

WFS PLANET

Inhaltsverzeichnis

Abh. 1-2

## I. Teil

Fahrtbericht über die Reise des FS PLANET in die Norwegische See vom 4.8.-21.8.1969		Seite
1. Fahrtverlauf bis Bergen		1
2. Hafentage in Bergen		2
3. Fahrtabschnitt I, Anfahrt zum Voring-Plateau		3
4. Fahrtabschnitt II, erster Teil der Arbeit auf dem Voring-Plateau, erste Erkundung des Tiefseebeckens		6
5. Fahrtabschnitt III, die Schießbootfrage und der Einsatz der Refraktionsseismik		8
6. Hafentage in Bergen		16
7. Schlußbemerkungen		16

## II. Teil

## Beiträge der Wissenschaftler

1. Seegravimetrie (S. Plaumann)	19
2. Magnetik (K. Fromm)	21
3. Geothermik (R. Hänel)	22
4. Bericht über die Arbeit der Schießmannschaft auf der NORDKAPP (M.A. Geyh)	25
5. Seismik (K. Hinz)	30
6. Tätigkeit der Bordwetterwarte (Fritzsche)	32

## I. Teil

### Fahrtbericht über die Reise des FS PLANET in die Norwegische See vom 4.8.-21.8.1969

#### 1. Fahrtverlauf bis Bergen

Das Auslaufen aus Kiel am 4.8. verzögerte sich von 10.00 auf 13.25 Uhr, da noch letzte Installierungsarbeiten für den großen Kompressor der Pneuflex-Ausrüstung vorgenommen werden mußten und eine Reparatur am Seegravimeter erst am Montag beendet werden konnte. Der Koordinator, Herr Prof. Dietrich, Herr Dr. Lechner vom OFBw und andere verabschiedeten das Schiff.

PLANET hatte durch Mithilfe des Marinearsenals Kiel die auf knapp 10 to vergrößerte Sprengstoffmenge rechtzeitig übernehmen können und hatte damit auch den Restbestand geladen, der wegen des vorzeitigen Abbruchs der Mittelmeerfahrt von METEOR dort nicht mehr verbraucht worden war.

Günstige Wetter- und Seebedingungen und Benutzung des südlichen Schärenweges ermöglichten eine rechtzeitige Ankunft im Raum Bergen.

Auf Wunsch des Instituts für Meereskunde, Kiel, hatten wir bis nach Bergen einen norwegischen Ozeanographen an Bord, der an einem vorhergehenden Abschnitt des Programms "Norwegische See 1969" teilgenommen hatte.

Die Schießgruppe, mit Ausnahme des Schießmeisters, der von Kiel ab an Bord von PLANET war, hatte Bergen schon am 5.8. mit Flugzeug erreicht, um alle Vorkehrungen für die Installation des Instrumentariums auf dem Schießboot rechtzeitig vorzubereiten, ebenso die Übernahme des Sprengstoffes.

In der Nacht vom 4. auf 5. August traf aus Bergen vom Leiter des Schießtrupps die Nachricht ein, daß das mit maßgeblicher Mitwirkung des Seismologischen Observatoriums von Bergen uns zugeteilte Fischereischutzboot SENJA auf der Fahrt von Bodø nach Bergen einen Schaden erlitten habe und vermutlich erst 6 Tage später zur Verfügung stehe. Wir wurden aufgefordert, den Sprengstoff in Bergen-Knappen zu deponieren. Da eine Übernahme der schweren Schießausrüstung auf See, möglicherweise mit Schwierigkeiten verbunden gewesen wäre, auf alle Fälle einen Verlust an Arbeitszeit bedeutet hätte, wurde die Verwaltung des Marine-depots gebeten, auch dieses Gerät in Verwahrung zu nehmen, was dankenswerterweise zugesagt wurde. Das Löschen in Knappen war um 10.00 Uhr beendet, und um 11.30 Uhr hatte PLANET in Bergen Tollbukaiene festgemacht.

Auf der Anfahrt wurden die Labors eingerichtet und die ersten Messungen mit Seegravimeter und -magnetometer ausgeführt, insbesondere im Skagerrak, wo auf einer längeren Strecke ein gerader Kurs gefahren werden konnte. Der große Kompressor für die Airgun wurde angefahren und ein kurzer Airguntest durchgeführt.

## 2. Hafentage in Bergen

In Bergen wurden alle wichtigen Fragen mit Herrn Dr. Sellevoll und Mitgliedern des Observatoriums an Bord von PLANET besprochen: Möglichkeiten des Treffens auf See, Arbeitsweise, zeitliche und örtliche Planung etc. Herr Sellevoll hatte die Funktion eines Koordinators für mehrere geophysikalische Projekte übernommen, die im Herbst 1969 in Gewässern abliefen, die Norwegen

vorgelagert sind. So hat er z.B. eine Lamont-Expedition veranlaßt, unser Gebiet zu meiden und Sparker-Profile, die unsere Profile teilweise überdeckt hätten, zu verlegen.

