

MSM52  
  
BaITec

### Wochenbericht 1 (27.2.-6.3.2016)

Das Forschungsschiff *MARIA S. MERIAN* lief am Morgen des 27. Februar in den Hafen von Rostock ein und machte an der Pier Nr. 37 fest. Unmittelbar danach wurde die wissenschaftliche Ladung der vorhergehenden Forschungsreise gelöscht und die Beladung für unsere bald beginnende Ausfahrt begann. Die Vorgruppe wurde herzlich durch Kapitän Schmidt und seine Besatzung begrüßt und intensiv bei den Ladearbeiten unterstützt. Es galt, das Volumen von acht Standardcontainern teils an der Pier zu entladen und an Deck zu hieven. Zwei große Winden mit Seismik-Streamern und zwei Gestelle mit jeweils 4 seismischen Quellen wurden an Deck installiert und 15 Ozean-Boden-Seismometer gelascht. Zahlreiche Kisten mit umfangreicher elektronischer Ausrüstung wurden zunächst in den Hangar und von dort in die Labore gebracht. Abends verließen wir das Schiff, um der Mannschaft eine Nacht mit „kalten Kammern“ zu ermöglichen. Die Installationsarbeiten setzten wir am nächsten Morgen fort; auch nahmen wir das Gravimeter in Betrieb, mit dem während der Reise kontinuierlich das Schwerefeld der Erde vermessen werden wird. Die Gruppe der Studierenden und Doktoranden erreichte das Schiff am frühen Nachmittag, sie bezog Quartier und machte sich mit dem Schiff vertraut. Im Verlauf des 29. Februar stiegen auch diejenigen auf, die noch im Hotel gewohnt hatten, und damit war die wissenschaftliche Besatzung vollständig an Bord.

Zwei Besuchergruppen kamen an Bord. Eine Gruppe mit Vertreterinnen und u.a. vom BMWi (Herr Dr. Peer Hoth), dem Bergamt Stralsund (Herr Thomas Triller) sowie des Landesamts für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg Vorpommern (Herr Dr. Karsten Obst) wurden durch Kurzvorträge und Führungen über Ziele und Methoden der Forschungsreise informiert. Später kam noch Besucher der Agentur für die Organisation des „Wissenschaftsjahrs Meere und Ozeane“ an Bord, um einen Eindruck vom Leben und Arbeiten an Bord eines Forschungsschiffes zu bekommen.

Am 1. März verließen wir den Hafen von Rostock mit einigen zusätzlichen Technikern an Bord, um bordeigene Geräte zu prüfen und zu warten. Diese gingen mittags in Warnemünde von Bord und wir begannen unseren Transit durch die Kadetrinne zwischen Darss und Falster, weiter um Rügen herum bis in polnische Gewässer. Am Morgen des ersten Tages ließen wir den ersten Seismikstreamer der BGR zu Wasser, um dessen Auftrieb bei variierenden Geschwindigkeiten zu testen. Nach einigen Modifikationen wurde der zweite Streamer vorgeschaltet, so dass nun knapp 2800 m ausgesteckt waren. Nachmittags begann das visuelle Absuchen der Umgebung des Schiffes auf Meeressäuger, später unterstützt durch passive akustische Überwachungssysteme. Für die Hydroakustikwachen begann der regelmäßige Wachbetrieb, rund um die Uhr werden nun die obersten 10er Meter des

Meeresbodens mit dem parametrischen Sedimentecholot abgebildet sowie die Oberflächenstruktur des Meeresboden mit dem Fächerecholot kartiert.

Nachdem sichergestellt war, dass sich keine Meeressäuger im überwachten Gebiet aufhalten, begannen wir mit dem Aussenden seismischer Signale. Die Quellkonfiguration wurde optimiert, und in der späten Nacht begannen wir mit dem Produktionsmodus. Seitdem führen wir kontinuierliche Messungen mit den uns zur Verfügung stehenden System durch: Reflexionsseismik, Sedimentecholot, Fächerlot und Gravimeter.

