

M 88/1 – 3D-Test Nordsee, 10.8.-6.9.2012

Bremerhaven-Bremerhaven

1. Wochenbericht (10.8.-12.8.2012)

Mit der aktuellen Forschungsfahrt von FS Meteor soll das neue von 2D auf 3D aufgerüstete mehrkanalige seismische Messsystem der BGR, mit allen dafür beschafften Komponenten erprobt werden und erstmals zum Einsatz gelangen.

3D-seismische Daten liefern räumliche Modelle des geologischen Untergrundes und erlauben so im Vergleich zu 2D weit detailliertere Einblicke bis in mehrere 1000 m Tiefe. In der Explorationsindustrie ist die 3D-Seismik seit längerem Standard, erfordert aber den Einsatz von Spezialschiffen und ist somit sehr kostenintensiv. Ein mobiles 3D-System zum Einsatz auf den deutschen Multipurpose-Forschungsschiffen stand der BGR Hannover mit ihren vielfältigen Beratungs-, Forschungs- und hoheitlichen Aufgaben, als auch der gesamten deutschen Forschungslandschaft bislang nicht zur Verfügung.

Während des zurückliegenden Werftaufenthaltes in Bremerhaven waren entsprechend den Erfordernissen unseres Einsatzes noch einige Anbauten im Bereich des Arbeitsdecks auf FS Meteor vorgenommen worden, die planmäßig am Freitagvormittag (10.8.) ihren Abschluß fanden. Die 19 Fahrtteilnehmer der BGR, inklusive einem englischen Service-Techniker und einem Kameramann waren bereits morgens vollzählig an Bord. So konnten die Ladearbeiten der umfangreichen seismischen Ausrüstung ohne Zeitverzug anlaufen und routiniert bis gegen 20:00 Uhr abgeschlossen werden. Nachdem alle Gerätschaften seefest verstaut und das Bunkern beendet war, wurden gegen 22:30 Uhr die Leinen losgeworfen und nach der Schleusung nahm FS Meteor Kurs in das ca. 300 nm entfernte Genehmigungsgebiet im britischen Sektor der Nordsee, das am frühen Sonntagmorgen erreicht wurde. Die 30 Stunden Transitzeit wurden genutzt für die Geräteinstallation und Einrichten der



Sicherheitseinweisung am Sonnabend, 11.8.

kommende Woche möglichst nur geringe Einschränkungen infolge von Wind und Wellen.

Mit besten Grüßen von Bord und im Namen aller Fahrtteilnehmer

Volkmar Damm



M 88/1 – 3D-Test Nordsee, 10.8.-6.9.2012 Bremerhaven-Bremerhaven

2. Wochenbericht (13.8.-19.8.2012)

Während in Deutschland wohl die heißeste Woche in diesem Sommer ihren Anfang nahm, sahen wir dem Ausläufer eines Sturmtiefs entgegen, das uns sehr präzise von den beiden Meteorologen des Deutschen Wetterdienstes hier an Bord mit allen Auswirkungen auf unser Arbeitsgebiet vorhergesagt wurde. Ein hervorragender Service, der es uns gestattet, alle Außenbordarbeiten, die ruhige See erfordern, mit ausreichendem Vorlauf gut planen zu können.

Während für 2D-seismische Messungen alle erforderlichen Decksarbeiten aufgrund der langjährigen Erfahrungen aller Kollegen sehr routiniert vorgenommen werden können, muß das Know-How für marine 3D-Seismik im Verlauf dieser Erprobungsfahrt erst erworben werden. Das Arbeitsdeck von FS Meteor ist vollgestellt mit allem dafür notwendigen Gerät. Marine 3D-Seismik erfordert nicht nur doppelt so viele Geräte wie 2D-Seismik, sondern noch zusätzliche Systemkomponenten, die teilweise erstmals auf unserer Reise eingesetzt werden.

Um die beiden jeweils ca. 1 km langen seismischen Streamerkabel, in denen sich die Hydrophone für die Aufnahme der seismischen Signale befinden, in einem Abstand von 150 zueinander hinter dem Schiff ziehen zu können, müssen sie mit Scherbrettern seitlich von der Kurslinie des Schiffes ausgelenkt werden. Ebenso müssen unsere zwei Airguns, die als seismischen Erregerquellen dienen, jeweils 37,5 m aus der Mittschiffsachse gesichert werden. Voraussetzung für 3D-seismische Messungen sind sehr präzise Angaben über die Position aller Systemkomponenten während der Messungen, die über zahlreiche Sensoren in die Rechner an Bord des Schiffes übertragen werden. Von hier ist dann eine genaue Kontrolle aller Außenbordsysteme möglich, deren Lage im Wasser mit Genauigkeiten von weniger als 1 m überprüft wird.