Mitglieder des Seismologischen Observatoriums besichtigten das Schiff und unser geophysikalisches Instrumentarium. Am Abend besuchte der deutsche Generalkonsul in Bergen, Herr Dr. Bormann, PLANET, und in angeregten Gesprächen verbrachten Offiziere von PLANET und einige Wissenschaftler mehrere Stunden.

Zwei norwegische Studenten der Geophysik, ein älterer, Herr Mue, und ein jüngeres Semester, Herr Sveta, wurden in Bergen eingeschifft, wobei verabredet worden ist, daß Herr Mue möglicherweise im Winter für kurze Zeit nach Hannover kommt, um in dieser oder jener Weise an der Auswertung mitzuwirken.

Für das Seegravimeter wurde von Herren des Seismologischen Observatoriums in dankenswerter Weise eine Anschlußmessung für den Liegeplatz von PLANET vorgenommen.

Pünktlich wie vorgesehen verließ PLANET am 7.8., 8.00 Uhr morgens, Bergen.

### 3. Fahrtabschnitt I, Anfahrt zum Voring-Plateau

Durch die Unsicherheit des Zeitpunktes des Eintreffens von SENJA schien es nicht angeraten, das Fahrtprogramm, das auf der Anfahrt nach Bergen nochmals mit der Schiffsführung überprüft worden war, in der vorgesehenen Reihenfolge ablaufen zu lassen. Es mußte vielmehr so umgestaltet werden, daß für das

Eintreffen des Schießbootes eine möglichst lange Frist mit anderen geophysikalischen Arbeiten so ausgefüllt wurde, daß im Augenblick von definitiven Entscheidungen in der Frage des norwegischen Schießbootes rasch auf einen anderen Plan umgestellt werden konnte, ohne wertvolle Meßzeit zu verlieren. So wurde eine neue Variante des Programms für die ganze Zeit aufgestellt und mit Schiffsführung und allen Wissenschaftlern abgestimmt. Sie enthielt noch den NW-SE-Schnitt durch die Norwegische See als Teilprojekt und das Gebiet der Engvermessung im Bereich des Voring-Plateaus als anderen Schwerpunkt.

Die Aufstockung des Sprengstoffvorrates hatte schon vorher zu einer Abänderung des ursprünglichen Planes geführt. Schließlich hatte ein Tieftauchkörper für die Refraktionsseismik, der schon im Herbst 1968 hätte geliefert werden sollen, bei den ersten Testen, die im Juli 1969 zusammen mit dem Hersteller durchgeführt worden waren, technisch nicht voll befriedigt, so daß die Abnahme nicht erfolgen konnte. Wir waren mit der Refraktionsseismik daher nur auf die Refraktionsbojen angewiesen, die sich im Mittelmeer bei ihrem ersten Einsatz bewährt haben. Testmöglichkeiten für zumindest eine dieser Bojen mußten eingeplant werden, um sie weiter zu optimieren.

Statt mit dem NW-Schnitt zu beginnen, wurde aus allen diesen Gründen die Erkundung des Schelfbereiches vorgezogen und auf dem Voring-Plateau eine Profilkombination angesetzt, die als Vorerkundung für die Placierung des dort geplanten refraktionsseismischen Profils dienen konnte und auch für alle anderen geophysikalischen Sparten wichtige Einblicke in die dortigen Gegebenheiten ermöglichte.

Am 7.8. um 12.30 Uhr wurde nach Verlassen der Schären die Magnetometersonde zu Wasser gelassen, so daß nunmehr kontinuierlich neben der Gravimetrie eine zweite geophysikalische Messung lief. Kurze Zeit später wurden Tests mit der Airgun gefahren, um herauszufinden, welche Fahrtstufe oder welche Umdrehungszahl der Schraube von PLANET noch die gewünschte seismische Eindringungstiefe ermöglichte. Man hatte gefürchtet, daß die höher drehende Schraube von PLANET schon bei einer Fahrtstufe von etwa 6 kn einen hohen Geräuschpegel erzeugt. Es ergab sich aber, daß Drehzahlen von 150 bis 160, d.h. normalerweise 8 Knoten Fahrt mit dem geophysikalischen Ziel einer Eindringungstiefe von 1500 m in den Untergrund des Meeres noch verträglich sind bei Wassertiefen bis zu mehr als 3000 m. So konnte die kombinierte Meßfahrt von Magnetik, Gravimetrie und Pneuflex mit 8 Knoten fortgesetzt und weiterhin eingeplant werden. Diese Fahrtstufe schien auch für Gravimetrie und Magnetik, für die höhere Geschwindigkeiten wegen der Kursstabilität erwünscht sind, ein guter Kompromiß.