Während unserer Forschungsfahrt werden im Projekt „BalTec“ mit den modernen hochauflösenden reflexionsseismischen Geräten der BGR unter anderem Salzstrukturen und weitere strukturgeologische Elemente unter dem Meeresboden erkundet. Damit wollen wir uns ein Bild vom Aufbau des Ostsee-Untergrundes machen und unter anderem Zusammenhänge zwischen der Eisauflast der Gletscher der letzten Eiszeit und geologischen Bewegungen der jüngsten Erdgeschichte untersuchen. Dabei setzen wir konsequent moderne hydroakustische Messgeräte zur Ortung von Meeressäugern ein, um Beeinträchtigungen der Meeresumwelt zu minimieren. Von der simultan durchgeführten Vermessung des Schwerefeldes versprechen wir uns Erkenntnisse über die großskaligen Krustenstrukturen. Das Projekt baut auf den zahlreichen vom Hamburger Institut für Geophysik durchgeführten Seepraktika auf.

Am 3. März morgens um 05:00 war das Rendezvous mit der dänischen NORDSØEN, einem dänischen Sicherungsschiff, das für unsere Reise gechartert wurde. Die NORDSØEN hat als Sicherungsschiff die Aufgabe dafür zu sorgen, dass kein anderes Schiff zwischen dem Heck der *FS MARIA S MERIAN* und der Endboje des Seismikstreamers diesen überläuft und diesem Schaden zufügt.

Ein erstes Profil zwischen polnischen und schwedischen Gewässern überlief Bohrungen, was uns später helfen wird, die abgebildeten Erdschichten zu bestimmen. Weitere Profile verliefen auf nord-östlichem Kurs in schwedischen Gewässern entlang der Küste von Öland bis östlich von Gotland. Nach Westen versetzt vermaßen wir die Geologie des Untergrundes entlang des Ostrand des schwedischen Außenwirtschaftszone.

Dank der exzellenten technischen Vorbereitung und Betreuung der reflexionsseismischen Gerätschaften durch das technische Fachpersonal der BGR funktionieren diese zuverlässig und störungsfrei. Die Kooperation mit allen Ressorts ist effizient, und jede Mahlzeit in der Messe ist ein kleines Fest.

Alle FahrtteilnehmerInnen sind wohlauf und senden Grüße nach Hause.

Christian Hübscher  
Fahrtleiter MSM52

# MSM52

## 2016

### BalTec

#### Wochenbericht 2 (7.3.-13.3.2016)

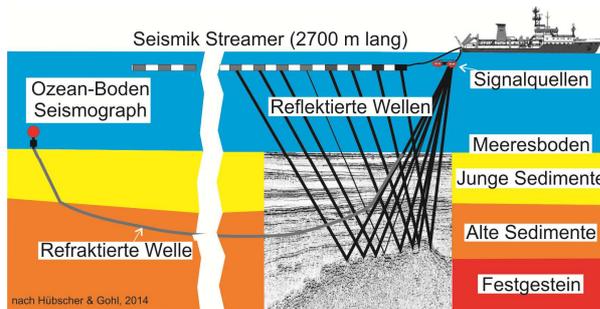


Abbildung 1: Die see-seismischen Methoden: Reflexions- und Refraktionsseismik.

Um Zusammenhänge zwischen der Eisauflast der Gletscher der letzten Eiszeiten und geologischen Bewegungen der jüngsten Erdgeschichte zu untersuchen, nutzen wir see-seismische Methoden (Abb. 1). Bei der sog. Reflexionsseismik erzeugen wir akustische Wellen, die in den Meeresboden eindringen und von den Grenzen der Erdschichten reflektiert

werden. Der Streamer, ein hinter dem Schiff gezogener und knapp 3 km langer Schlauch mit Sensoren, wandelt die Echos in elektrische Signale. Aus diesen berechnen wir ein Abbild der Erdschichten und der Störungen darin. Die Herausforderung unserer BalTec-Expedition ist, Erdschichten vom Meeresboden lückenlos bis in Tiefen von mehreren km mit großer Genauigkeit abzubilden. Bei den geringen Wassertiefen von nur wenigen 10 Metern gibt es prinzipielle methodische und technische Schwierigkeiten, die Dank umfangreicher Beschaffungsmaßnahmen sowie konstruktiver und technischer Arbeiten der BGR im Vorfeld gelöst werden konnten.

