold, P. J. Müller, and M. Prins (2003): Mediterranean moisture source for an Early - Holocene humid period in the northern Red Sea. *Science* 300, 118-121.
- Arz, H. W., Lamy, F., Pätzold, J. (2006) A pronounced dry event recorded around 4.2 kyr in brine sediments from the Northern Red Sea. *Quaternary Research* 66, 432-441.
- Arz, H. W., Lamy, F., Ganopolski, A., Novaczyk, N., and Pätzold, J. (2007). Dominant Northern Hemisphere climate control over millennial-scale sea-level variability. *Quaternary Science Reviews* 26, 312-321.
- Bauer, A., Stottmeister, I., Waniek, J.J. (2010): The effect of Qiongzhou Strait on the distribution of water properties in the Beibu Gulf under typhoon conditions, Presentation vor dem Wissenschaftlichem Beirat des IOW, 04-05.03.2010, Rostock
- Bauer, A., Radziejewska, T., Kai Liang, Kowalski, N., Dellwig, O., Bosselmann, K., Stark, A., Zhen Xia, Harff, J., Böttcher, M.E., Schulz-Bull, D.E., Waniek, J.J. (2012): Regional differences of hydrographical and sedimentological properties in Beibu Gulf, South China Sea. *Journal of Coastal Research*, accepted
- Bauer, A., Waniek, J.J. (2012): Factors affecting the primary production in the central Beibu Gulf, South China Sea, *Marine Ecology Progress Series*, accepted
- Blanz, T., D.E. Schulz-Bull, K.C. Emeis, G. Petrick & J.C. Duinker, 1999. Chlorobiphenyls in suspension and sediment of the southern Baltic Sea: A mass balance calculation since the onset of PCB-production. *Continental Shelf Researsch*, 19, 891-910.
- Böttcher, M.E. (2010) Isotopes (Sulfur). In (Reitner, J. & Thiel V. (eds.)) *Encyclopaedia of Geobiology*. Springer, in press.
- Böttcher, M.E., Brumsack, H.-J. & Dürselen, C.-D. (2007) The isotopic composition of modern seawater sulfate: I. Coastal waters with special regard to the North Sea. *J. Mar. Sys.* 67, 73-82.
- Böttcher, M.E., Ferdelman, T.G., Jorgensen, B.B., Blake, R.E., Surkov, A.V. & Claypool, G.E. (2006) Sulfur isotope fractionation by the deep biosphere within sediments of the Eastern Equatorial Pacific and Peru Margin. In (Jorgensen, B.B., D'Hondt S. & Miller, D. (Eds.)) *Proc. ODP, Sci. Res.* 201-109, 1-21.
- Böttcher, M.E., Hespenheide, B., Brumsack, H.-J. & Bosselmann, K. (2004) Stable isotope biogeochemistry of the sulfur cycle in modern marine sediments: I. Seasonal dynamics in a temperate intertidal sandy surface sediment. *Isotopes Environ. Health Stud.* 40, 267-283.
- Böttcher, M.E., Khim, B.-K., Suzuki, A., Gehre, M., Wortmann, U.G. & Brumsack, H.-J. (2004) Microbial sulfate reduction in deep sediments of the southwest Pacific (ODP Leg 181; Sites 1119 to 1125): Evidence from stable sulfur isotopes and pore water modeling. *Mar. Geol.* 205, 249-260.
- Böttcher, M.E., Voss, M., Schulz-Bull, D., Schneider, R., Leipe, T. & Knöller, K. (2010) Environmental changes in the Pearl River Estuary (China) as reflected by light stable isotopes and organic contaminants. Accepted *Journal Marine System*.
- Clift, P.D., Lin, J. (1998): *Seismic Velocity, Stratigraphy and Acoustic Study of the South China Sea.*, Report, Department of Geology and Geophysics, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA 02543, pp46.
- Clift, P., Wang, P., Kuhnt, W., Hall, R., Tada, R. (2002): Continent-Ocean Interactions within the East Asian Marginal Seas. *American Geophysical Union Chapman Meeting*, 10-14th November 2002,
- de Beer D., Wenzhöfer, F., Ferdelman, T.G., Boehme, S.E., Hüttel, M., van Beusekom, J.E.E., Böttcher, M.E., Musat, N. & Dubilier, N. (2005) Transport and mineralization in North Sea sandy intertidal sediments, Sylt-Rømø Basin, Wadden Sea. *Limnol. Oceanogr.* 50, 113-127.
- Dellwig, O., Bosselmann, K., Kölsch, S., Hentzschel, M., Hinrichs, J., Böttcher, M.E., Reuter, R. & Brumsack, H.-J. (2007) Sources and fate of manganese in a tidal basin of the German Wadden Sea. *J. Sea Res.* 57, 1-18.
- Garçon V, A. Oschlies, S. Doney, D. McGillicuddy and J. Waniek (2001): The role of mesoscale variability on plankton dynamics in the North Atlantic, *Deep-Sea Res.* II, 48, 2199-2226.
- Grice, K., Cao, C., Love, G.D., Böttcher, M.E., Twitchett, R.J., Grosjean, E., Summons, R.E., Turgeon, S.C., Dunning, W. & Jing, Y. (2005) Photic zone euxinia during the Permian-Triassic superanoxic event. *Science* 307, 706-709.
- Gupta A., Rahman A., Poh Poh W., et al. (1987): The old alluvium of Singapore and the extinct drainage system to the South China Sea, *Earth Surface Process. Landforms* 12, 259-275.
- Gu Shenchang et al. (1989) The rare element geochemistry of bottom sediment in South China Sea. *Tropical Marine*, Vol 8, No.2.
- Hanebuth, T., Stattegger, K., Grootes, P. (2000): Rapid flooding of the Sunda Shelf; a lateglacial sea-level record. *Science*. 288:1033- 1035.
- Hanebuth, T., Saito, Y., Tanabe, S., Vu, Q.L., Ngo, Q.T. (2006): Sea levels during late marine isotope stage 3 (or older?) reported from the Red River delta (northern Vietnam) and adjacent regions. *Quaternary International*. 145:119-134.
- Harff J., Lampe R., Lemke W., Lübke H., Lüth F., Meyer M., and Tauber F. (2005). The Baltic Sea: A model ocean to study interrelations of geosphere, ecosphere, and anthroposphere in the coastal zone. *Journal of Coastal Research*, 21(3), 441-446.
- Heise, B (2010): Patterns of potential sediment erosion in the Pearl River Estuary, accepted, *Journal of Marine Systems*
- Huang Y., Zou H., Zhang K. (1995). Quaternary coastline evolution in the north of South China Sea. *Tropical Geomorphology* 16(2), 1-21 (in Chinese with an English abstract).
- Jørgensen, B.B., Böttcher, M.E., Lüschen, H., Neretin, L.N. & Volkov, I.I. (2004) Anaerobic methane oxidation and a deep H₂S sink generate isotopically heavy sulfides in Black Sea sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta* 68, 2095-2118

- Kowalski, N., Dellwig O., Beck M., Grunwald M., Kölsch S., Piepho M., Iedel T., Freund H., Brumsack H.-J. & Böttcher, M.E. (2009) Trace metal dynamics in the water column and pore waters in a temperate tidal system: Response to the fate of algae derived organic matter. *Ocean Dynamics* 59, 333-350.
- Leipe, T., Dippner, J.W., Hille, S., Voss, M., Christiansen, C., Bartholdy, J. (2008 a): Environmental changes in the central Baltic Sea during the past 1000 years: inferences from sedimentary records, hydrography and climate. *Oceanologia* 50, 23-41.
- Leipe, T., Harff, J., Meyer, M., Hille, S., Pollehne, F., Schneider, R., Kowalski, N., Brüggman, L. (2008 b): Chapter 14: Sedimentary records of environmental changes and anthropogenic impacts during the past decades. In: Feistel, R., Nausch, G., Wasmund, N. (Eds.): *State and Evolution of the Baltic Sea, 1952-2005: A detailed 50-year survey of meteorology and climate, physics, chemistry, biology, and marine environment*. Wiley, 2008.
- Mayer, L.M., Rhaim, P.T., Guerin, W., Macko, S.A., Watling, L. and Anderson, F.E. (1985) Biological and granulometric controls on organic matter of an intertidal mudflat. *Est., Coast. and Shelf Sciences*, 20, 491-503
- Neretin, L.N., Böttcher, M.E., Jörgensen, B.B., Volkov, I.I., Lüschen, H. & Hilgenfeldt, K. (2004) Pyritization processes and greigite formation in the advancing sulfidization front in the Upper Pleistocene sediments of the Black Sea. *Geochim. Cosmochim. Acta* 68, 2081-2093.
- Posamentier, H. W., Vail, P. R. (1988): Eustatic controls on clastic deposition II – sequence and systems track models.- in: Wilgus, C. K. et al. (eds.): *Sea level changes – an integrated approach*.- Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Publ. Nor. 42, p. 125 – 154.
- Rückert, P. (2006): *Sedimentologische und geochemische Charakterisierung des Perl-Fluß-Ästuars in Südchina*.- Diplom-Arbeit, Institut für Geographie und Geologie, Universität Greifswald, 57 S., 19 Abb., 9 Tab., 66 Lit., 3 Anhänge.
- Schimanski, A., Stattegger, K. (2005): Deglacial and Holocene evolution of the Vietnam shelf: stratigraphy, sediments and sea-level change. *Marine Geology*. 214, 365-387.
- Schulz-Bull, D.E., G. Petrick, R. Bruhn & J.C. Duinker, 1998. Chlorobiphenyls (PCB) and PAHs in water masses of the northern North Atlantic. *Marine Chemistry*, 61, 101-114.
- Schulz-Bull, D.E., G. Petrick, N. Kannan & J.C. Duinker, 1995. Distribution of individual chlorobiphenyls (PCB) in solution and suspension in the Baltic Sea. *Marine Chemistry*, 48, 245-270.
- Shi Qi, Leipe, T., Rückert, P. Zhou Di, Harff, J. (2010): *Geochemical Composition, Provenance, Deposition and Enrichment of Short Sediment Cores from the Pearl River Estuary, Southern China*.- accepted *Journal of Marine Systems*.
- Shi, M., Chen, C., Xu, Q., Lin, H., Liu, G., Wang, H., Wang, F., Yan, J. (2002): The Role of Qiongzhou Strait in the Seasonal Variation of the South China Sea Circulation, *Journal Physical Oceanography*, 32, 103-121.
- Siegel, H., M. Gerth, T. Schmidt (1996): Water exchange in the Pomeranian Bight investigated by satellite data and ship-borne measurements. *Continental Shelf Research*, Vol.16, No.14, 1793-1817.
- Siegel, H., T. Seifert, M. Gerth, T. Ohde, J. Reißmann, G. Schernewski (2004): Dynamical processes along the German Baltic Sea coast systematized to support coastal monitoring, in G. Schernewski & N. Löser (eds.) *Managing the Baltic Sea, Coastline Reports 2*, ISSN 0928-2734, 219-226.
- Siegel, H., T. Ohde, M. Gerth, G. Lavik, T. Leipe, 2007. Identification of coccolithophore blooms in the SE Atlantic Ocean off Namibia by satellites and in situ methods. *Continental Shelf Research*, 27, 258-274.
- Siegel, H., I. Stottmeister, J. Reißmann, and M. Gerth, 2008: Siak River System - East-Sumatra Characterisation of sources, estuarine processes, and discharge into the Malacca Strait. *Journal of Marine Systems*, doi:10.1016/j.marsys.2008.12.003.
- Stark A., Bauer A., Bosselmann K., Böttcher M.E., Schulz-Bull D.E., Leipe T., Harff J., Xia Z., Zheng Z.C. & Waniek J.J. (2010) Biogeochemical and hydrographical investigations in the Beibu Gulf, South China Sea during southwest Monsoon: First Results from the FENDOU 5 cruise. *Geophys. Res. Abs.* 12, #3700
- Steinke, S., Han-Yi Chiu, Pai-Sen Y., et al. (2006): On the influence of sea level and monsoon climate on the southern South China Sea freshwater budget over the last 22,000 years. *Quaternary Science Reviews*. 25, 1475-1488.
- Steinke, S., Kienast, M., Hanebuth T. (2003): On the significance of sea-level variations and shelf paleomorphology in governing sedimentation in the southern South China Sea during the last deglaciation. *Marine Geology*. 201, 179-206.
- Tanabe S., Hori K., Saito Y., et al. (2003a): Song Hong (Red River) delta evolution related to millennium-scale Holocene sea-level changes. *Quaternary Science Reviews* 22, 2345-2361.
- Tanabe S., Hori K., Satio Y., et al., 2003b. Sedimentary facies and radiocarbon dates of the Nam Dinh-1 core from the Song Hong (Red River) delta, Vietnam. *Journal of Asian Earth Sciences* 21, 503-513.
- Tang, C., Di Zhou, D., Endler, R, Lin, J., Harff, J. (2010): *Sedimentary Development of the Pearl River Estuary Based on Seismic Stratigraphy*.- accepted *Journal of Marine Systems*.
- Tang D.L. Ni, I-H., Müller-Karger, F.E., Liu, Z.J. (1998): Analysis of annual and spatial patterns of CZCS-derived pigment concentration on the continental shelf of China, *Continental Shelf Research* 18, 1493-1515
- Tomczak, M., Godfrey, J.S. (1994): *Regional Oceanography: An Introduction*, pergamon, 421pp
- Waniek J.J., W. Koeve and R. Prien (2000): Trajectories of sinking particles and the catchment areas above sediment traps in the northeast Atlantic, *J. Marine Res.*, 58:6, p. 983-1006
- Waniek, J.J., Schulz-Bull, D.E., Blanz, T, Prien, R., Oschlies, A. and Müller, T. (2005a) Interannual variability of deep water particle flux in relation to production and lateral sources in the northeast Atlantic. *Deep Sea Res. Part I*, 52, 33-50.
- Waniek J.J., Schulz-Bull, D.E., Kuss, J., Blanz, T. (2005b) Long-time series of deep water particle flux in three biogeochemical provinces of the northeast Atlantic. *Journal of Marine Systems*, 56, 391-415.