Bei allmählich zunehmendem Wind und Seegang war es uns bis Wochenmitte möglich, erste Erfahrungen zu den Arbeitsabläufen für das Aussetzen und Bergen unserer umfangreichen Außenbordsysteme zu erlangen, als auch alle Einstellungen für die Schlepptrossen durch Testen unterschiedlicher Befestigungspunkte festzulegen. Die 1,5t schweren Scherbretter sind bei stärkerem Wind und Seegang jedoch nicht mehr gefahrlos zu bewegen und so mußten wir die Decksarbeiten zwangsweise wetterbedingt für zwei Tage unterbrechen.



Währenddessen waren die Rechnersysteme an die Navigationstechnik des Schiffes angeschlossen worden und die Laborarbeiten konzentrierten sich anschließend darauf, alle Software- und Geräteeinstellungen vorzunehmen.

Deckscrew und BGR-Kollegen beim Ausbringen der Scherbretter



Probleme machten uns dabei zunächst insbesondere die Schnittstellen zu den übrigen Systemenkomponenten, was nicht überrascht, wenn man 3D-Seismik als mobiles Verfahren flexibel auf Forschungsschiffen einsetzen will, - eine Meßtechnik, die üblicherweise auf Spezialschiffen und dort auch dauerhaft stationiert ist.

Pünktlich zum Samstag trat dann die vorhergesagte Wetterbesserung ein und bei optimalen Wetter und ruhiger See konnten wir erstmals unser komplettes 3D-seismisches Außenbord-Gerät in seiner Gesamtheit und auch in der geometrischen Schleppkonfiguration hinter dem Schiff anordnen, wie es für eine 3D-seismische Datenaufnahme erforderlich ist. Damit ist war ein erstes wichtiges Teilziel dieses Fahrtabschnitts, insbesondere auch dank der effektiven Unterstützung der Mannschaft von FS Meteor erreicht und die Erleichterung bei den Kollegen deutlich spürbar. Die während des letzten Werftaufenthaltes vorgenommenen Modifikationen im Decksbereich haben sich dabei als sehr sinnvoll erwiesen.

Für die nächste Woche hoffen wir auf die versprochene Fortsetzung des ruhigen Wetters als Grundvoraussetzung dafür, dass wir nun noch die letzten Probleme beim Betrieb der Navigationstechnik beseitigen und ein erstes Testprofil erfolgreich mit 3D-Seismik vermessen können, bevor wir am kommenden Freitag Aberdeen anlaufen werden und der erste Teilabschnitt der Meteor-Fahrt M88/1 zu Ende geht.

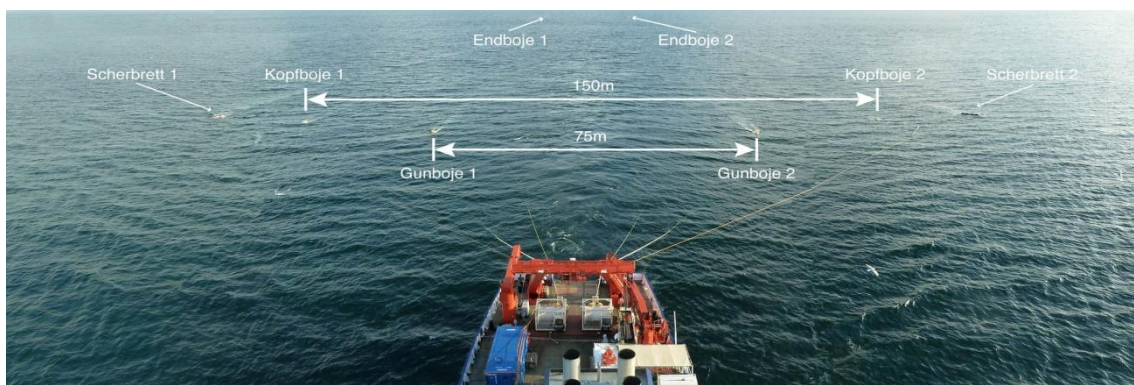
Mit besten Grüßen von Bord und im Namen aller Fahrtteilnehmer