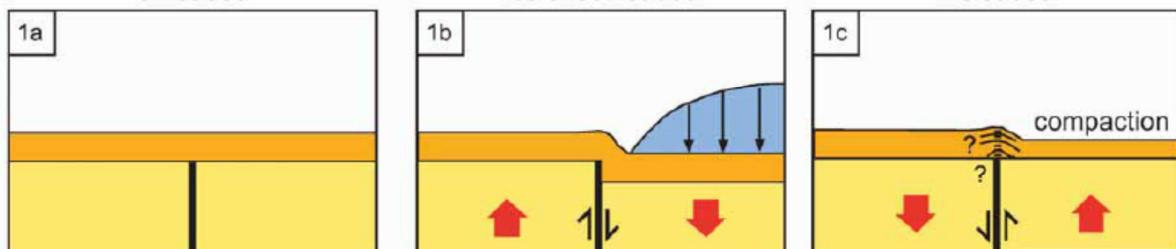


Abbildung 2: Eisauflast induzierte Störungsbildung (nach Sirocko et al., 2008)

Die Frage, in wieweit die Auflast der Gletscher Störungen im Untergrund verursachen (s. Abb. 2), ob diese bis zur Oberfläche reichen und ob diese zum Beispiel für Gase und Flüssigkeiten durchlässig sind, ist von gewisser Relevanz, da sich die Ergebnisse aus unserem Messgebiet - der Ostsee – auf das umgebende Festland direkt übertragen lassen. Auf dem Festland wären Messungen, die mit unseren see-geophysikalischen Methoden vergleichbar wären, ungleich aufwändiger. Solche Störungen wären für die Nutzung der Erdwärme oder für das Verständnis von Grundwasserleitern bedeutsam.

Vorarbeiten an der Universität Uppsala ergaben Hinweise auf Störungen südlich und östlich von Gotland, die als Folge der Eisgletscher entstanden sein könnten. Um dies zu überprüfen

führten wir in den ersten Tagen reflexionsseismische Messungen in diesem Gebiet durch. Die Messungen endeten mit einem Profil über die Tesseyre-Tornquist Zone (TTZ), die längste geologische Struktur Europas vor der Entstehung der Alpen. Am 7. März endeten diese und wir holten alle Geräte an Deck. Ein schneller Transit über Nacht brachte uns nach Rostock-Warnemünde, wo ein Techniker ab- und zwei Techniker aufstiegen. Zwei Studierende mussten uns zeitweise verlassen. In der Nacht zum 9. März umfuhren wir erneut Rügen und erreichten die polnischen Gewässer nord-östlich von Bornholm am nächsten Morgen. Wir begannen umgehend mit dem Ausbringen von insgesamt 15 Ozean-Boden Seismometern (OBS) über die TTZ. Jüngerer Forschungsergebnisse implizieren, dass wir die durch Eisaufblast verursachten Erdbewegung nur richtig verstehen können, wenn wir die Struktur der