- Waniek, J.J., Holliday, P. N., Davidson, R., Brown, L., Henson, S., Pollard, R. (2005c): Freshwater control of the onset and species composition of the Greenland shelf spring bloom. *Marine Ecology Progress Series*, 288: 45-57.
- Wyrski, K. (1961): Physical oceanography of the southeast Asian waters. *Scientific Results of Maritime Investigations of the South China Sea and the Gulf of Thailand 1959-1961*. Naga Report, 2. Scripps Institution of Oceanography, La Jolla California, Balkema, Rotterdam.
- Xia, Z., Ma, S., Huang X. (2008): Report of pre-research and training for the future cooperation between GMGS and IOW in Germany (February 14 to April 14, 2008).- unpubl. Report, Leibniz-Institute for Baltic Sea Research, Warnemünde.
- Xia Zhen, J.J. Waniek, T. Leipe (2012): Anthropogenic fingerprint in Beibu Gulf (South China Sea) sediments, *Journal of Coastal Research*, accepted
- Yao Y. (2007): Report of a work stay of Yao Yantao, doctoral student of SCSIO at IOW, Germany, September – October 2007.- unpublished report, Leibniz-Institute for Baltic Sea Research Warnemünde, 11 p
- Yim, W. W. -S., Huang, G. et al. (2006): Postglacial sea-level changes in the northern South China Sea continental shelf: Evidence for a post-8200 calendar ka meltwater pulse. *Quaternary International*. 145-146: 55-67.
- Yu, M. G., Liu, J.F. (1993): The system and pattern of the South China Sea circulation (in Chinese). *Ocean Predict.*, 10 (2), 13–17.
- Zhao Yiyang, Yan Mingcai (1994) :Geochemistry of sediments of the China Shelf Sea. Science Press.
- Zong, Y. (2004): Mid-Holocene sea-level highstand along the Southeast Coast of China. *Quaternary International* 117, 55-67.
- Zopfi, J., Böttcher, M.E. & Jorgensen, B.B. (2008): Biogeochemistry of sulfur and iron in Thioploca-dominated surface sediments off Chile. *Geochim. Cosmochim. Acta* 72, 827-843.

5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Im Zuge des Vorhabens bestand eine erfolgreiche Kooperation mit Guangzhou Marine Geological Survey (GMGS), China Geological Survey (CGS), State Oceanographic Administration (SOA) sowie dem Institut für Geowissenschaften in Kiel.

II Eingehende Darstellung

1. Erzielte Ergebnisse (der Verwendung der Zuwendung und der erzielten Ergebnisse im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele)

1.1 Hydrographische Untersuchungen

Auf 50 Stationen (Abb. 1) in den chinesischen Gewässern des Beibu Golfs wurden hydrographische und biogeochemische Untersuchungen in der Wassersäule durchgeführt. Mittels einer CTD wurden Wasserproben zur Bestimmung der Nährstoffgehalte, der Chlorophyll a Konzentration, der Menge des suspendierten Materials (SPM) sowie des partikulären organischen Kohlenstoffs (POC) genommen. Gleichzeitig wurden aus ausgesuchten Tiefenniveaus Proben für REM Analysen gesammelt, die zur Bestimmung der mineralogischen Partikelzusammensetzung und deren Herkunftsgebiete herangezogen werden. Des Weiteren wurden auf zwei Stationen mit Hilfe der Aanderaa Strömungsmesser und des schiffseigenen Acoustic Doppler Current Profiler's (ADCPs) über 25 h jeweils zur Nipp- und Springgezeit Strömungen in ausgewählten Tiefenniveaus registriert, diese erlauben den Einfluss der Gezeiten auf die Verhältnisse in der Wassersäule sowie die Transporte über einen Gezeitenzyklus abzuschätzen. Ergänzt wurden hydrographische Messungen mittels CTD in einem 1h Intervall über einen Gezeitenzyklus durchgeführt, woraus der Einfluss der Gezeit auf die Schichtungsverhältnisse, sowie die Veränderungen (zeitlich und vertikal) der Temperatur und des Salzgehaltes registriert wurden. Die in dieser Zeit genommen Proben zur Bestimmung der Nährstoffkonzentrationen sowie des Chlorophyll a Gehaltes werden helfen den gezeitenbedingten Nährstoffeintrag und seine Auswirkungen auf die Primärproduktion einzuschätzen. Insgesamt wurden während der Expedition erstaunlich niedrige Nährstoffkonzentrationen sowie Chlorophyll a Gehalte in der Wassersäule in der gesamten Untersuchungsregion vorgefunden.

Die oberflächennahen Registrierungen der Temperatur (Abb. 9) zeigen eine klare Zweiteilung: warmes Oberflächenwasser auf der Anfahrtstrecke zum Arbeitsgebiet (24°C-28°C) bis hin in den Golf südlich 20°N. Nördlich wurden Temperaturen von 19°C-23°C gemessen. Der Salzgehalt an der Oberfläche weist ähnliches Muster auf mit einem halinen Wasserkörper südlich von 20°N (>33) mit der Ausnahme einer "frisch" Wasserzelle (~32) in der Region zentriert auf 18.5°N, 107.5°E und nördlich 20°N mit Salzgehalten unter 33 (Abb. 9).

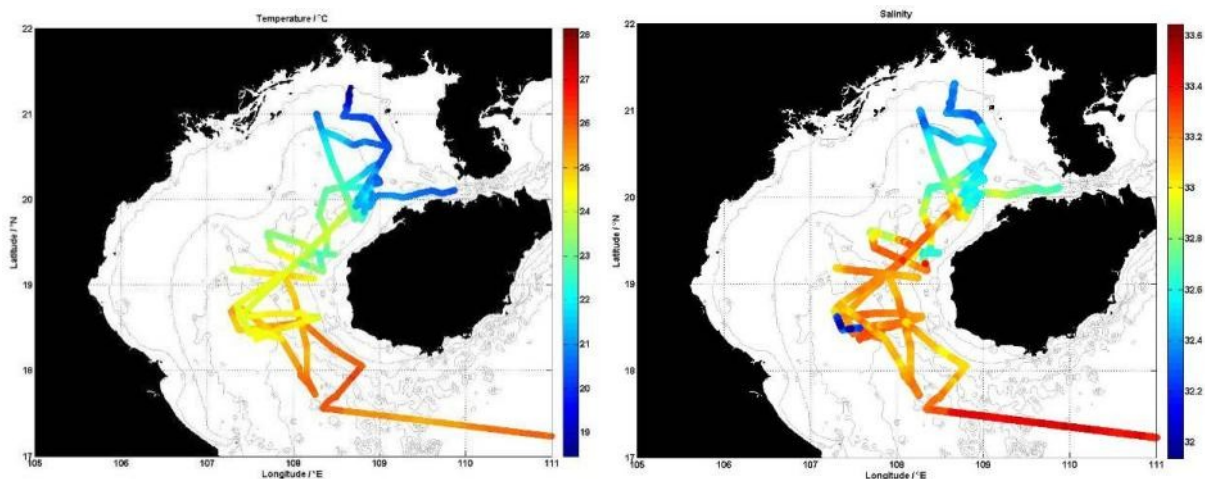


Abb. 9: Temperatur (a) und (b) Salzgehalt an der Oberfläche basierend auf den Messungen des Thermosalinographen im Verlauf der SO219.

Die Entwicklung der Temperatur, des Salzgehaltes und der Chlorophyll Verteilung in der Wassersäule über den Verlauf der Gezeitenperiode zeigt Abb. 10. Die oberen 17 m der Wassersäule sind während des Hochwassers (2:39-4:58 Ortszeit) relativ warm (20.4°C). Die Thermocline trennt das warme Oberflächenwasser vom kalten Wasser in Bodennähe ($T < 20.4^\circ\text{C}$). Während der Ebbe und des Niedrigwassers (6:00-12:00) gleichmäßige Temperaturen von 20.2°C wurden in der gesamten

Wassersäule beobachtet (Abb. 10). Die Flut (13:00-) ist nur schwach sichtbar und lediglich in der leichten Erhöhung der Temperaturen in Oberflächennähe auszumachen.

Der Salzgehalt ist höher in den oberen 17 m (>32.58), darunter getrennt durch eine stark ausgeprägte Halokline ist ein frischer Wasserkörper am Anfang der Aufzeichnungen sichtbar (Abb. 10). Die Signatur der Flut verschwindet vollständig während der Ebbe und des Niedrigwassers. In der gesamten Wassersäule sind nun Salzgehalte < 32.56 zu finden. Die aufkommende Flut bringt erneut hohe Salzgehalte (>32.6) mit sich, diese sind zunächst bodennah zu beobachten. Der haline Wasserkörper breitet sich schliesslich über die gesamte Wassersäule aus (Fig. 10). Chlorophyll *a* Konzentrationen über die 14 h langen Messungen sind $>0.4 \text{ mgm}^{-3}$ Chl *a* bis in 17 m Tiefe und nur leicht geringer darunter ($<0.4 \text{ mgm}^{-3}$, Fig. 13c). Während der Ebbe und des Niedrigwassers sind die Konzentrationen sehr gleichmäßig überall in der Wassersäule. Allerdings um 7:48 und 12:54, wahrscheinlich durch die Verstärkung der Gezeitenströme, Anzeichen der Resuspension vom frischen biogenen Material oder des Runtermischens der Phytoplanktonpopulation ist sichtbar (Abb. 13c), da die Konzentrationen leicht zunehmen (bis auf 0.45 mgm^{-3}).

Zurzeit findet keine Bearbeitung der Daten statt, da entsprechende Mittel bzw. Personal fehlen.