Volkmar Damm

M 88/1 – 3D-Test Nordsee, 10.8.-6.9.2012 Bremerhaven-Bremerhaven

3. Wochenbericht (20.8.-26.8.2012)

Bereits im letzten Wochenbericht konnten wir darüber berichten, dass alle Einstellungen für die präzise geometrische Anordnung der seismischen Erreger im Abstand von 75m und der 900m langen Streamer mit den Hydrophonen im Abstand von 150m als Voraussetzung für die Vermessung einer ersten 3D-seismischen Linie erfolgreich bestimmt waren. Auch die Navigationstechnik war zwischenzeitlich konfiguriert und die Positionen für die Schußpunkte eines seismischen Testgebietes vordefiniert. Im Gegensatz zur bislang eingesetzten 2D-Seismik, bei der wir in annähernd gleichen Zeitintervallen und bei möglichst gleichbleibender Schiffsgeschwindigkeit Reflexionssignale aufzeichnen, deren exakte Positionierung erst nachfolgend vorgenommen wird, werden bei 3D-seismischen Messungen alle Positionen der Messpunkte bereits vor der Beginn der Messungen definiert, damit eine Gleichverteilung der zu gewinnenden Daten im Untersuchungsgebiet sichergestellt ist. Das Schiff muß dann allerdings sehr genau entlang der vorgegebenen Profillinien navigiert werden. Erreicht das Schiff einen der vordefinierten Schusspunkte, wird abwechselnd einer der beiden seismischen Erreger automatisch ausgelöst und die Aufzeichnung der Reflexionssignale des Untergrundes wird gestartet. Auf den Spezialschiffen der seismischen Explorationsindustrie erfolgt die präzise Steuerung des Schiffes bei 3D-seismischen Messungen durch die Geophysiker im Seismik-Labor mit Hilfe der seismischen Navigations-Software. Die Seismik übernimmt so quasi die Funktion des Rudergängers auf der Brücke. Dies ist an Bord des FS Meteor nicht möglich, gleichwohl muß das Schiff aber mit den vorhandenen Antriebssystemen durch die erfahrenen Nautiker in dieser hohen Präzision entlang der Messlinien manuell gesteuert werden, was eine hohe Konzentration erfordert. Da Wind und Gezeitenströmungen häufig dazu führen, dass unser langes Messkabel aus der Mittschiffslinie abgelenkt wird, muss der Kurs des Schiffes nach Anweisung aus dem Seismiklabor zusätzlich korrigiert werden.



Schleppanordnung von Scherbrettern, den beiden 900 m Streamern und Airguns

Das Training dieser gesamten Abläufe für eine 3D-seismische Messwertaufnahme war die Aufgabe, die wir in der zurückliegenden Woche erfolgreich gemeistert haben. Am Donnerstag waren 10 parallele Profile 3D-seismisch nach allen Vorgaben

vermessen und FS Meteor nahm Kurs auf Aberdeen, wo wir bei einem eintägigen Hafenaufenthalt einen Teil des wissenschaftlichen Personals ausgetauscht haben.

Der gute Fortschritt unserer Erprobungsarbeiten im ersten Teil unserer Fahrt, den wir wegen der geringen Verkehrsdichte und der größeren Wassertiefen für den britischen Teil der Nordsee vorgesehen hatten und der nun hinter uns liegt, führte zu der Entscheidung, in den verbleibenden 2 Wochen der Reise M88/1 außerplanmäßig bereits 3D-seismische Daten im deutschen Sektor der Nordsee zu akquirieren, die dann unmittelbar als Geodatenbasis in dem Projekt Geopotentiale Deutsche Nordsee genutzt werden können.

Wir hoffen auf günstige Wetterbedingungen auch im weiteren Fahrtverlauf, damit dieses doch recht ambitionierte Vorhaben in den nächsten 12 Tagen erfolgreich umgesetzt werden kann.

Auf Transitfahrt in das neue Messgebiet westlich von Helgoland grüßt im Namen aller Fahrtteilnehmer inklusive der in Aberdeen zugestiegenen 5 neuen Kollegen

Volkmar Damm

M 88/1 – 3D-Test Nordsee, 10.8.-6.9.2012 Bremerhaven-Bremerhaven

4. Wochenbericht (27.8.-2.9.2012)

In die zweite Hälfte unserer Fahrt nach dem Kurzaufenthalt in Aberdeen starteten wir mit einer nunmehr zahlenmäßig auf 17 reduzierten wissenschaftlichen Crew und teilweise neuen Kollegen an Bord bei nur mäßig optimalen Wetterprognosen. Da jedoch ein 30-stündiger Transit in das neue Messgebiet vor uns lag, dem eine Wetterberuhigung folgen sollte, wurde der geplante Fortgang unserer Arbeiten zunächst nur unwesentlich durch Wind und Wellen verzögert.