Wir hatten den Auftrag, beim Durchlaufen des ozeanographischen Meßgebietes die Auslagen zu beobachten. Da wir dieses Gebiet jedoch in der Nacht passierten, zogen wir es vor, von einer speziellen Kontrolle abzusehen, um eine Gefährdung zu vermeiden.

Zwischen Position 1 ( $62^{\circ}00'N$ ,  $3^{\circ}35'E$ ) und Position 2 ( $64^{\circ}00'N$ ,  $3^{\circ}26'E$ ) wurde ein Teil des Kontinentalabhanges in der o.a. geophysikalischen Meßkombination überfahren. Die Fahrt nach Position 3 ( $65^{\circ}7,5'N$ ,  $7^{\circ}14'E$ ) sollte eine nochmalige Überquerung ergeben und Meßstrecken für alle drei Methoden zum Anschluß unserer Arbeiten an die von norwegischen Instituten schon ausgeführten. Der Profiltteil von 3 nach 4 diente der dritten Über-

querung des Kontinentalabhanges und schloß zusammen mit der Strecke Position 2 nach 3 das Gebiet ein, in welchem von amerikanischer und russischer Seite seismische Refraktionsbeobachtungen liegen.

Auf Station I an Position 5 ( $65^{\circ}38'N$ ,  $1^{\circ}55'W$ ) war der SE-NW-Schnitt durch das norwegische Becken wieder erreicht. Man hatte erste Einblicke in Form und Struktur des Meeresbodens gewonnen und konnte dort ein Kolbenlot und eine geothermische Messung durchführen. Wäre in der Zeit der Vornahme dieser Arbeit eine definitive Nachricht hinsichtlich des Schießbootes eingetroffen, hätte man die Fahrt auf den ursprünglichen Plan wieder umstellen können. Da Nachrichten dieser Art ausblieben, wurde das Gebiet der Engvermessung mit kombinierter Meßfahrt angesteuert über einen Bereich, von welchem ein Tertiärkern bekannt geworden ist.

#### 4. Fahrtabschnitt II, erster Teil der Arbeit auf dem Voring-Plateau, erste Erkundung des Tiefseebeckens

In der Nacht vom 10. auf 11.8. wurde das Voring-Plateau erreicht und die genannte Meßkombination auf dem ersten EW-Profil fortgesetzt. Als PLANET sich im westlichen Vorland des Voring-Plateaus wieder in tiefem Wasser befand resp. im Gebiet starker magnetischer Anomalien, wurde unterbrochen und eine Wärmestrommessung auf Station II angesetzt.

Da sich alle Arbeiten begünstigt durch sehr gutes Wetter zügig durchführen ließen, konnte der südlichste EW-Schnitt noch nach Westen verlängert werden, um das Tiefseegebiet für die Anlage eines refraktionsseismischen Profils zu erkunden. Der Befund

dort war überraschend. Anstelle eines nach der Tiefenkarte zu erwartenden bezüglich der Lagerung der jungen Sedimente nur wenig gestörten Tiefseebeckens fand sich eine unruhige Topographie und nach Pneuflexregistrierungen auch für geothermische Messungen nur sehr kleine Bereiche mit seismisch weichen Sedimenten.

Nach Mitteilungen norwegischer Stellen rechneten wir mit dem Eintreffen von SENJA im Arbeitsgebiet am 13. oder 14.8.. Daher wurde ein weiterer Teil der Engvermessung gefahren, und zwar ein nördliches Profil, das auch der Erkundung des Areals, in welchem ein 60 sm langes Refraktionsprofil angesetzt werden sollte, diente. Da wir schon aus dem ersten Profil der Engvermessung ersehen hatten, daß das Voring-Plateau tektonisch sehr gestört ist, tauchten Zweifel an dem Plan auf, das Refraktionsprofil, wie zuletzt vorgesehen, E-W anzulegen. Man konnte im westlichen Teil des Voring-Plateaus eine Verwerfungszone mit Pneuflex-Messungen nachweisen, die ein tieferes Sedimentbecken nach Westen hin begrenzt. Die Sprunghöhe der Verwerfung wurde auf mehr als 1000 m geschätzt. Mit Hilfe des nördlichsten Schnittes im Gebiet der Spezialmessung konnte das Streichen dieser großen Störungszone mit etwa NE sicher festgelegt werden. Die Breite des Sedimentbeckens erwies sich im weiteren Verlauf der Messungen als so groß, daß die Entscheidung zugunsten eines EW-Refraktionsprofils getroffen werden konnte, bei dem der eine Endpunkt des Profils auf der hohen Schulter und der andere im Becken so festgelegt wurde, daß für die Refraktionsseismik beide Teile genügend weit überdeckt sind. - Es ist dies das erstemal, daß auf einer unserer Expeditionen eine so gründliche topographische und geophysikalische Vorerkundung für die örtliche Festlegung eines Refraktionsprofils erfolgen konnte. Das Ergebnis der refraktionsseismischen Arbeit zeigt, daß dies bei



zukünftigen Expeditionen die Regel sein sollte, da wahrscheinlich meist der Informationsgehalt der Plotting-sheets und der anderen Karten für solche Entscheidungen nicht ausreichend ist.