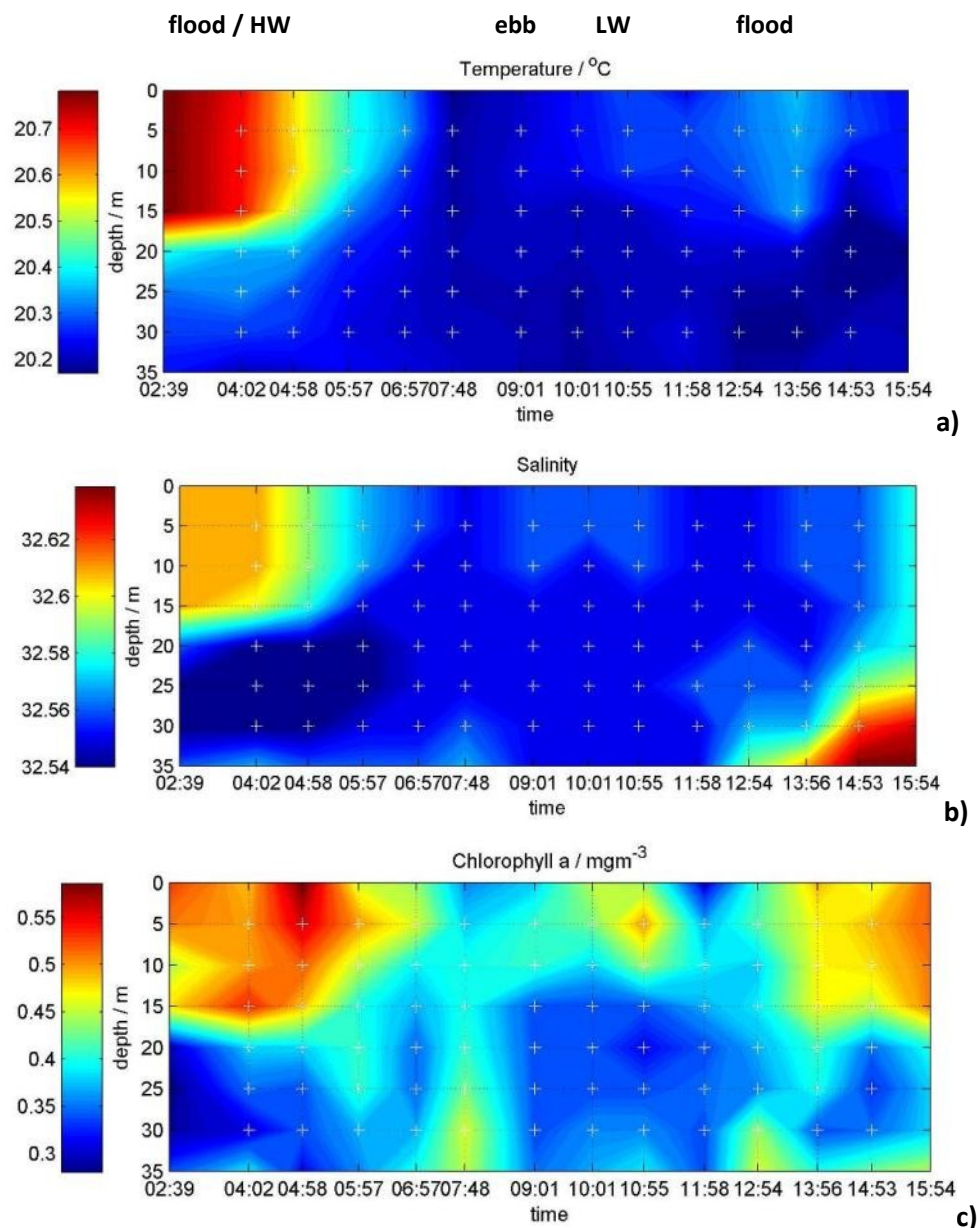


Abb.10: Temperatur (a), Salzgehalt (b) und (c) Chlorophyll a Verteilung über 14 Stunden des Gezeitenzyklus. Flut mit Hochwasser, Ebbe mit Niedrigwasser und die einsetzende Flut sind gekennzeichnet.

1.2 Bio-optische Messungen

Während der Expedition SO219 konzentrierten sich die Untersuchungen der Gruppe Meeresoptik/Fernerkundung auf die Verteilung der optisch wirksamen Wasserinhaltsstoffe (Gelbstoff, Schwebstoff, Chlorophyll), ihrer inhärenten optischen Eigenschaften sowie die Auswirkung auf die apparenten optischen Eigenschaften des Wassers (Strahlungstransport, Wasserfarbe, Transparenz). Licht im Meer ist eine entscheidende Einflussgröße für biologische, physikalische und chemische Prozesse. Andererseits liefern optische Eigenschaften auch Informationen über Küstenabfluss, biologische Aktivität oder Mischungs- und Resuspensionsprozesse. Die Arbeiten während der Expedition wurden unterstützt durch die Bereitstellung von wolkenfreien Satelliten-Szenen der Wasseroberflächentemperatur und der Wasserfarbe, die durch Kollegen der Arbeitsgruppe im IOW bearbeitet und an das Schiff übermittelt wurden. Der gewonnene Datensatz dient auch für den Vergleich und Validation von, aus Satellitendaten (Ocean colour) abgeleiteten, Produkten.

An jeder Station wurden mit den Schöpfern der CTD Wasserproben aus unterschiedlichen Wassertiefen für bio-optische Messungen entnommen. An den meisten Tagesstationen wurden Strahlungsmessungen durchgeführt. Die bio-optische Beprobung dient der Ermittlung der Konzentration und Verteilung der Wasserinhaltsstoffe, suspendiertes Material (SPM), gelöste organische Substanz (Gelbstoff/CDOM) und Chlorophyll (Chl). Dazu wurde Meerwasser durch Glasfaserfilter (GF/F, 0,7 μm nominelle Porenweite) mit definiertem Volumen (0,3-2,0 l) in Abhängigkeit von den Inhaltsstoffkonzentrationen filtriert. Eine Filtration wurde für die gravimetrische Bestimmung des SPM verwendet und das Filtrat bezüglich CDOM Absorption analysiert. Eine zweite Filtration wurde für die Bestimmung der Partikel- und Pigmentabsorption vorgenommen. Die Chla-Bestimmung wird von der Arbeitsgruppe der Sektion Meereschemie durchgeführt.

Die Absorptionsmessungen wurden an Bord mit einem UV/Vis-Spektrometer Perkin Elmer Lambda 2 realisiert. CDOM Absorption wurde unter Verwendung einer 10 cm Quarzküvette im Spektralbereich zwischen 380 und 700 nm gemessen (Højerslev 1980). Die Absorption des partikulären Materials AP (λ) wurde mit Hilfe der Filterpad- Methode nach Bricaud & Stramski (1990) bestimmt. Aus der Partikelabsorption $a_p(\lambda)$ können dann die Anteile des Phytoplanktons $a_{ph}(\lambda)$ und Detritus $a_d(\lambda)$ sowie der spezifischen Absorption von Phytoplankton berechnet. Für Strahlungsmessungen an der Oberfläche und in der Wassersäule wurden hyperspektrale RAMSES Radiometer zur Messung der aufwärtsgerichteten Strahldichte (L ; Radiance) und der einfallenden Bestrahlungsstärke (E , Irradiance) im VIS Spektralbereich der deutschen Firma TriOS Messung eingesetzt.

Einfache Methoden zur Charakterisierung von Gewässern sind die Ermittlung von Transparenz und Farbe des Wassers mit einer Secchi Scheibe und der Forel Skala. Während der Expedition wurden 164 Wasserproben an 49 Stationen vermessen. An 27 Stationen konnte die Strahlung gemessen und die Secchitiefe bestimmt werden (Tagstationen).

Die meteorologischen Bedingungen waren überwiegend durch nordöstliche Winde mit durchschnittlich 8-14 ms^{-1} gekennzeichnet, mit stark und schnell wechselnder Bewölkung. Die hohe Wolkenbedeckung reduzierte die nutzbare Anzahl von Satelliten-Szenen. Der starke Wind und die Gezeiten induzieren eine starke Durchmischung des Wasserkörpers. Hohe Schwebstofffrachten westlich der Quingzhou Straße, der Halbinsel Leizhou und der Insel Hainan veränderten die Wasserfarbe zu grün bis grau (Abb. 11). Die MODIS-Szenen zeigen Beispiele vom 3. Dezember 2011 bei auflaufendem Wasser und vom 11. Dezember 2011 während Ebbe. Die verschiedenen Mondphasen (erstes Quartal und Vollmond) führen zu einem Tidenhub von 1,7 m und 4,5 m bei Springflut am 11. Dezember 2011. Höhere Konzentrationen von Schwebstoffen und eine größere Ausdehnung am 11. Dezember 2011 werden einerseits durch den Aufnahmezeitpunkt während Ebbe verursacht, andererseits durch den höheren Tidenhub.



Abb.11: RGB Satellitenszenen von MODIS Terra von a) 03. 12. 2011, kurz vor Flut mit einem Tidenanstieg von 1.70 m und b) 11. Dez. 2011 während ablaufendem Wasser mit einem Tidenfall von 4.50 m. Die markierten Regionen zeigen unterschiedliche Wasserkörper 1-klares Wasser ähnlich Station 5 in Abb. 13, 2-trübes Wasser ähnlich Station 24 in Abb. 12

Die suspendierten Partikel bestehen aus anorganischem Material mit geringem organischem Detritus. Die hohen Konzentrationen verursachen eine starke Veränderung der Wasserfarbe und Transparenz. Die Secchi-Tiefe in klarem Wasser (1) variiert zwischen 11 und 17 m. Im trüben Wasser reduziert der Schwebstoffgehalt die Sichttiefe auf bis zu 1,5 m (2) (Abb. 12). Die Bilder der Secchi Scheibe (SD) in Abb. 12 repräsentieren unterschiedliche Wassermassen und veranschaulichen die Variation der Wasserfarbe. Station 5 vom 5.12. repräsentiert klares, blaues Meerwasser (SD = 17 m) und Station 24 vom 12.12.2011 sehr trübes grünes Wasser (SD = 1,8 m) gemessen kurz nach der Springflut. Das Maximum des spektralen Reflexionsgrads (Wasserfarbe) verschob sich vom blauen bis grünen Spektralbereich aufgrund der Veränderungen in der Konzentration und Zusammensetzung der optisch aktiven Wasserinhaltsstoffe.

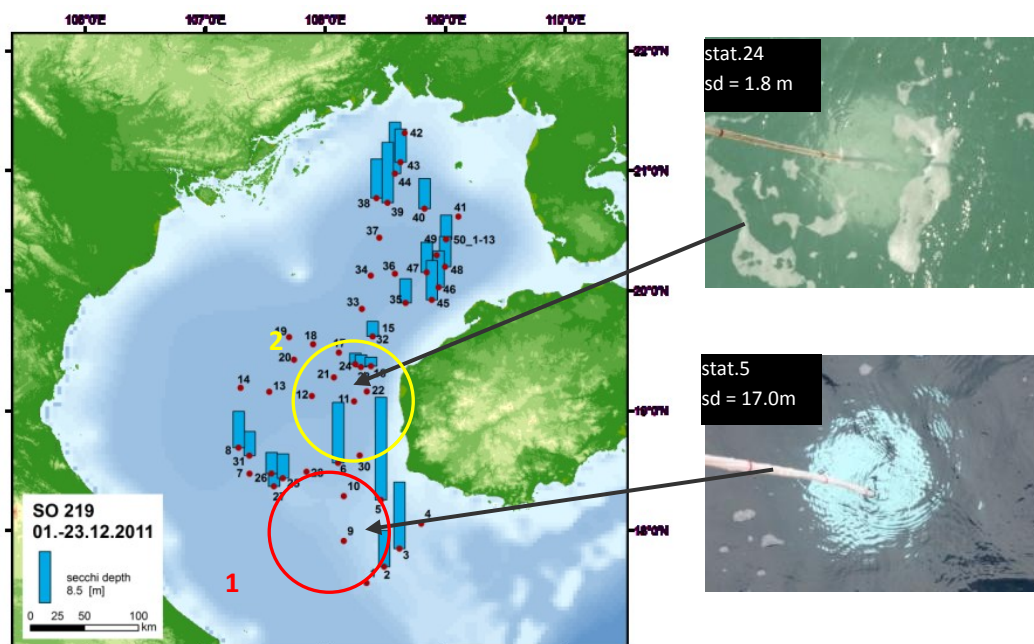


Abb. 12: Stationskarte mit gemessener Sichttiefe und 2 Beispielfotos der Wasserfarbe von 2 unterschiedlichen Wassermassen, Sichttiefe (SD) an Station 24= 1.8 m und Station 5=17.0 m gemessen am 5. und 12. 12.2011.

Am Beispiel der Station 5 und 23 wird der Einfluss der optisch aktiven Wasserinhaltsstoffe auf den Strahlungstransport in der Wassersäule dargestellt (Abb. 13).

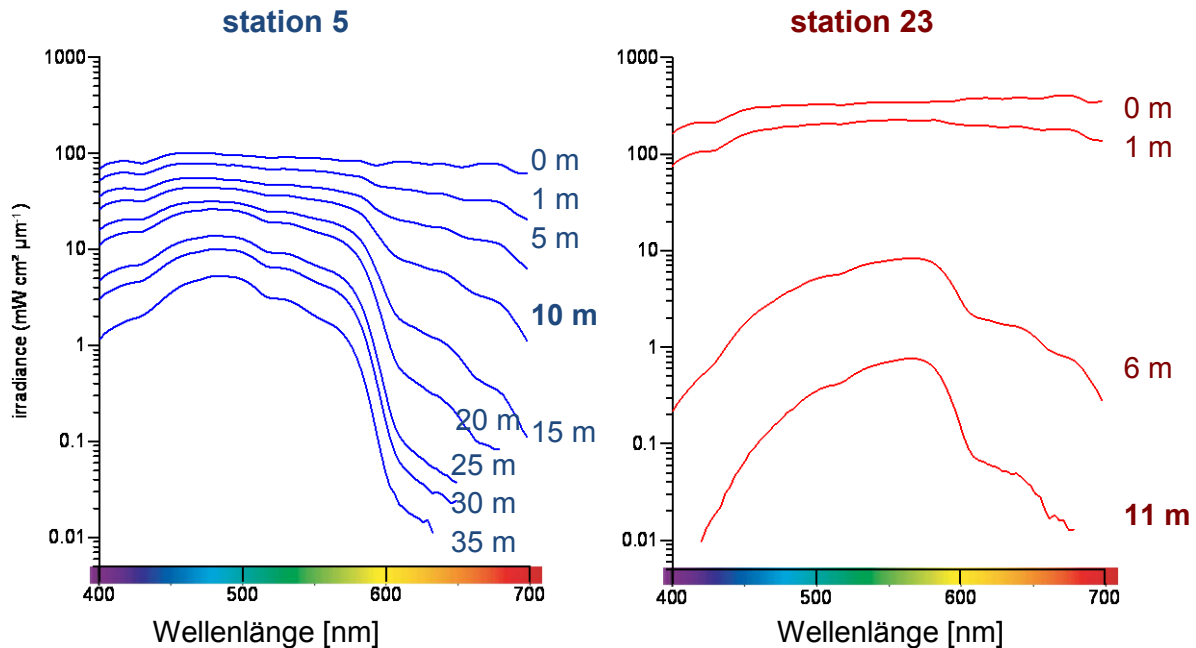


Abb. 13: Gemessene Bestrahlungsstärke auf den Station 5 und 23.