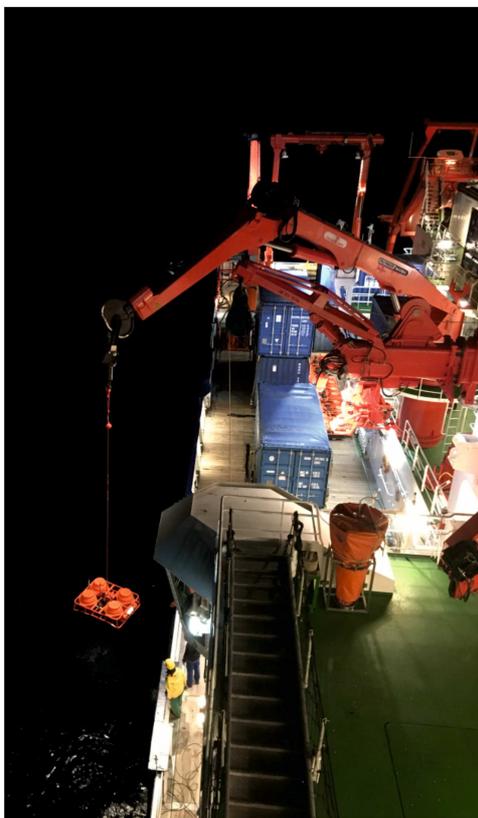


Abb. 3: Ausbringen eines Hamburger OBS.

gesamten Erdkruste berücksichtigen. In etwa 16 Stunden waren die OBS entlang einer zuvor reflexionsseismisch vermessenen Linie ausgelegt und wir begannen mit der Refraktionsseismik (Abb. 1). Die OBS registrieren bis in große Entfernungen Signale; die sich entlang der Erdschichten ausbreiten. Aus diesen Signalen kann der Aufbau der Erdkruste bis in große Tiefen rekonstruiert werden. Erste Datenabspielungen deuten darauf hin, dass unsere Signale sogar die Grenze zwischen Erdkruste und Mantel erreicht haben. 30 Stunden dauerten die Messungen, und am 11. März Morgens begannen wir die ausgelegten OBS zu bergen. Dies war in den frühen Morgenstunden des nächsten Tages erledigt, und wir fuhren in den Hafen von Mukran bei Sassnitz. Während des kurzen Aufenthalts gingen 2 Techniker von Bord und die beiden an Land „geparkten“ Studierenden kamen wieder an Bord.

Seit Samstag Abend führen wir reflexionsseismische Messungen zwischen Bornholm und Rügen durch und das Leben an Bord wird wieder rhythmischer. Kulinarisches Highlight war der Donnerstag, der „Seemanns-Sonntag“. Die Messe war Mittags festlich eingedeckt und wir genossen eine ruhige Stunde mit köstlichen Gerichten.

Alle FahrtteilnehmerInnen sind wohlauf und senden Grüße nach Hause.

Christian Hübscher  
Fahrtleiter MSM52

# MSM52

## 2016

### BaITec

#### Wochenbericht 3 (13.3.-20.3.2016)

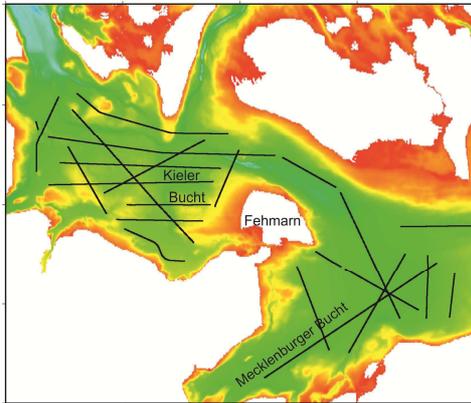


Abbildung 1: Profilkarte der Kieler und Mecklenburger Bucht (M. Schnabel).

Im Verlauf der dritten Woche der Messfahrt verlagerten sich die reflexionsseismischen Profilmessungen von der Tornquist Zone zwischen Rügen und Bornholm nach Westen. Ein langes Profil von südlich Skåne (Schweden) durch den dänischen Sektor der Kadetrinne bis in die Mecklenburger Bucht querte zahlreiche geologische Störungssysteme, die bisher in der Literatur wenig beschrieben sind. Die Kadetrinne ist stark befahren, doch dank der erfahrenen Nautiker an Bord sowie des umsichtigen Einsatzes der Crew unseres Sicherungsschiffes *Nordsøn* konnten die Messungen lückenlos