Insgesamt 12 Tage lagen noch vor uns bis zum Ende der Reise und damit abzüglich der erforderlichen Transitzeiten (nur) noch 9 Tage, die für unser vorgesehene Messprogramm zur Verfügung standen. Dass uns in dieser Zeit in vollem Umfang bei ruhiger See und wenig Wind optimale Messbedingungen geboten werden könnten, wäre sehr untypisch für die Nordsee – auch im Spätsommer,

Das Messgebiet, das wir im weiteren Verlauf unserer Fahrt 3D-seismisch untersuchen wollten, liegt ca. 15 sm westlich von Helgoland und unmittelbar nördlich des Verkehrstrennungsgebietes der stark befahrenen Seeschiffahrtsstrassen in der Deutschen Bucht. Die Nordsee und insbesondere auch die deutschen Hoheitsgewässer wurden schon in vielfältiger Weise mit meeresgeophysikalischen und geologischen Methoden untersucht bzw. beprobt. Dennoch gibt es Bedarf an Informationen über den geologischen Untergrund in Teilbereichen der Nordsee, der mit den bislang vorliegenden Daten nicht gedeckt werden kann. Beispielsweise muß für die Errichtung von Windparks und die Verlegung von Kabeln die Baugrundbeschaffenheit bekannt sein, Kies- bzw. Naßabbaugenehmigungen können ebenso wie andere Raumnutzungskonzepte nur auf einer soliden Geodatenbasis des Wirtschaftsraumes Nordsee bewertet werden. Mit dem Projekt Geopotential Deutsche Nordsee soll diese Datenbasis verbessert werden. Für die Auswahl unseres Untersuchungsgebietes waren die Ergebnisse von Vorarbeiten unter Einsatz von 2D-Seismik ausschlaggebend. In einer Tiefenlage von mehreren Hundert Metern deuten spezifische Reflexionsmuster in den seismischen Daten auf das Vorhandensein von freiem Gas in den Sedimentschichten. Deren räumliche Ausdehnung und insbesondere die Lokalisierung von Aufstiegswegen und möglichen lokalen Austrittstellen am Meeresboden war das Ziel der vor uns liegenden 3D-seismischen Arbeiten in einem nur 8 x 10 km² großen Gebiet, das dann während der Fahrt M 88/2 von FS Meteor unmittelbar im Anschluß an unsere Fahrt mit weiteren geophysikalischen Methoden untersucht werden soll.

Unmittelbar nach Erreichen unseres Arbeitsgebietes wurde begonnen, den Meeresboden mit den bordeigenen Echolotsystemen zu kartieren, bevor wir am Montag, dem 27.8. gegen Mittag unser 3D-seismisches Instrumentarium zu Wasser brachten und 5 Stunden später mit der 3D-seismischen Vermessung beginnen konnten. Hierzu hatten wir unser Messgebiet vorab mit einem Messgitter aus parallelen Linien im Abstand von jeweils 150 m und 10 km Länge überzogen. Entlang dieser insgesamt 54 Messlinien sollte die seismische Datenaufnahme erfolgen. Die Lage der Schiffskurse, vor allem aber die genaue Position unserer gesamten geophysikalischen Ausrüstung hinter dem Schiff und der Abstand aller Komponenten untereinander wird über die seismischen Datenerfassungs- und Navigationssysteme sehr präzise verfolgt, ggfs. korrigiert und die Datenaufnahme gesteuert. Die bereits



im ersten Abschnitt unserer Reise gewonnenen Erfahrungen im Umgang mit allen Außenboardsystemen, der 3D-seismischen Datenaufnahme- und Navigationstechnik und die perfekt abgestimmten Handlungsabläufe zwischen den jeweils Diensthabenden im Seismiklabor und den Nautikern auf der Brücke von FS Meteor verschafften uns einen guten Fortschritt der Arbeiten. Als wir um 0:00 Uhr in der Nacht von Donnerstag auf Freitag wegen einer angekündigten Wetterverschlechterung die Messungen unterbrechen mußten und unsere Geräte vorsichtshalber wieder zurück an Deck holten, hatten wir etwas mehr als die Hälfte aller geplanten Profile bereits gemessen. Die Zwangspause wurde genutzt, um erste Auswertungen und Dokumentationen bislang vorliegender Ergebnisse vorzunehmen. Bereits am Samstagmittag war Wetterberuhigung eingetreten und die Geräte wurden erneut zu Wasser gebracht und der Messbetrieb wieder aufgenommen, um den verbliebenen Teil des Untersuchungsgebietes zu bearbeiten.