Die wellenlängenabhängige Eindringtiefe des Lichts im Beibu Golf zeigt deutliche Unterschiede. Das reine Meerwasser absorbiert vorrangig das langwellige, rote Licht was am Beispiel der Station 5 deutlich wird. Die Wasserinhaltsstoffe führen zu einer Veränderung der optischen Eigenschaften. Die Eindringtiefe des Lichts ist dadurch an Station 23 nicht nur signifikant geringer als auf Station 5. Hinzukommt eine Verschiebung des Maximums von etwa 480 nm auf ca. 570 nm, weil die Inhaltsstoffe das Licht nicht nur im gesamten Spektralbereich durch die Streuung an den Partikeln schwächen, sondern weisen auch eine selektive Absorption, die das Licht besonders im kurzwelligen Bereich schwächt, auf.

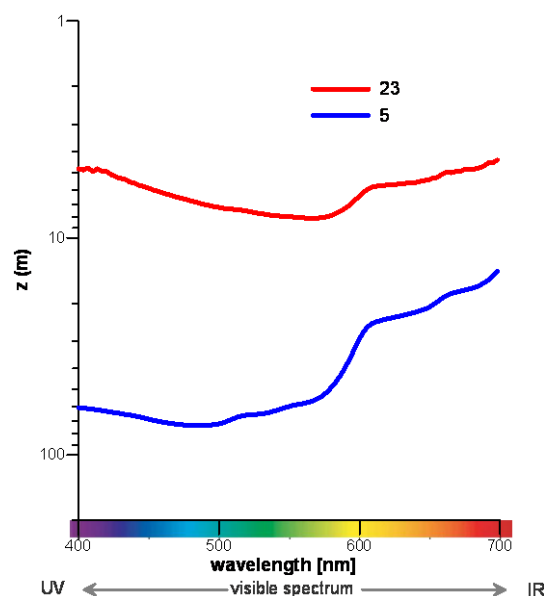


Abb. 14: 1% Lichttiefe (euphotische Zone) für die Stationen 5 und 23.

Die euphotische Schicht ist der Bereich in der Wassersäule, in dem Sonnenlicht für die Photosynthese zur Verfügung steht. Die untere Grenze ist auch definiert als die Tiefe, in der noch 1% der einfallenden Bestrahlungsstärke vorhanden ist. In Abb. 14 ist die wellenabhängige 1% Tiefe für die beiden Stationen dargestellt. Auf der Klarwasserstation 5 variiert sie zwischen ca. 15 m im roten Spektralbereich und 70 m im blauen. Auf der trüben Station 23 variiert sie zwischen 4 und 8 m.

Die Daten der Expedition können aus Kapazitätsgründen leider nicht weiterhin detailliert ausgewertet werden.

1.3 Partikelgrößenverteilung

Auf der Ausfahrt SO-219 wurde der Laser In Situ Scattering and Transmissiometry (LISST) an das Gestell der CTD/Wasserschöpferrosette befestigt, nahe der Sensoren für Fluoreszenz, Trübung, Leitfähigkeit, Temperatur und Druck, um eine gute Vergleichbarkeit zwischen den Messergebnissen in unterschiedlichen Wassertiefen, speziell ober- bzw. unterhalb von Gradienten zu erhalten. LISST 100X type C nutzt die Technik der Diffraktion von Licht spezieller Wellenlänge (670 nm) an Partikeln, die in der Wassersäule schwimmen. Er misst ihre Volumenkonzentration und Größenverteilung über 32 Partikelgrößenklassen zwischen 2,5 und 500 μm . Agrawal and Pottsmith (2000) beschreiben das Wirkungsprinzip des LISSTs und geben Fallbeispiele für die Anwendung.

Die Messung der Hintergrundstreuung des LISSTs in klarem, partikelfreiem Wasser wurde mit filtrierten und destillierten Wasser an Bord durchgeführt, um eine spätere Kalibrierung der Messdaten vornehmen zu können. Der Messdurchgang fand über ein festes Messintervall von einer Sekunde statt. Dabei wurde auf bestimmten Wassertiefen ein Stop von 30 bis 60 Sekunden eingelegt, um repräsentative Messergebnisse zu erhalten. LISST wurde über einen externen Schalter gestartet und gestoppt. Eine Real-time-Messung war nicht möglich. Die Rohdaten wurden mit der LISST-Software (Sequoia Inc.) nachbearbeitet und die Transmissionswerte unterhalb von 0.3 herausgefiltert. Es wurden insgesamt 59 LISST-Messungen durchgeführt, deren detaillierte Auswertung noch aussteht.

Die Durchführung von LISST-Messungen wurde immer mit CTD, Fluoreszenz- und Trübungsmessungen gekoppelt, um ein vielparametrisiertes Messspektrum zu erhalten und die unterschiedlichen Einflüsse auf die Partikelgrößenverteilung zu untersuchen. Speziell infolge der Trübe- und Fluoreszenzkonzentrationen kann abgeschätzt werden, ob die Partikelverteilung stärker von terrigenem (eingeschwemmte bzw. resuspendierte anorganische Sedimentfracht) oder biologischem Material (Phyto- und Zooplankton) dominiert wird. Die Auswertung ist sehr zeitintensiv, da der Vergleich von diesen unterschiedlichen Parametern (Trübung, Fluoreszenz, Salzgehalt, Temperatur und Druck (Wassertiefe)) mit dem LISST noch nicht durchgeführt wurde. Ein Auswerteverfahren wird gerade erarbeitet. Deshalb werden nur beispielhaft anhand einer Messstation die Ergebnisse dargestellt. Die totale Volumenkonzentration an Station SO-3-1 zeigt essentielle Variationen auf. Von der Meeresoberfläche bis in ca. 60 m Wassertiefe beträgt sie zwischen 1 und 2 μL^{-1} (Abb. 15). Unterhalb von 60 m Wassertiefe steigt sie permanent an, bis die Volumenkonzentration mit 4-5 μL^{-1} ihr Maximum nahe dem Meeresboden erreicht.

Betrachtet man die Partikelgrößenverteilung zwischen 4 und 8,5 Φ (63 und 2,7 μm), so zeigt sie über die gesamte Wassersäule ähnliche Muster und Konzentrationen auf. Im größeren Korngrößenbereich (3 bis 1 Φ bzw. 125 bis 500 μm) tritt eine heterogene Partikelgrößenverteilung bis zu einer Wassertiefe von 61,5 m auf. In dieser Wassertiefe wird das Maximum in diesen größeren Partikelgrößenklassen erreicht (Abb. 15), wobei sie in Richtung 1 Φ (500 μm) tendiert.

Unterhalb der Wassertiefe von 61,5 m nimmt dieser Anteil rapide ab. Dies korreliert mit der Abnahme der Chlorophyll-a-Konzentration in diesen Wassertiefen. Höhere Chlorophyll-a-Konzentrationen werden in 10 bis 20 m Wassertiefe erreicht, in denen auch ein Anstieg der totalen Volumenkonzentration von größeren Partikeln verzeichnet wird. Das impliziert, dass bei dieser Station die größeren Partikel, die mit dem LISST gemessen wurden, auf planktonische Spezies zurückgeführt werden können.

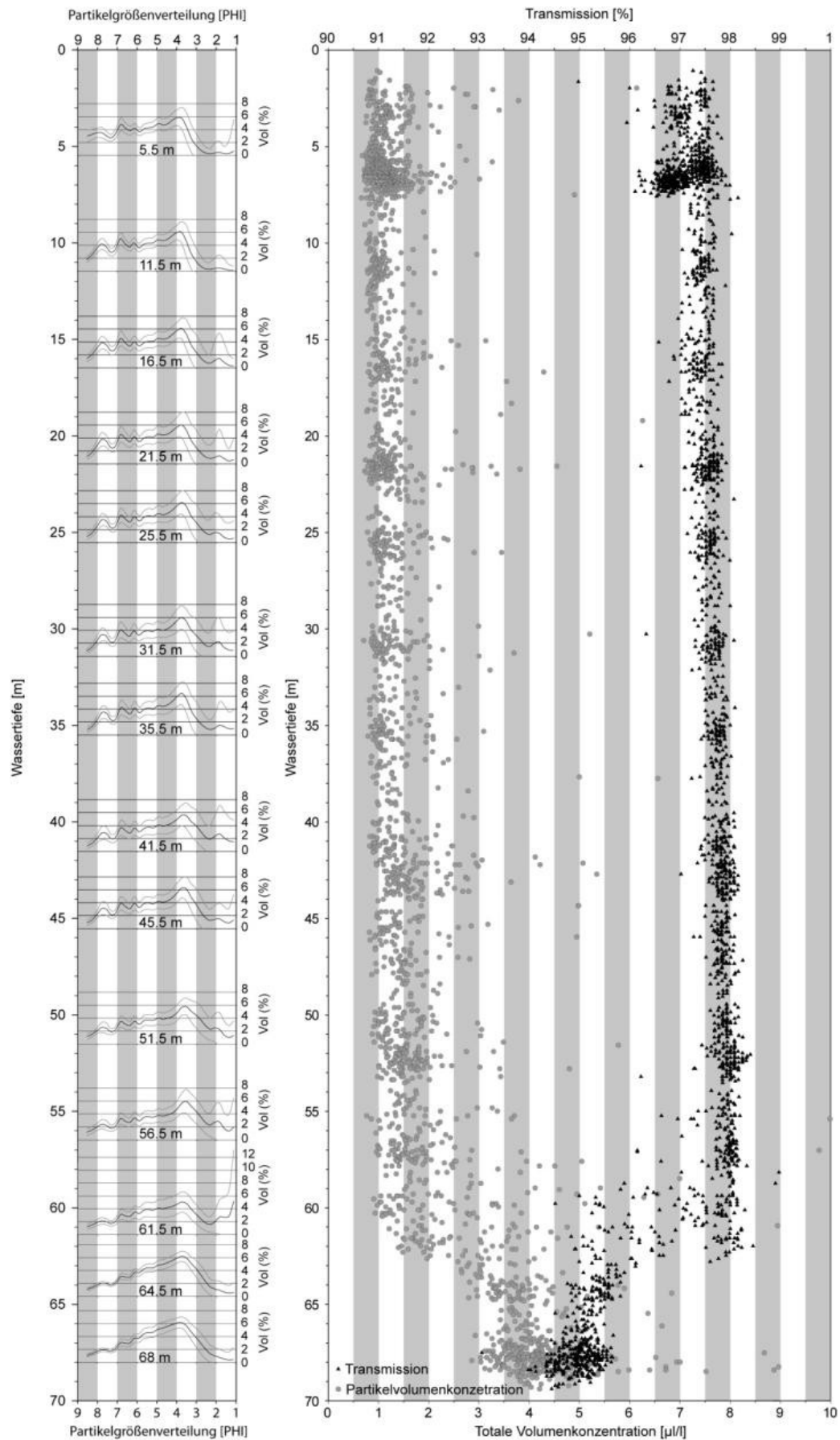


Abbildung 15: Die Partikelgrößenverteilung [Phi], totale Volumenkonzentration [μL^{-1}] und Transmission der LISST-Messungen von Station SO-3-1 über die gesamte Wassersäule.

1.4 Organische Schadstoffe

1.4.1 Seewasserproben – gelöste und partikuläre Phase

Zur Ermittlung der Belastung des Oberflächenwassers im Südchinesischen Meer wurden auf der Fahrt SO219 7 Oberflächenschnitte kontinuierlich beprobt. Während der Fahrt des Forschungsschiffes wurde aus der Reinstseewasserleitung zwischen ausgewählten Stationen das Oberflächenwasser mittels MPS (Multipump-System) kontinuierlich beprobt, wobei der gelöste und partikuläre Anteil der Schadstoffe getrennt erfasst wurde. An ausgewählten Stationen wurden Proben mit einer in-situ Pumpe in ausgewählten Tiefen gewonnen, auch hierbei wurde die gelöste und partikuläre Phase getrennt erfasst.