durchgeführt werden. Kurzfristige Manöver waren trotzdem manchmal unvermeidbar; um drohende Kollisionen mit dem BGR Streamer zu vermeiden, wurde dieser teilweise aktiv auf größtmögliche Tiefe abgesenkt, was manchmal leider auch Grundberührungen zur Folge hatte. In der Mecklenburger Bucht war eine Unterbrechung der Messungen notwendig, um Wartungsarbeiten an Streamer und Kompressoren durchzuführen. Dies kollidierte zwar zeitlich mit dem von der Mannschaft in der Messe vorbereiteten Bergfest, als aber nach wenigen Stunden alle Systeme wieder reibungslos liefen wurde noch gemütlich gefeiert.

In der Fortsetzung unserer Profilmessungen arbeiten wir seit Donnerstag ein vergleichsweise dichtes Profilnetz in der Kieler Bucht ab (Abbildung 1). Wichtiges Ziel ist die kontinuierliche Abbildung von Salzstrukturen und Störungssystemen, die teils bis zum Meeresboden reichen. Das Salz wurde im ausgehenden Perm vor etwa 250-260 Millionen Jahren abgelagert und wird auch Zechstein-Salinar genannt. Zechstein ist ein bergmännischer Ausdruck und bedeutet „zäher Stein“. Tatsächlich kann Salz fließen, die bekannten Salzstöcke in Schleswig-Holstein und Niedersachsen geben Zeugnis davon. Einfache Salzverdickungen werden Salzkissen genannt, und die Dynamik genau solcher Salzkissen und deren Auswirkungen wollen wir in der Kieler und Mecklenburger Bucht studieren.

Da wir an Bord bereits eine erste Datenbearbeitung vornehmen, beginnt nun auch die wissenschaftliche „Erntezeit“; d.h., wir visualisieren die ersten Profile und diskutieren vorläufige Befunde. Eine wichtige Frage für uns ist, ob es einen Zusammenhang gibt zwischen Salzbewegungen und der Entstehung von eiszeitlichen „Quartärrinnen“ gibt. Diese teils viele 100 m breiten Rinnen entstehen durch das Ausströmen von Gletscherwasser. Sie sind in Nordeuropa weit verbreitet, werden in der Regel aber nicht mit tieferen Erdstrukturen in Verbindung gebracht. Interpretierte Profile aus der Mecklenburger und

Kieler Bucht (Abbildung 2) zeigen nun, dass es tatsächlich einen räumlichen Zusammenhang zwischen Salzkissen und Quartärrinnen gibt. Damit ist ein erstes substantielles Ergebnis erzielt.