In der Nacht zum Sonntag wurde der kontinuierliche Messbetrieb dann jedoch unerwartet gestoppt, da eine der beiden Kurrleinen gebrochen war, mit denen die Scherbretter geschleppt werden, die unsere Streamer und seismischen Erreger auf Abstand halten. Sofort wurden die für diesen Fall vorgesehenen Maßnahmen unter großem Einsatz der Kollegen und der Mannschaft eingeleitet. Am frühen Sonntagmorgen waren die Außenboardsysteme dann wieder komplett an Bord und die Wiederaufnahme des verloren gegangenen Scherbretts konnte aufgenommen werden. Nach Kalkulation der vorherrschenden Wind- und Strömungsdrift wurde das designierte Suchgebiet festgelegt und Wachen für den Ausguck eingeteilt. Im Verlauf der 3-stündigen Decksarbeiten zum Einholen der Geräte hatten wir uns bereits weit



von der Stelle entfernt, wo das Scherbrett verloren ging. Dank perfekter Planung der Schiffsführung konnte aber nach 10 Stunden systematischer Suche das Scherbrett dann gesichtet und wieder an Bord genommen werden. Es war insgesamt 9 sm vom Havariepunkt weggedriftet.

Bei Nacht und Regen: Einholen der Geräte Samstagnacht

Wir sind uns sicher, dass wir nach diesen spannungsvollen Ereignissen der zurückliegenden Woche und den eventuell noch erforderlichen Reparaturarbeiten an den Geräten die verbleibenden Tage noch effektiv nutzen können, die 3D-seismische Vermessung für das Projekt Geopotential Deutsche Nordsee auch erfolgreich abschließen zu können.

Mit aller Vorsicht läßt sich bereits jetzt, kurz vor Ende unserer Reise, insbesondere aber nach dem glücklichem Ausgang der gestrigen Ereignisse, resümieren, dass unsere Erwartungen an die 3D-Seismik-Erprobungsfahrt M 88/1 weit übertroffen wurden. Dank dafür gebührt in besonderem Maße Kapitän Wunderlich und der gesamten Besatzung von FS Meteor.

Es grüßt im Namen aller Fahrteilnehmer von M 88/1

Volkmar Damm

**M 88/1 – 3D-Test Nordsee,
10.8.-6.9.2012 Bremerhaven-Bremerhaven**



5. und letzter Wochenbericht (3.8.-6.9.2012)

Am Donnerstag, den 06.09.2012, ist FS METEOR plangemäß in Bremerhaven eingelaufen, nachdem alle vorgesehenen marin-seismischen 3D-Arbeiten im Untersuchungsgebiet D des GPDN, nordwestlich von Helgoland, erfolgreich abgeschlossen werden konnten (M88/1b). Trotz der Unterbrechungen durch eine Schlechtwetterfront und den Abriss eines ca. 5 Tonnen schweren Scherflügels, der erst nach langer Suchfahrt wiedergefunden und neu in das Außenbord-System eingefügt werden konnte, ist es gelungen, das Arbeitsgebiet von ca. 6 km x 10 km Seitenlänge vollständig zu überdecken und somit einen geschlossenen 3D-seismischen Datenwürfel zu erzeugen. Die BGR-Mitarbeiter gingen nachmittags von Bord, das Schiff wurde entladen.

Weiter unten sind einige Datenbeispiele des Einsatzes abgebildet. Vor diesem Hintergrund kann die METEOR-Fahrt zum Test des neu beschafften marin-seismischen 3D-Systems der BGR als voller Erfolg gebucht werden. Es konnte (i) die volle Einsatzfähigkeit dieses Systems im ersten Teil der Fahrt hergestellt werden und (ii) nach schneller Entscheidung, den zweiten Teil in das aktuelle Untersuchungsgebiet „Geopotenziale Deutsche Nordsee (GPDN)“ der BGR zu verlegen, ein Datensatz mit dieser Technologie (siehe unten) vermessen werden, der nach entsprechender Bearbeitung/Auswertung mehrere wichtige Aufgaben erfüllen soll:

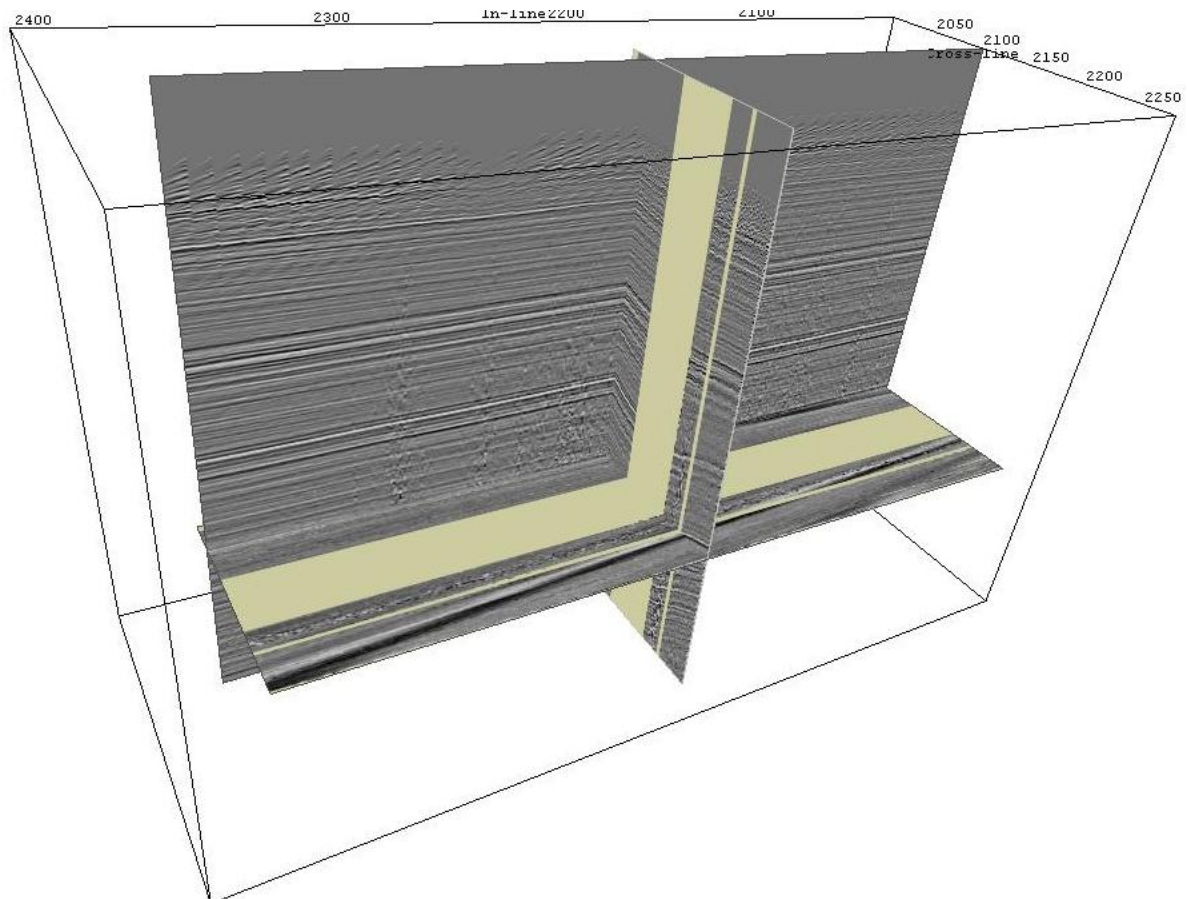
1. Kalibrierung der 3D-Ergebnisse anhand bereits vorhandener, stratigraphisch ausgewerteter 2D-seismischer Profile,
2. Qualitätsvergleich durch stellenweise Überlappung mit bereits vorhandener industrieller 3D-Seismik im Norden des Arbeitsgebietes,
3. Beitrag zusätzlicher Parameter und Vergleich zu den in demselben Messgebiet geplanten marin-elektromagnetischen Untersuchungen zur Verbesserung des Untergrundmodells, eine Kombination, die demnächst auch zur Exploration wirtschaftlich bedeutender polymetallischer Sulfide erprobt werden soll,
4. Im Erfolgsfall ein Beitrag zur Exploration potenziell vorhandener Gasvorkommen dieses Gebiets in geringer Tiefe (shallow gas).

Diese hervorragende Leistung konnte nur durch das perfekte Zusammenspiel von Technik, Wissenschaft und Nautik sowie den hohen persönlichen Einsatz aller Beteiligten in kameradschaftlicher Atmosphäre erreicht werden. Deshalb sei an dieser Stelle insbesondere der Schiffsbesatzung unter Leitung von Kapitän Wunderlich ein großer Dank ausgesprochen.