Die Wasserproben wurden im Reinraumlabor des IOW aufgearbeitet, wobei die gelöste Phase mittels Ehrhardt-Extraktor und die partikuläre Phase mittels Accelerated Solvent Extractor (ASE) extrahiert wurde. Anschließend erfolgte ein Doppelsäulen-Clean up (Aluminiumoxid/Kieselgel) und eine weitere Aufreinigung mittels Gelpermations-chromatographie (GPC). Die Probenextrakte wurden auf unter 50 µl eingengt und am Gaschromatograph-Massenspektrometer (GC-MS) auf chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW) und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) analysiert. Momentan erfolgt die Quantifizierung und Auswertung der Proben.

1.4.2 Sedimentproben

Die auf der Fahrt SO219 mittels MUC gewonnenen 7 Oberflächen- und 4 Sedimentkernproben (0 – 10 cm in 1 cm, 10 – ca. 40 cm in 2 cm geschnitten) wurden im IOW gefriergetrocknet und anschließend in der Sektion Marine Geologie der organische Kohlenstoff in der Gesamtfraction bestimmt. Ein Sedimentkern und die Oberflächenproben wurden bereits im Sedimentlabor des IOW zur Bestimmung organischer Schadstoffe aufgearbeitet und mittels GC-MS auf PAK analysiert. Die Extraktion der gefriergetrockneten Proben erfolgte mittels ASE, anschließend wurden die Probenextrakte mit aktvierten Kupferspänen entschwefelt und durch ein Doppelsäulen-Clean up (Aluminiumoxid/Kieselgel) gereinigt. Die auf unter 100 µl eingengten Probenextrakte wurden am GC-MS auf PAK analysiert und in im Rahmen einer Bachelor-Arbeit ausgewertet (Strohmeier, 2012). Die weitere Analyse und Auswertung auf CKW erfolgt sobald Mittel und/oder Personal wieder vorhanden sein werden.

1.5 Kohlenstoff- und Spurenelementkreisläufe in Wassersäule und Sedimenten

Während der Ausfahrt mit dem FS SONNE in den Beibu-Golf wurden Wasser-, Schwebstoff-, Porenwasser- und Sedimentproben gewonnen, um die biogeochemischen Elementkreisläufe an der Wasser-Sediment-Grenzschicht sowie die Transformation der Spurenelemente während der Mineralisierung organischen Materials zu untersuchen. An Bord durchgeführte Tüten- und Sedimentkerninkubationen dienen dazu, die Elementflüsse im Sediment bzw. vom Sediment ins überliegende Bodenwasser zu quantifizieren.

An 30 Stationen wurden Oberflächen- und bodennahe Wasserproben mit der CTD genommen, für die Analyse der gelösten Haupt- und Spurenmetalle mit ICP-OES und des gelösten anorganischen Kohlenstoff (DIC) sowie der Kohlenstoff-Isotopenzusammensetzung ($\delta^{13}\text{C}$) im DIC mit einer Finnigan Gasbench II gekoppelt an einem Gasisotopenmassenspektrometer (IRMS). Außerdem wurden Filterpräparate hergestellt, um die partikulären Haupt- und Spurenmetalle sowie den partikulären anorganischen und organischen Kohlenstoff (PIC, POC) quantitativ zu bestimmen. Die Polykarbonat-Filter für die Metallanalyse werden mit einem Säuregemisch (HNO_3 , HClO_4 und HF) aufgeschlossen und anschließend mit ICP-OES gemessen. Die Analyse des PIC und POC erfolgt mit einem CS Elementanalysator. Die zusätzliche Messung des $\delta^{13}\text{C}$ im POC soll Informationen über die Qualität des organischen Materials in der Wassersäule liefern. Weitere Filterpräparationen wurden für die Analyse der strukturellen und mineralogischen Zusammensetzung des suspendierten partikulären Materials (SPM) mit REM-EDX durchgeführt.

Die Sedimentprobenahme erfolgte mit Multicorer (MUC) für die Oberflächen- und Schwerelot (GC) für die Tiefensedimente. Unmittelbar nach der Bergung wurden an den Sedimentkernen Rhizon-Probennehmer eingesetzt, um Porenwasser für die Analyse des gelösten Sulfids, gelöste Haupt- und

Spurenelemente, Nährstoffe und DIC zu gewinnen. Die Messung der gelösten Metalle und des DIC erfolgt wie zuvor beschrieben. Sulfid wird photometrisch und die Nährstoffe mit Autoanalyser gemessen. Die Kurzkerne wurden für die geochemische Analyse der sedimentären Haupt- und Spurenelemente, des gesamten anorganischen und organischen Kohlenstoffs (TIC und TOC) an Bord beprobt. Außerdem wurden Zinkacetat-fixierte Sedimentproben für die Analyse der Schwefelspezies und Schwefelisotopenzusammensetzung genommen. Zusätzliche Messungen des pH-Wertes in den Sedimenten dienen dazu, einen möglichen Protonentransfer während der Oxidation organischen Materials durch Veränderungen des pH-Wertes festzustellen.

Die Tüten- und Kerninkubationen zur Studie der Spurenelementflüsse wurden mit natürlichen Sedimenten bei 20°C Umgebungstemperatur durchgeführt. Für die Tüteninkubationen wurden die oberen 10 cm von 5 MUC-Kernen abgenommen und mit Argon begast, um den Sauerstoff aus dem Sediment zu entfernen. Unter der Argon-Atmosphäre wurden 5 definierte Sedimentteile abgenommen. Ein Teil wurde mit TOC (getrocknete und homogenisierte Cyanobakterien) angereichert, um die Remineralisierungsprozesse im Sediment anzuregen. Zu den anderen Sedimentportionen wurden jeweils Birnessit (MnO_2), Fe(III)-oxid-hydroxid sowie Natrium-Molybdat zugegeben, um die Verfügbarkeit der Elektronenakzeptoren für die Oxidation des organischen Materials zu manipulieren. Das Sediment wurde in luftdicht verschlossene Plastiktüten gegeben und in regelmäßigen Abständen das Porenwasser für die Analyse des gelösten Sulfids, gelöste Haupt- und Spurenmetalle und Nährstoffe entnommen.

Für die Kerninkubationen wurden an drei ausgewählten Stationen jeweils zwei Kurzkerne inkubiert. Ein Kern wurde natürlich belassen, der zweite mit TOC angereichert. In bestimmten Zeitabständen erfolgte dann die Beprobung für gelöstes Sulfid, Spurenmetalle, Nährstoffe und DIC aus der überstehenden Wassersäule, um den Elementfluss von der Sedimentoberfläche ins Bodenwasser zu bestimmen.

Nach Beendigung der Inkubationen wurde das Sediment beprobt und dabei auch der pH-Wert gemessen und Unterproben für die Bestimmung der sedimentären Schwefelspezies genommen, wie zuvor beschrieben.

Erste Ergebnisse der Porenwasseranalysen sind in Abbildung 16 und 17 dargestellt. Der mikrobielle Abbau organischen Materials führt zu einer Akkumulation gelöster Spurenelemente wie Fe, Mn, P und Si im Porenwasser (Abb. 16). Zudem sind die intensiven Abbauprozesse durch eine deutliche Zunahme des DIC und einer Verschiebung der Kohlenstoffisotopenzusammensetzung zu den leichteren Kohlenstoffisotopen mit zunehmender Tiefe gekennzeichnet (Abb. 17). In einigen Tiefen sind abnehmende Sulfatkonzentrationen sowie Anreicherungen von gelöstem Sulfid zu beobachten, die auf eine Oxidation des organischen Materials durch Sulfatreduktion hindeuten. In den oberflächennahen Porenwässern weisen hohe Fe- und Mn-Anreicherungen auf eine ausreichende Verfügbarkeit von Metalloxiden für die Oxidation des organischen Materials sowie auf eine mögliche Reoxidation des produzierten Sulfids durch die Reduktion von Metalloxiden hin (Abb. 16).

An zwei Stationen ist eine mögliche Beeinflussung der Spurenelementkreisläufe in den tieferen Sedimentschichten durch Methanogenese und Methanoxidation zu erkennen (Abb. 17). Erhebliche quantitative Unterschiede zwischen den einzelnen Stationen hinsichtlich der Elementkonzentrationen sowie der Intensität der Netto-Sulfatreduktion (Abb. 16 und 17) resultieren wahrscheinlich aus einer variierenden Verfügbarkeit und Qualität des in das Sediment eingetragenen organischen Materials, bedingt durch z.B. unterschiedliche Liefergebiete und/oder Sedimentationsraten.

Weitere Messungen, wie die geochemische Charakterisierung des SPM und der Sedimente, sowie die Bestimmung der sedimentären Schwefelspezies und Schwefelisotopen sind notwendig, um die Kenntnisse über die biogeochemischen Prozesse in Wassersäule und Sedimenten des Beibu Golfes zu erweitern. Diese müssen jedoch aufgrund der Beendigung der Projektlaufzeit am 30. März 2012 und einer nicht lückenlosen Anknüpfung durch ein Folgeprojekt bzw. Auswertungsphase stark eingegrenzt werden.

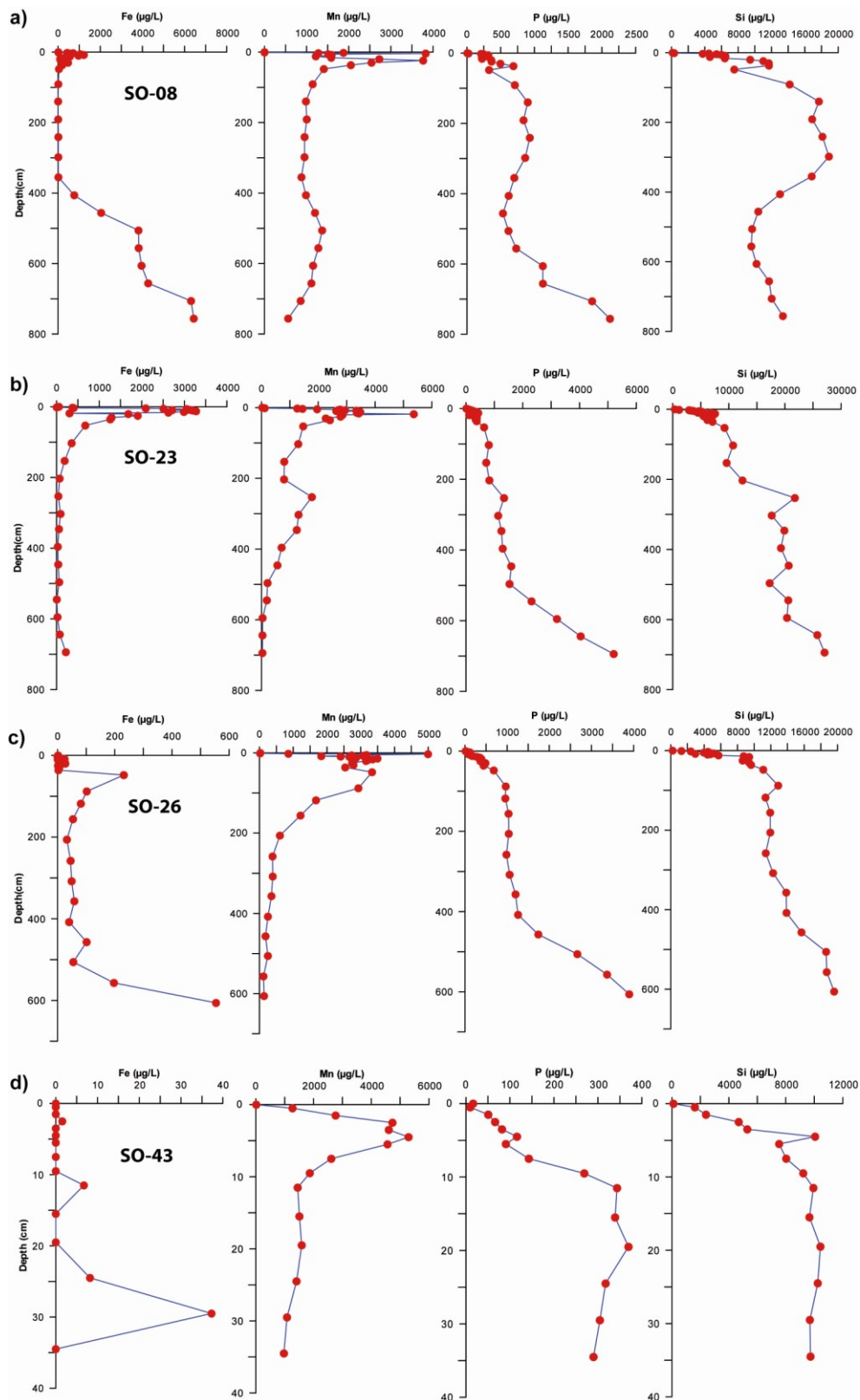


Fig. 16: Porenwasserprofile des gelösten Eisens, Mangans, Phosphors und Siliziums an vier ausgewählten Stationen der SO219.