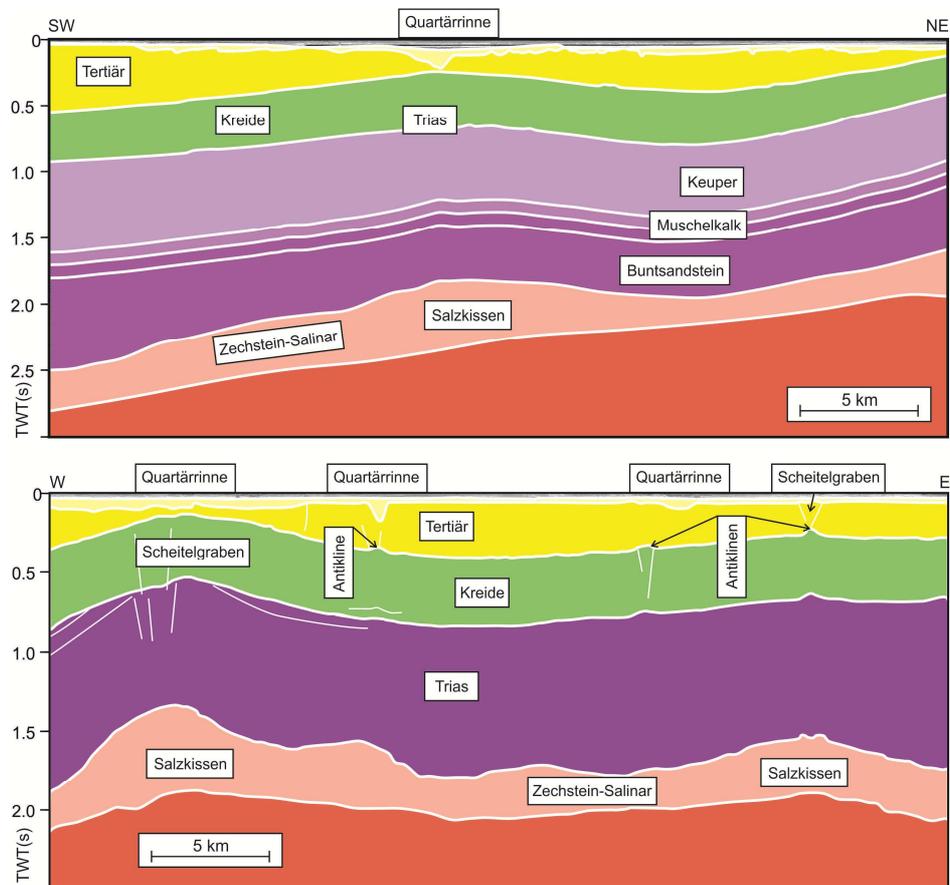


Abbildung 2: Interpretierte reflexionsseismische Daten aus Mecklenburger (oben) und Kieler Bucht (unten). Quartärrinnen entstanden vornehmlich oberhalb von Verdickungen des Zechstein-Salinars (Salzkissen).

Am Samstagmorgen holten wir die reflexionsseismische Ausrüstung der BGR an Deck und legten 10 Ozean-Boden-Seismometer (OBS) aus, um Störungssysteme unterhalb des Salzes besser verstehen zu können. Kollegen der Universität Kiel haben Seismometer in Fehmarn und entlang der Südküste der Eckernförder Bucht ausgelegt, um das „amphibische“ Profil zu verlängern. In der Nacht von Samstag auf Sonntag wurde das Profil vermessen. Nachdem alle OBS geborgen waren, konnte der Geburtstag von Janne Stakemann gefeiert werden, alle gratulierten ihr sehr herzlich. Die letzten Stunden der Woche verbrachten wir mit Profilen zur Messungen der Erdschwere, Daten, die uns später helfen werden die tieferen Erdstrukturen zu verstehen.

Alle FahrtteilnehmerInnen sind wohlauf und senden Grüße nach Hause.

Christian Hübscher  
Fahrtleiter MSM52

# MSM52

## 2016

### BalTec

#### Wochenbericht 4 (21.3.-28.3.2016)

Die Woche begann mit einem kurzen Hafenaufenthalt in Kiel, wo ein Austausch von Technikern zur weiteren Wartung schiffstechnischer Anlagen stattfand. Nach der kurzen Verschaufpause wurden Streamer und seismische Quellen wieder ausgebracht und die profilhafte Vermessung fortgesetzt. In der Nacht zum Dienstag querten wir erneut den Fehmarn Belt wie schon in der Woche zuvor ohne Problem dank der präzisen Absprache zwischen Schiffsleitung und der Reederei der Vogelfluglinie Scandlines, die den Fährbetrieb zwischen Puttgarden (Fehmarn) und Rødby (Lolland, Dänemark) betreibt. Nach Messungen entlang der Nordküste der Mecklenburger Bucht begannen wir ein etwa 350 km langes Profil, das im südwesten der Mecklenburger Bucht, also noch im Norddeutschen Becken begann und bis in die Hanø Bucht östlich von Skåne führte. Dabei querten wir das Vorpommern-Störungssystem. Die Seismik-Daten bilden die Störungen sehr schön vom Meeresboden bis in große Tiefen ab. In der nordöstlichen Verlängerung überfahren wir die Teisseyre-Tornquist-Zone. Weitere Profile um Bornholm herum haben ebenfalls das Ziel, die Tornquist-Zone besser zu verstehen. Zwar gibt es in dieser Region bereits einige Vorarbeiten, jedoch sind diese räumlich durch Ländergrenzen beschränkt. Eine der Besonderheiten unserer BalTec-Daten liegt darin, dass wir länderübergreifend messen und so die uns interessierenden Strukturen vollständig überdecken können.