Zustande kam dieses Projekt durch die einmalig günstige Situation, dass der Zeitplan von FS METEOR unerwartet einen Zeit-Slot bei hervorragenden Bedingungen hinsichtlich Jahreszeit und örtlicher Erreichbarkeit aufwies, der durch das schnelle Zusammenspiel von Leitstelle, Leitungseinheiten und Verwaltung der BGR optimal genutzt werden konnte. Auch in dieser Beziehung sei allen damit befassten Stellen Dank ausgesprochen.

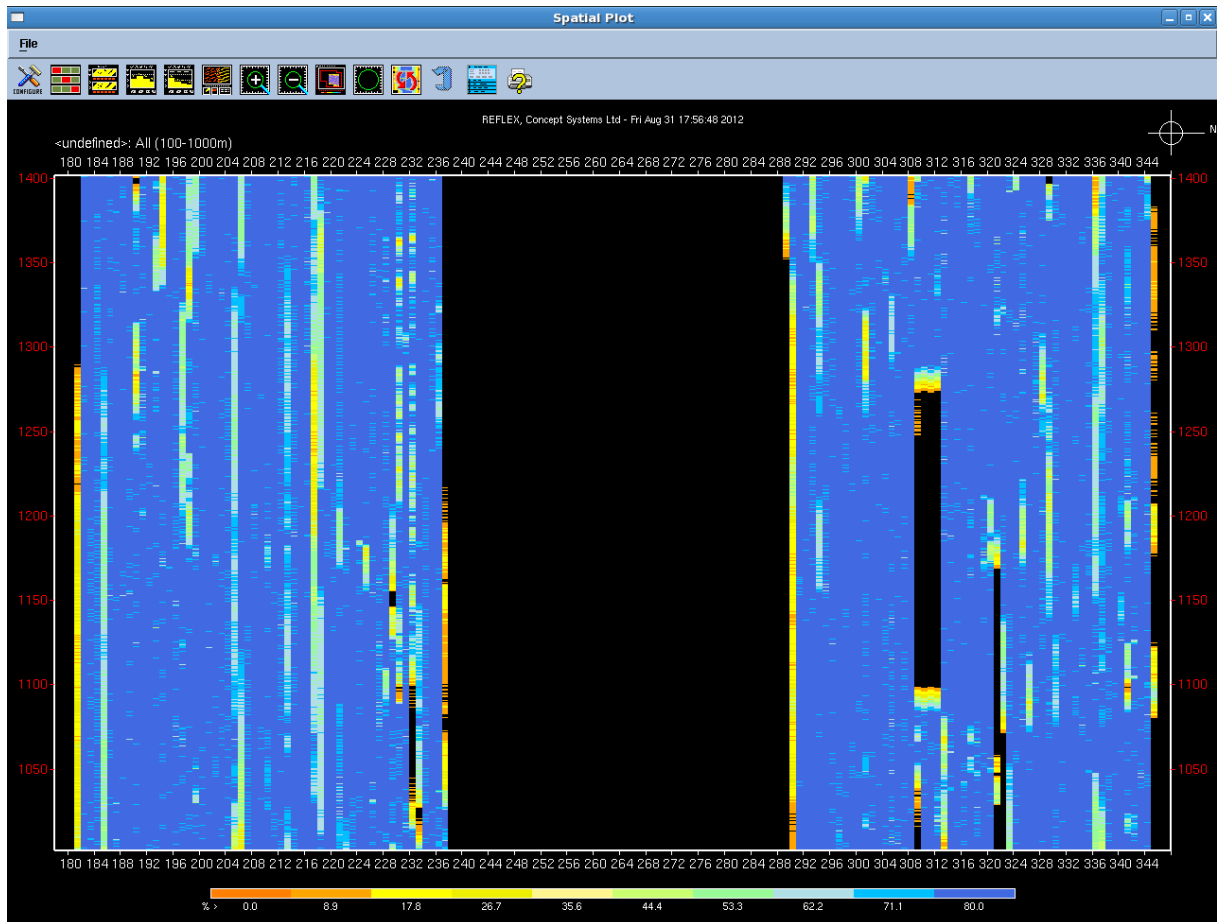
Stellvertretender Fahrtleiter

Bernd Schreckenberger

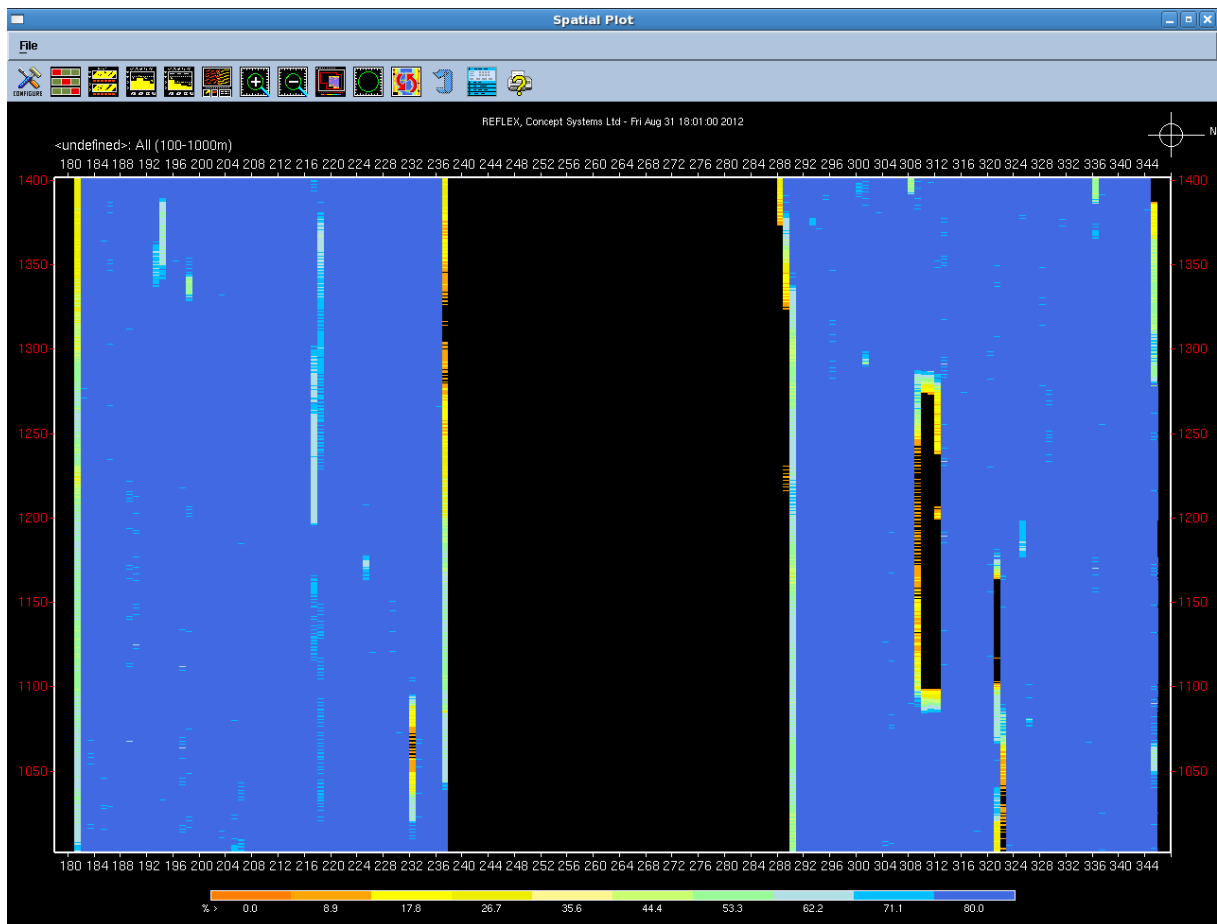


Datenwürfel als Ergebnis der 3D-seismischen Messungen in der Nordsee. Das Bild zeigt einen Zwischenstand der Arbeiten. Die Messlücke (weißer Bereich) konnte im Verlauf der Fahrt geschlossen werden. Beachtenswert ist die hohe Detailauflösung!

Aus dem Berichtsteil von Fahrtteilnehmer Cord Papenberg (Geomar).



Bin-Grid Überdeckung (blau: gut, Gelb: schlecht, schwarz: keine) als Zwischenstand der Messungen. Das Bild zeigt das 6 km (quer) mal 10 km Grid in einem Zwischenstand, d.h. ungefähr zum Stand wie beim Datenwürfel. Die große Lücke und die etwas breitere im rechten (nördlichen) Teilgebiet wurden später geschlossen. Es handelt sich um Ost-West-Profile, Norden ist rechts.



Die gleiche Darstellung wie oben nach Anwendung von Flex-Binning. Dabei werden die Bins in der Breite (cross line) vergrößert (hier max. jeweils die Hälfte der beiden Nachbarbins). Damit werden CMPs zwar mehrfach verwendet und somit „verschmiert“, aber kleine Lücken können so „geschlossen“ werden.