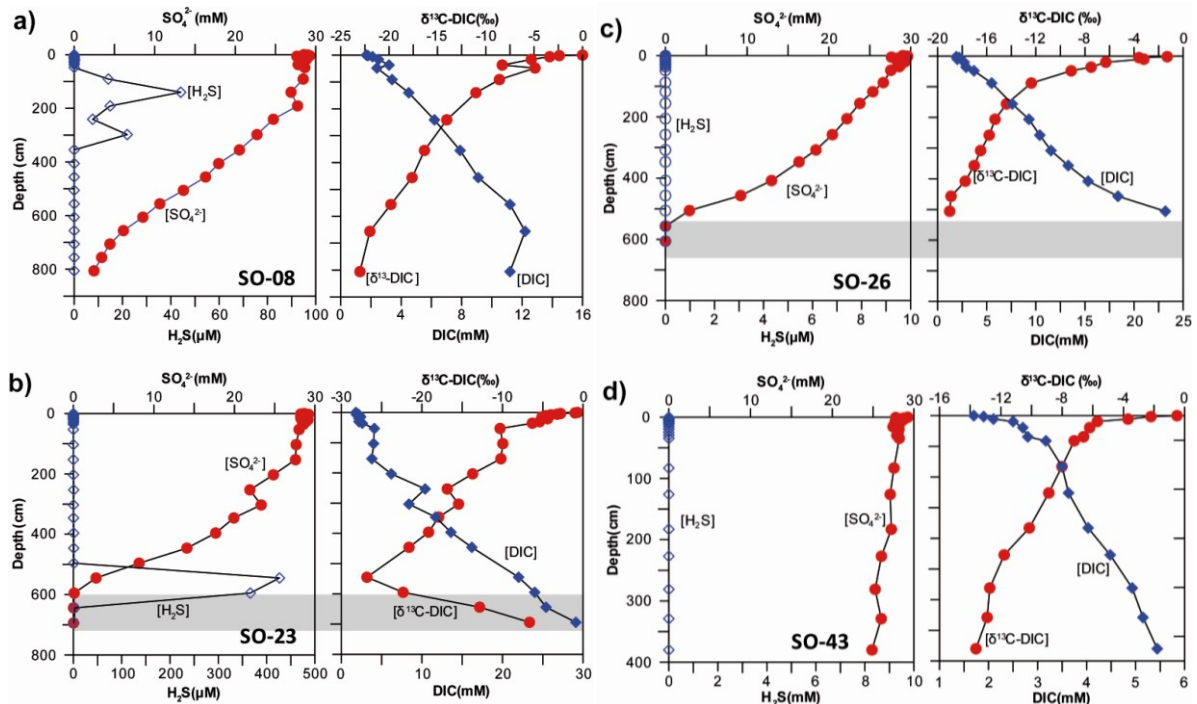


Abb. 17: Porenwasserprofile des gelösten Sulfats, Sulfids und anorganischen Kohlenstoffs (DIC) sowie der korrespondierenden $\delta^{13}\text{C}$ -Werten des DIC an vier ausgewählten Stationen. Die grauen Balken kennzeichnen die mögliche Sulfat-Methan-Übergangszone im Sediment.

1.6 Untersuchungen der Sedimente

Die wichtigsten geologischen Ziele bezüglich des Arbeitsprogrammes der Expedition wurden erreicht. Akustische Profilierung wurde auf den genehmigten Schiffstracks während der Fahrt zwischen den Stationen durchgeführt, wohingegen Änderungen während der Fahrt in Abhängigkeit von den vorgefundenen Situationen waren nur eingeschränkt möglich. In Ergänzung zu den bereits vorliegenden Profildaten der FENDOU5 Reise liegt jetzt ausreichend Material für eine Auswertung und Interpretation vor. Es geht zunächst um die Fixierung der marinen Transgressions-Basis, um die Mächtigkeit der Holozänen marinen Schichten und um deren Lagerungsstrukturen.

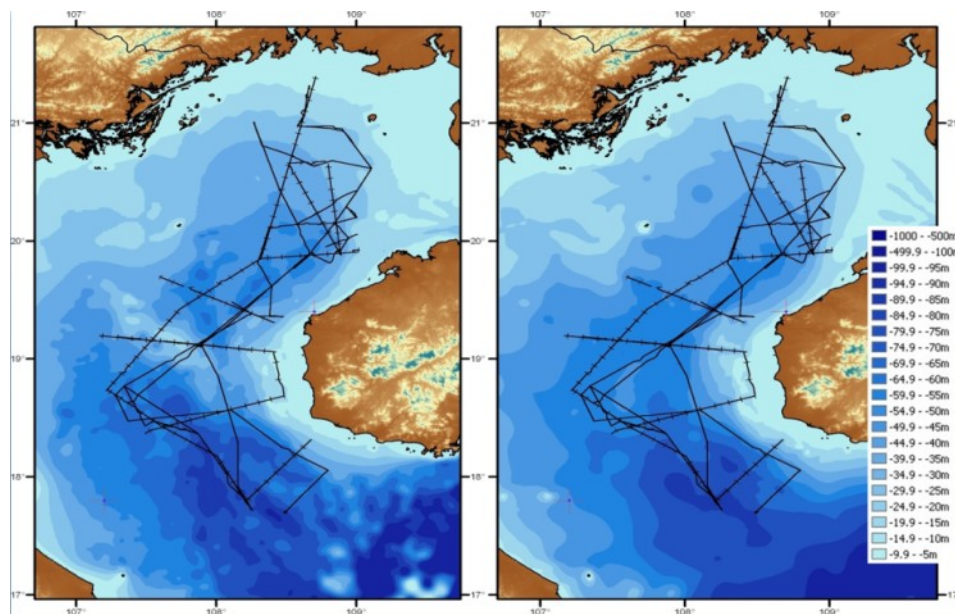


Abb. 18: Bathymetrie des Beibu Golfs, links ETOPO1, rechts neuer, vorzugsweise aus Ergebnissen der Expeditionen FENDOU5 und SO219 erstellter Datensatz. Das eingezeichnete Liniennetz gibt den Profilverlauf der FENDOU5 und SONNE 219 Expeditionen wieder.

Ein Vergleich der akustisch bestimmten Wassertiefendaten mit dem für den Beibu Golf verfügbaren digitalen topographischen Datensatz ETOPO1 zeigte dass dieser offensichtlich fehlerhaft ist. Aus diesem Grund wurde ein neuer digitaler Datensatz erzeugt (Abb. 18). Der markante Unterschied besteht in der nichtvorhandenen Schwelle im linken Bild, mittlerer Teil, der den nördlichen und südlichen Teil des Beckens trennt. Dieses Ergebnis ist insbesondere für die Zirkulation des Beckens und auch die Modellierung der Hydrographie von großer Bedeutung.

Auf der Basis der vorliegenden sediment-akustischen Profile konnte eine Regionalisierung der Ablagerungsbereiche an Hand der akustischen Fazies vorgenommen werden. Es zeigte sich, dass am südöstlichen Ausgang des Beckens der Seeboden aus erodierten, älteren, deutlich geschichteten Sedimentabfolgen besteht und nur in einzelnen Bereichen geringmächtige marine Ablagerungen zu finden sind (Abb. 19).

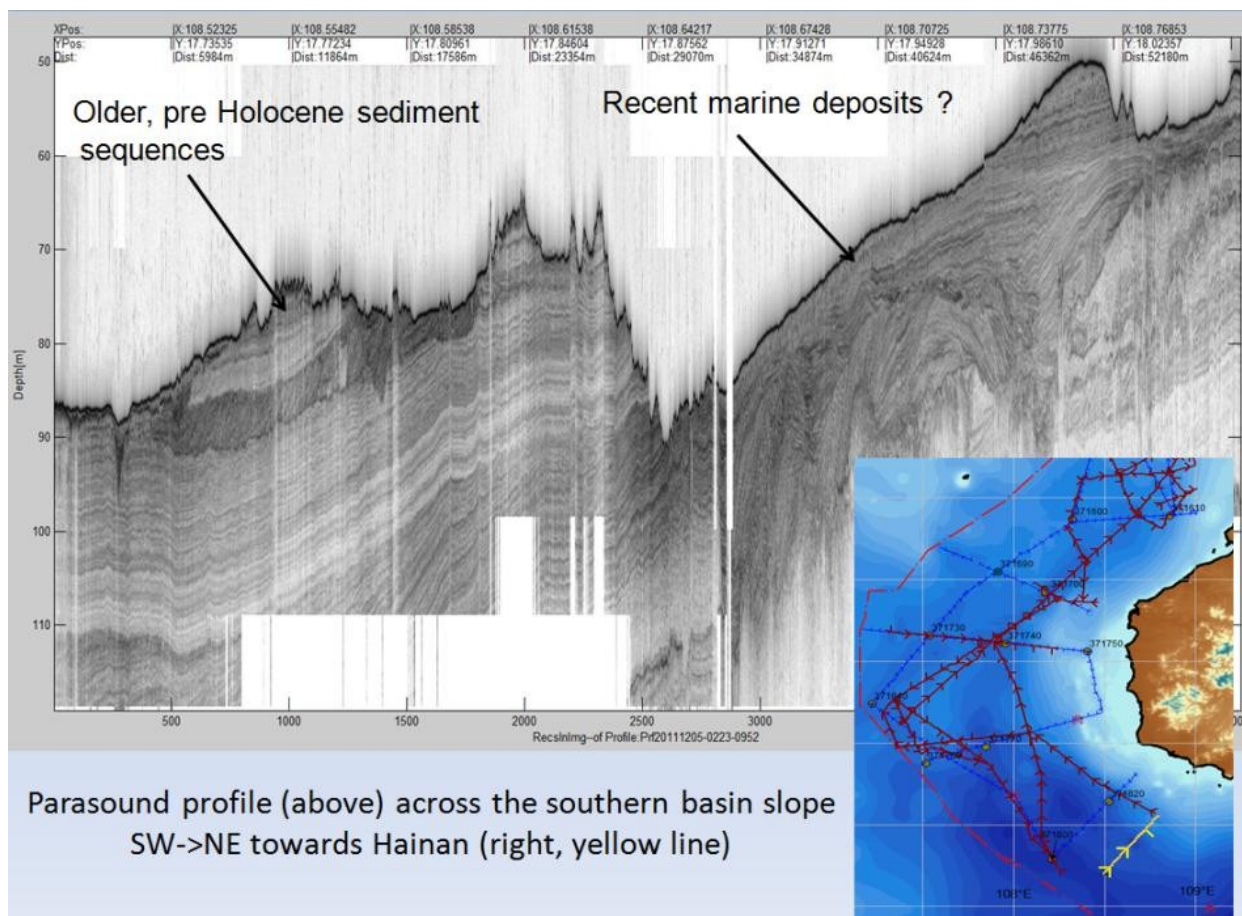


Abb. 19: Parasound Profil mit deutlich geschichteten, prä-marinen Sedimentabfolgen im südöstlichen Teil des Arbeitsgebietes. Die Lage des Profils ist im rechten unteren Teil als gelbe Linie mit Pfeilen in Profilrichtung dargestellt.

Im zentralen Bereich des Beckens sind dagegen bis über 30 m mächtige marine, akustisch nahezu transparente Ablagerungen anzutreffen (Abb. 20). Dieser Sedimentkörper erstreckt sich weiter in nördliche Richtung. Weiterhin wurden am östlichen Beckenrand größere marine sandige Sedimente gefunden, die insbesondere am Ausgang der Strasse von Qiongzhou deutlich geschichtet sind und sich von dort sowohl nach Norden als auch nach Süden erstrecken. Der Seeboden des nördlichen Beckens ist sehr stark gegliedert und weist geringmächtige marine Ablagerungen auf.

Die gegenwärtigen Arbeiten konzentrieren sich auf die Interpretation der akustischen Daten unter Einbeziehung der Kernergebnisse. Dabei spielt die Identifizierung des marinen Transgressionshorizontes sowohl in den akustischen als auch in den Kerndaten eine zentrale Rolle. Ziel ist die Rekonstruktion der marinen Transgressionsgeschichte im chinesischen Teil des Beibu Golfs. Die

vorliegende Datenbasis ermöglicht die Erstellung entsprechender Karten zur Sediment-Mächtigkeit, Paläo-Topographie und Flussverläufen.