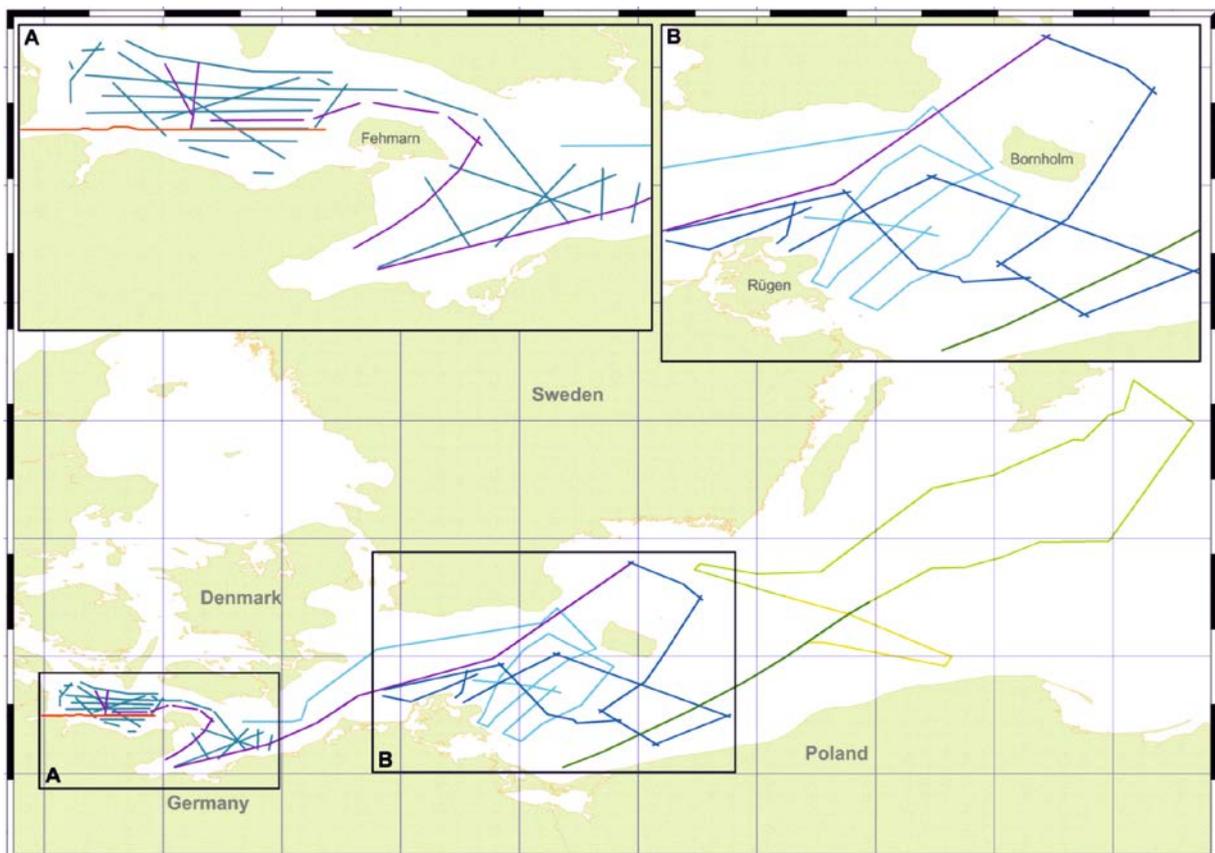
Die Profile seit dem Samstag dienen in erster Linie dazu, die stratigraphische Verbindung zwischen lokalen Untergrundmodellen herzustellen, die im Rahmen anderer Projekte bearbeitet wurden. Beispiele sind das BGR-Projekt SASO (Strukturatlas Südliche Ostsee) aus den 1990er Jahren oder das aktuelle Projekt USO (Untergrundmodell Südliche Ostsee), das an der Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald angesiedelt ist.