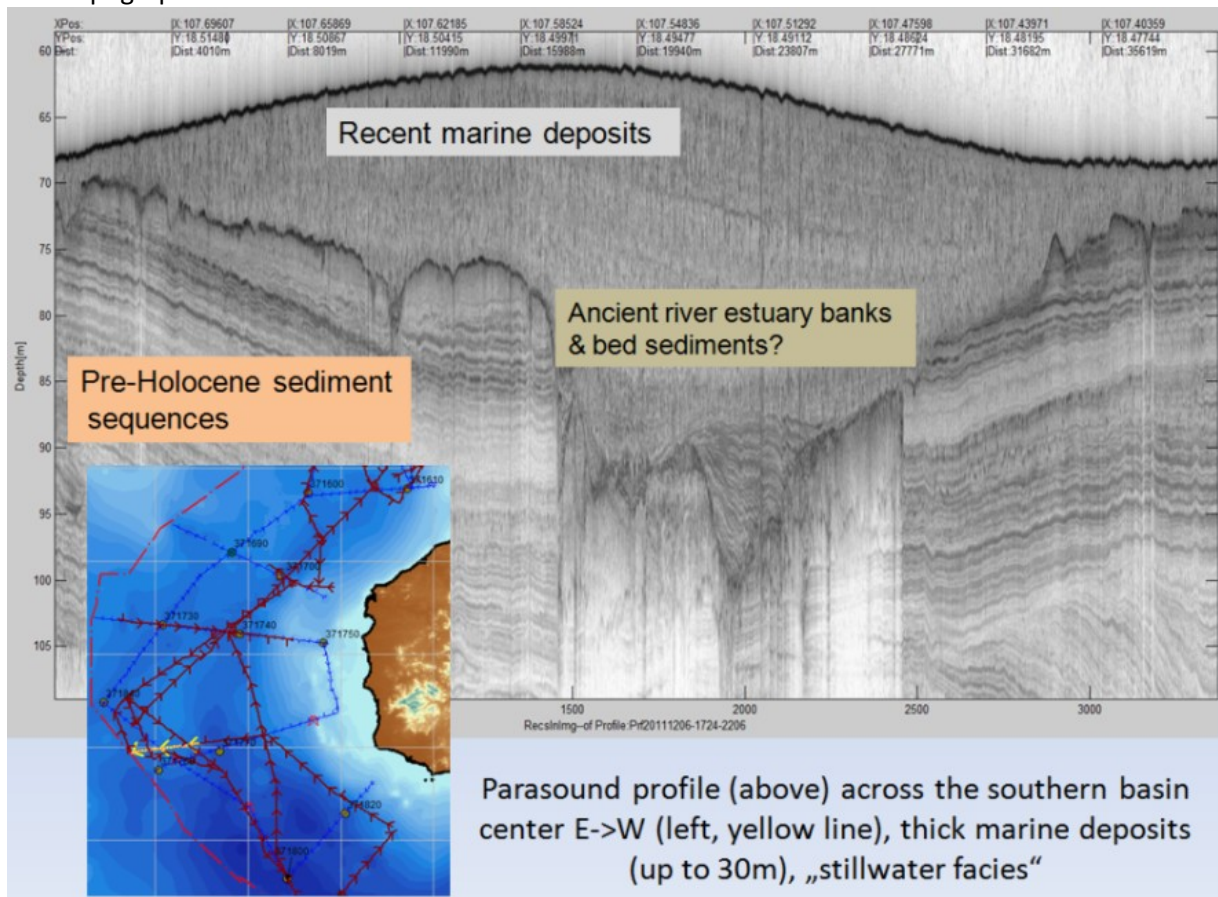


Abb. 20: Parasound Profil mit bis über 30 m mächtigen marinen Ablagerungen im zentralen Bereich des Beibu Golfes. Die Lage des Profils ist im linken unteren Teil als gelbe Linie mit Pfeilen in Profilirichtung dargestellt.

Mit der SO219 konnten auf den genehmigten Positionen längere Kerne gezogen werden, als dies mit der FENDOU5 Reise möglich war. Insbesondere im zentralen Teil zwischen 18°30 und 19° Nord und 107° bis 108° Ost waren Kerngewinne von 8 bis 9 m Länge möglich. Eine Beprobung der südlichen Schelfgebiete bei 17° Nord wurde nicht genehmigt. Ein Vibro-Kerngerät war nicht an Bord, weil die Beprobung auf weiche marine Schlicke konzentriert wurde. Auf den Schwerelot-Stationen wurden zunächst Folienkerne gezogen, geöffnet und beschrieben. Anschließend wurden Kerne in Plastik-Linern gewonnen und in 1 m Segmente geschnitten. Die Porenwasserextraktion erfolgte sofort an Bord. Die Multi-Corer Stationen waren identisch mit den Schwerelot-Stationen und dienten der Gewinnung möglichst ungestörter Oberflächensedimente. Auch hier wurde die Porenwasserextraktion direkt an Bord durchgeführt. Anschließend wurden die Kerne in 1 bzw. 2 cm Segmenten geschnitten, verpackt und eingefroren. Ein Satz Kurzkerne von den wichtigsten Stationen wurde nicht-geöffnet, verpackt und zusammen mit den Schwerelotkernen verschickt (Kühlcontainer).

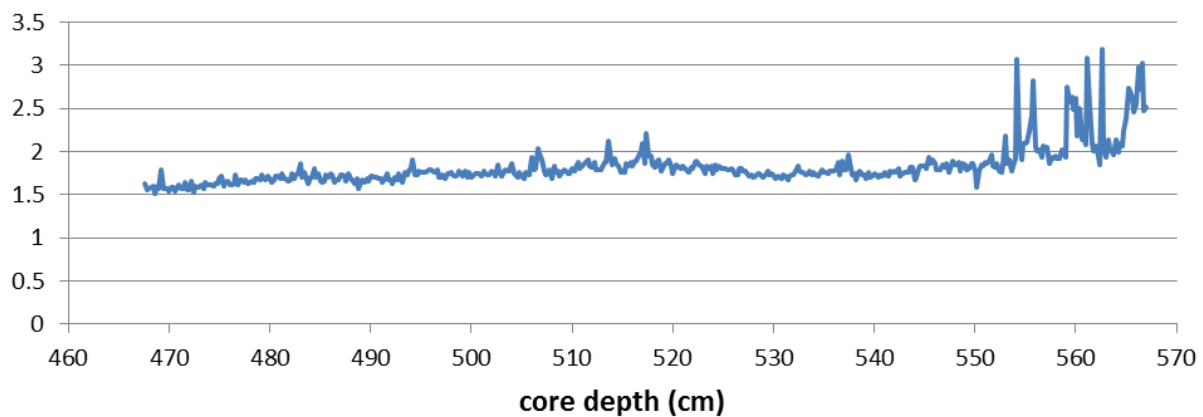
Im Laborbereich der Geologie laufen zurzeit folgende Arbeiten an den langen Schwerelot-Kerne der Reise SONNE219: Die geschlossenen Kernsegmente werden mittels Multi-Sensor-Core-Logger auf Dichte, Schallwellengeschwindigkeit und Magnetische Suszeptibilität vermessen. Danach wurden die Kerne aufgeschnitten und makroskopisch beschrieben. Im regelmäßigen Abstand von 10 cm werden Proben entnommen für Korngrößenbestimmung sowie Analysen von Wassergehalt, Glühverlust und Dichte. Die gefriergetrockneten Proben stehen auch für weitere (Elementar-) Analysen zur Verfügung. Die halbierten Kernsegmente werden mittels XRF-Core-Scanner vermessen (Bild, Radiographie und Hauptelemente). Damit steht schon eine Reihe von Datensätzen zur Verfügung, die für die Interpretation und die Auswahl weiterer Untersuchungen wichtig sind. Insbesondere geht es zunächst um die Fixierung der Transgressionsbasis des Holozäns im Beibu Golf. Die folgenden Untersuchungen

werden Aufschluss darüber geben können, ob klimatisch bedingte Variationen innerhalb der marinen Folgen nachweisbar sind.

In dem folgenden Beispiel werden ein Bild und zwei Profile von Elementverhältnissen dargestellt (Abb. 21), gemessen im untersten Segment des Schwerelotkerns # 50 (XRF-core scanner). Es geht hier um die Frage ob die Basis der Holozänen marine Sedimente (Transgressionshorizont) zu erkennen ist. Im Bild ist das nur schwer erkennbar, in den Elementprofilen jedoch kommt dieser Wechsel gut heraus. Die prä-marinen Sedimente sind reicher an Quarz (Si) und Schwermineralen (Ti). Das marine Sediment ist reicher an Carbonat (Ca).



core 50 Ca/Ti



core 50 Si/Fe

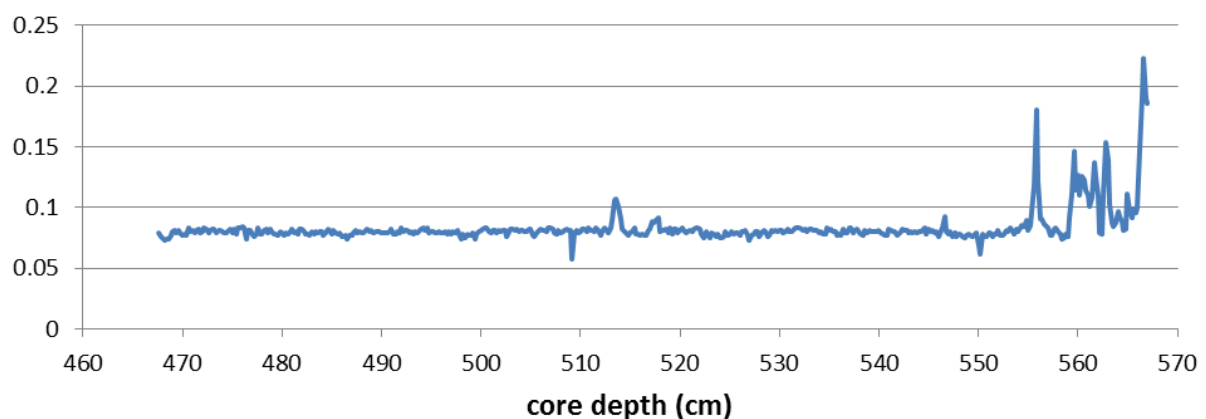


Abb. 21: Schwerelotkern SO-50-17 (20°26'N, 109°E), Wassertiefe 37 m: ein Aufnahme des Kerns, die die Beschaffenheit der Sedimente des Kernsegments 466-566 cm zeigt (Oben), Ca/Ti Verhältnis basierend auf XRF Scanner Messung (Mitte), sowie Si/Fe Verhältnis (Unten) für den Bereich des Kerns zwischen 470-570 cm.

Zusammenfassend kann eingeschätzt werden, dass aus geologischer Sicht die wichtigsten Ziele der Sonne 219 Expedition erreicht wurden. Die Tabelle (Tab. 1) gibt einen Überblick über den Stand der Arbeiten an dem Kernmaterial der SO219 Reise:

Tab. 1: Überblick der Analysen die an den Schwerelos (GC) und Multi corer Kernen (MUC) durchgeführt worden sind. Die Abkürzungen stehen für: MSCL-Multi Sensor Core Logging, KB-Kernbeschreibung, UP-Unterproben, GT-Gefriertrocknung, LOI-Loss of ignition (Glühverlust) sowie KG-Korngrößenbestimmung.

Reise SO219/ Anmerkung	Kern-Nr	Gerät	MSCL	KB	UP	GT	LOI	Pycno- metry	KG
	6-10	GC	x	x	x	x			
	8-7	GC	x	x	x	x			
	23-6	GC	x	x	x	x			
	31-4	GC	x	x	x	x			
	42-4	GC	x	x	x	x			
	43-7	GC	x						
	45-5	GC	x						
f. Gamble	50-17	GC	x	x	x	x			x
	50-17	GC	x	x	x	x			
	2	MUC			x	x	x	x	
	6	MUC			x	x	x	x	x
	8	MUC			x	x	x	x	x
	15	MUC			x	x	x	x	x
	23	MUC			x	x	x	x	x
	25	MUC			x	x	x	x	x
	26	MUC			x	x	x	x	x
	31	MUC			x	x	x	x	x
	35	MUC			x	x	x	x	x
	42	MUC			x	x	x	x	x
	43	MUC			x	x	x	x	x
	45	MUC			x	x	x	x	x
	47	MUC			x	x	x	x	x
	50	MUC			x	x	x	x	x

2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die Auflistung der Ausgaben über die Laufzeit des Vorhabens wurde über die Verwaltung des Institutes zum Projektabschluss an die zuständigen Stellen übermittelt.

3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Für das Vorhaben SO219 wurde die Zeit vom 01.12.2012 bis 24.12.2012 seitens BMBF zur Durchführung der vorgesehen wissenschaftlichen Arbeiten an Bord des FS SONNE bewilligt und von uns vollständig ausgenutzt. Es wurden auf 50 Stationen hydrographische Messungen und auf 21 Stationen zusätzlich geologische Arbeiten durchgeführt. Auf zwei Stationen wurden Messungen der Strömungsverhältnisse sowie Probennahme für organische Schadstoffe über den Verlauf des Gezeitenzyklus realisiert. Desweiteren wurden insgesamt 693 sm geophysikalischer Profilmfahrt (PARASOUND) realisiert und gleichzeitig Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) Aufzeichnungen in der gesamten Wassersäule durchgeführt. Das Arbeitsprogramm wurde stets an die teilweise widrigen Wetterverhältnisse im Rahmen der vorliegenden Bewilligung angepasst.

4. Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse (des voraussichtlichen Nutzens, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans)

Die Ergebnisse des Vorhabens zur Holozänen Entwicklung der Region sowie zur Bedeutung anthropogener und natürlicher Einflüsse auf die marine Umwelt der Region bedienen die wissenschaftliche Fragen der Programme „Forschung für die Nachhaltigkeit“ sowie „System Erde“ und können daher als Grundlagen für die nationale und internationale Politikberatung (IPCC) genutzt werden. Die erzielten Ergebnisse werden von den Kooperationspartnern genutzt (z.B. Modellierung) und als Grundlage für die weiteren Untersuchungen in geplanten bilateralen Projekten herangezogen werden. Desweiteren leistet das Vorhaben einen Beitrag zu dem BMBF-Forschungsprogrammen Meeresforschung (PTJ) und insbesondere der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit (WTZ) auf dem Gebiet der Meeresforschung und –Technologie, welche mit China seit 1986 besteht.

5. Fortschritte von anderen Stellen (des während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen)

Unmittelbar im Anschluss dieses Vorhabens wurde eine weitere Expedition (SO220) in den Golf von Beibu (Arbeitsgruppen Wiesner, Univ. Hamburg; Stattegger, Univ. Kiel und Pohlmann, Univ. Hamburg) durchgeführt als Beitrag zu dem BMBF Projekt TONKIN. Das Arbeitsprogramm stellt teilweise eine sehr gute Ergänzung zu den Arbeiten unseres Vorhabens, über den Erkenntniszugewinn kann auf Grund fehlender Detailinformationen zur Zeit der Berichterstellung nur spekuliert werden.

6. Veröffentlichungen der erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 6

6.1 Veröffentlichungen (inklusive eingereichte Arbeiten und Arbeiten in Revision)

Bauer, A., Waniek, J.J. (accepted): Factors affecting the primary production in the central Beibu Gulf, South China Sea, accepted, Marine Ecology Progress Series

6.2 Master- und Bachelorarbeiten

Strohmeier, S.J. (2012): Bestimmung von polyzyklischen aromatischen Kohlewasserstoffen in Sedimenten aus dem Süd Chinesischen Meer, Beibu Golf. Bachelorarbeit der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, FB Chemie, Universität Rostock, 56s

6.3 Geplante Veröffentlichungen

Endler et al.: Acoustic Facies of Beibu Gulf Sediments"

Endler et al.: Geo-Acoustic modeling of Beibu Gulf Sediments"

Endler et al.: Depositional history of Beibu Gulf marine Sediments"

Kowalski et al.: Biogeochemical trace metal transformations in the water column and surface sediments, Beibu Gulf.

Wu et al.: Diagenesis and element transport in sediments of the Beibu Gulf: A biogeochemical and stable isotope study

III. Abschnitt

1. Der Beitrag der Ergebnisse zu den förderpolitischen Zielen, z.B des Förderprogramms - (ggf. unter Angabe des Schwerpunkts) - soweit dies möglich ist - ,

Das Vorhaben soll einen Beitrag leisten zu dem BMBF-Forschungsprogrammen Meeresforschung (PTJ) und insbesondere der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit (WTZ) mit China. Die wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit mit China auf dem Gebiet der Meeresforschung und -technologie besteht seit 1986. Im Rahmen der WTZ werden wissenschaftliche Fragestellungen der Programme "Forschung für die Nachhaltigkeit" und "System Erde" in Form bilateraler Projekte umgesetzt. Die Beteiligung an internationalen Forschungsprogrammen zur Lösung globaler Probleme, der Ausbau und die Verbesserung bilateraler Beziehungen und der Zugang zu interessanten Forschungsregionen sind drei wesentliche Ziele der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit. Darüber hinaus zielen die Kooperationen auf politische Stabilisierung und Aufbauhilfe sowie Technologieexport und Markterschließung insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen. Die unmittelbaren Küstenregionen sind zudem ein bedeutender Lebens- und Erholungsraum: 70% der Weltbevölkerung lebt in Küstennähe. Die nachhaltige Nutzung der Meere und ihrer Ressourcen kann nur gewährleistet werden, wenn entsprechende Strategien entwickelt werden. Die Basis dafür kann die marine Forschung liefern. Schwerpunkte sind das Meer als Klimafaktor und Ökosystem, marine Ressourcen, Meeres- und Überwachungstechnik sowie Küstenzonen-Management und Küsteningenieurwesen.

2. Das wissenschaftlich-technische Ergebnis des Vorhabens, die erreichten Nebenergebnisse und die gesammelten wesentlichen Erfahrungen

Die wissenschaftlichen Ziele der SONNE 219 Expedition wurden im Rahmen der vorliegenden Genehmigungen erreicht. Daten sowie Probenmaterial hoher Qualität wurden von beteiligten Wissenschaftlern erhoben und ohne Schwierigkeiten nach Abschluss der Reise in die heimischen Labore überführt. Der Erfolg der Expedition wird auf beiden Seiten hoch angesehen, was dazu führte dass auf deutscher und chinesischer Seite (GMGS/CGS) zurzeit Überlegungen stattfinden die erfolgreiche Kooperation fortzuführen. Hierzu wird im Oktober 2012 zunächst zwischen dem IOW und Guangzhou Marine Geological Survey (GMGS) bzw. China Geological Survey (CGS) ein Kooperationsvertrag (Memorandum of Understanding) für einen Zeitraum von 5 Jahren unterschrieben. Dem MOU werden dann auf beiden Seiten fachspezifische Projektanträge folgen.

3. Die Fortschreibung des Verwertungsplans:

3.1 Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte, die vom Zuwendungsempfänger oder von am Vorhaben Beteiligten gemacht oder in Anspruch genommen wurden, sowie deren standortbezogene Verwertung (Lizenzen u.a.) und erkennbare weitere Verwertungsmöglichkeiten

nicht zutreffend

3.2 Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) - z.B. auch funktionale/wirtschaftliche Vorteile gegenüber Konkurrenzlösungen, Nutzen für verschiedene Anwendergruppen/-industrien am Standort Deutschland, Umsetzungs- und Transferstrategien (Angaben, soweit die Art des Vorhabens dies zulässt)

nicht zutreffend

3.3 Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) - u.a. wie die geplanten Ergebnisse in anderer Weise (z.B. für öffentliche Aufgaben, Datenbanken, Netzwerke, Transferstellen etc.) genutzt werden können. Dabei ist auch eine etwaige Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen, Firmen, Netzwerken, Forschungsstellen u.a. einzubeziehen,

Das Vorhaben BEIBU-SONNE ist ein innovativer, interdisziplinärer Forschungsansatz zum verbesserten Verständnis anthropogener und natürlicher Einflüsse im Beibu Golf im Bezug auf hydrologische und biogeochemische Kreisläufe. Methodisch wurde eine komplexe interdisziplinäre Beprobungsstrategie basierend auf den Vorarbeiten der FENDOU 5 Expedition eingesetzt, die Analysen historischer Datensätze (GMGS), satellitengestützten Aufnahmen und in situ Messungen miteinander verknüpfte. Die gewählte Messstrategie stellte nach dem gegenwärtigen Stand der Forschung die zweckmäßigste Methode dar, das angestrebte Ziel zu erreichen. Die einschlägigen und anerkannten Vorarbeiten der am Vorhaben BEIBU-SONNE beteiligten Partner waren eine gute Voraussetzung dafür, dass das angestrebte Ziel auch erreicht wurde und die Expedition erfolgreich war. Ein Mitarbeiter des GPI Kiel hat an der Expedition teilgenommen und eigenständige Arbeiten durchgeführt. Desweiteren haben 8 Mitarbeiter des GMGS an der Expedition mitgewirkt und zu ihrem Erfolg beigetragen. Die biogeochemischen, geologischen Analysen und die Spurenstoffmessungen sowie die Auswertungsarbeiten werden in Zusammenarbeit der Projektbeteiligten in Deutschland und am GMGS in Guangzhou China durchgeführt.

Die zu kurze Projektdauer, insbesondere das Fehlen der finanziellen Unterstützung für die im Anschluss an solch eine Expedition notwendigen Mittel für die Durchführung der Auswertarbeiten verhinderte eine Bearbeitung der gesammelten Proben und wird sich negativ auf eine rasche Veröffentlichung der Ergebnisse auswirken.

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

Generelles Ziel der SONNE Expedition als Beitrag zum BEIBU Projekt (WTZ China Verbundprojekt, PTJ 03F0607A, Laufzeit 1.7.2009 – 30.6.2012) ist eine Bilanzierung von meso- bis langskaligen Energie- und Stoffflüssen des Beibu Golfs als Antwortfunktion auf natürliche und anthropogene Antriebe. Der Beibu Golf spielt eine wichtige Rolle für das Verständnis der Änderungen der Ablagerungsbedingungen subrezenten Sedimente und die Bilanz aus küstennahem Stoff-Eintrag, oberflächennahem Abbau von organischem Material, und dadurch induzierter Element-Flüsse in den Küstenzonen des Süd Chinesischen Meeres. In seiner holozänen Sedimentationsgeschichte bildet er das Wechselspiel von Monsundynamik/Südlicher Oszillation, klimainduzierter ozeanographischer Dynamik, postglazialer Meeresspiegelentwicklung, Sedimenteintrag sowie tektonischer Prozesse ab. Hinzu kommt eine anthropogene Komponente, die sich aus der Landnutzung in den fluvialen Drainagebecken und der Küstenzonen ableitet. Im Verlauf der SO219 Expedition werden detaillierte Untersuchungen zur Hydrographie, Umweltchemie, Biogeochemie und Fernerkundung durchgeführt, mit dem übergeordneten Ziel, eine räumliche und zeitliche Charakterisierung der Region für den

Zeitraum des SW Monsuns (FENDOU5, SO219, historische Daten GMGS) bezüglich der biogeochemisch wichtigsten Elemente (C, N, P, Metalle, Nährstoffe, Schadstoffe) zu erstellen. Durch Untersuchungen in der Wassersäule, SPM sowie Sediment sollen Beiträge zum Verständnis der Quellen, Senken und Transformationen von organischem Material, organischer Umweltschadstoffen und ausgewählter Spurenelemente erzielt werden. Weiterhin ist vorgesehen, mit Hilfe von sedimentphysikalischen, paläoozeanographischen und geochemischen Indikatoren Beiträge zum Verständnis des Holozänen Wandels von Klimaparametern, ozeanographischer Zirkulation und anthropogenen Einflüssen zu liefern.

4. Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

nicht relevant

5. Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer - z.B. Anwenderkonferenzen (Angaben, soweit die Art des Vorhabens dies zulässt)

Gemäß der Vorgaben wurde 1) unmittelbar nach Abschluss der Forschungsreise eine Stationsliste sowie ein CSR sowie ein Fahrtbericht samt Anlagen an die zuständigen Organisationen abgegeben und 2) spätestens ein Jahr nach der Forschungsfahrt werden folgende Daten in die Pangäa-Datenbank eingeben: CTD, Nährstoffdaten, SPM und Strömungsmesseraufzeichnungen. Alle gewonnenen Datensätze werden ebenfalls in der IOW Datenbank gesichert und auf Nachfrage anderen Arbeitsgruppen zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse der Analysen werden in die laufenden Promotionsarbeiten einfließen. Alle beteiligten Wissenschaftler werden die erzielten Ergebnisse auf internationalen und nationalen Kongressen präsentieren und diese in renommierten Zeitschriften veröffentlichen.

6. Einhaltung der Ausgaben- und Zeitplanung

Das Vorhaben BEIBU-SONNE hat sowohl die Ausgaben als auch die Zeitplanung eingehalten. Mit den zugewiesenen Mitteln wurde sparsam und wirtschaftlich umgegangen.