*FS Maria S. Merian und unser Sicherungsschiff Nord søn im Hintergrund.*

Am Sonntag beendeten wir nach einem Frühstück in der österlich geschmückten Messe das wissenschaftliche Forschungsprogramm in der westlichen Pommerschen Bucht - Zeit für ein erstes Resümee. Um es in Zahlen auszudrücken: Wir vermaßen 62 reflexionsseismische Profile mit einer Gesamtlänge von etwa 3500 km. Parasound und Fächerlotdaten wurden über eine Strecke von ca. 6000 km aufgezeichnet. Bei den beiden Weitwinkelprofilen über die Teisseyre-Tornquist Zone entlang der polnischen Küste sowie über die Nord-Süd streichenden Störungssysteme in der Kieler Bucht kamen 15 bzw. 10 OBS zum Einsatz. Das Gravimeter zeichnete Schweredaten entlang der gesamten Fahrtroute von etwa 7000 km auf.

Eine Datenmenge ausgedrückt in Zahlen sagt aber noch nichts über deren wissenschaftliche Relevanz aus. Wir sind uns sicher, in der Auswertephase über zahlreiche, in den Arbeitsgebieten wirkende Erdprozesse vertiefte Erkenntnisse erhalten zu können. Erstmals wurde ein länderübergreifender reflexionsseismischer Datensatz gewonnen, der die paläozoischen bis quartären Sedimentschichten lückenlos und mit bisher unerreichter Auflösung bis zum Meeresboden abbildet.



Karte seismischer Profile (E. Seidel).

Dass das ursprünglich geplante Arbeitsprogramm sogar noch übertroffen werden konnte, ist zahlreichen Personen zu verdanken. Die Zusammenarbeit mit Kapitän Schmidt und seiner Besatzung war stets positiv, konstruktiv und angenehm. Die hohe Identifikation der Besatzung mit den Aufgaben eines Forschungsschiffes ist deutlich spürbar. Unsere Techniker

bereiteten unsere Geräte bereits im Vorfeld hervorragend vor und betreuten diese während der Messungen intensiv, so dass wir das Optimum aus der Schiffszeit herausholen konnten. Die SeniorwissenschaftlerInnen an Bord haben mit ihren Erfahrungen und Sachkenntnissen wesentlich zur Routenplanung und Datenauswertung beigetragen. Die Studierenden brachten sich umfassend an Deck und im Labor ein, sie lernten schnell und trugen zum Erfolg der Reise deutlich bei.

Unterstützung hatten wir nicht nur auf See. Der Senatskommission für Ozeanographie danken wir für die Bewilligung der Reise. Die Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe sowie die Abteilung Forschungsschiffahrt der Reederei Briese haben uns bei der Vorbereitung der Reise umfassend unterstützt. Dem Auswärtigen Amt und den Auslandsvertretungen in Kopenhagen, Stockholm und Warschau danken wir für ihre erfolgreichen Bemühungen um die Forschungsgenehmigungen. Unseren Angehörigen schulden wir großen Dank für ihr Verständnis für unsere Abwesenheit.

Nach einem Gerätetest am Sonntagnachmittag wurden alle Stationsarbeiten beendet. Wir befinden uns nun auf dem Transit nach Kiel, wo wir am Montagvormittag einlaufen werden. Der morgige Tag wird für das Abrüsten der Deckinstallationen und Laboreinrichtungen benötigt. Dienstag wird entladen, und wir verlassen das Schiff. Wir werden gern an die Ausfahrt zurückdenken und kommen gerne wieder.

Alle FahrtteilnehmerInnen sind wohlauf und senden Grüße nach Hause.

Für die Wissenschaftlergruppe der BalTec-Reise MSM52  
Christian Hübscher und Volkmar Damm