#### 5. Fahrtabschnitt III, die Schießbootfrage und der Einsatz der Refraktionsseismik

Am Montag, den 11.8. erfuhren wir, daß SENJA nicht mehr zum Einsatz kommen könne, daß aber ein anderes Schiff für die seismischen Arbeiten bereit gestellt würde. Mit bemerkenswerter Wendigkeit haben die norwegischen Behörden gehandelt. Es sei den zuständigen Personen und Dienststellen hier herzlichst gedankt für die tatkräftige und verständnisvolle Unterstützung der Expedition und die Ermöglichung der Ausführung der großen seismischen Arbeiten, die ein Kernstück der Forschungsreise waren. Ohne die Refraktionsseismik wäre sie nicht mehr als nur eine Vorerkundung gewesen und die Modellberechnung bei der Auswertung, insbesondere aus Gravimetrie, Magnetik und Geothermik, hätte nur auf einer sehr unsicheren Basis vorgenommen werden können. Durch die Haltung der norwegischen Dienststellen, der Marine und des Fishery Department ist der Charakter der Forschungsfahrt so gewahrt geblieben, wie dies vorher mit dem Seismologischen Observatorium und dem Geological Survey verabredet worden war.

Als Schießboot wurde uns die NORDKAPP zugeteilt. Sie lief am 12.8. in Bergen aus, und am 13.8. trafen sich die beiden Schiffe auf verabredeter Position. PLANET setzte Herrn Dr. Hinz und den Navigationsoffizier Herrn Schmickler auf NORDKAPP über, um alle Einzelheiten der seismischen Arbeiten und der Navigation zu besprechen resp. abzustimmen; andererseits kam der Leiter des

Schießtrupps, Herr Dr. Geyh, von NORDKAPP auf PLANET, um mit dem Fahrtleiter noch offene Fragen zu klären. Man verabredete für den folgenden Tag ein erstes kurzes Manöver beider Schiffe, das der Einarbeitung dienen sollte und bei dem auch Wissenschaftler und Techniker auf NORDKAPP für kurze Zeit von PLANET aus eingesetzt waren. Mit den eigentlichen Arbeiten konnte noch nicht begonnen werden, da sich herausstellte, daß die für dieses Seegebiet zuständige Dienststelle noch keine Clearance erteilt hatte.

PLANET fuhr eine Geothermiksonde auf Station III ( $67^{\circ}09'N$ ,  $5^{\circ}00'E$ ).

Als das Eintreffen der Clearance sich immer weiter verzögerte, wurde an Bord von PLANET eine Konferenz mit den Offizieren von NORDKAPP abgehalten, um die Lage zu besprechen und das weitere Vorgehen abzustimmen. Man beschloß, zunächst die Fahrt mit Gravimetrie, Magnetik und Pneuflex im Bereich der Engvermessung fortzuführen. Sowohl von NORDKAPP als auch von PLANET wurde alles nur Mögliche unternommen, um diese neue Schwierigkeit auszuräumen: Die Deutsche Botschaft in Oslo wurde eingeschaltet (durch den Fahrtleiter Kulturattaché Kleiner, durch den Kapitän der Militärattaché Kapitän Frehse), das Geofysisk Institut in Bergen wurde um Unterstützung gebeten, da alle maßgebenden Herren des Seismologischen Observatoriums auf Expedition unterwegs waren; es wurde ein ausführliches Telegramm an den Commander-in-Chief North Norway Reitan/Bodø abgesandt. Da sowohl von Hannover als auch von Bergen aus der COM NAV/Stavanger zwei Monate vor Antritt der Reise benachrichtigt worden war und die Durchführung der seismischen Untersuchungen durch das DHI in den "Nachrichten für Seefahrer" frühzeitig veröffent-

licht worden war, gab es für uns keine rechte Erklärung für diese überraschend eingetretene Situation. NORDKAPP wurde gebeten, in jedem Falle uns so lange zu begleiten, bis eine definitive Entscheidung herbeigeführt war.

Während der Wartezeit wurde der Bordmeteorologe, Herr Dr. Fritzsche, wie so oft gebeten, als Grundlage für eine vielleicht notwendig werdende Neuplanung eine Analyse der Wetterlage für einen größeren Bereich vorzunehmen, und wurde mit den Wissenschaftlern und der Schiffsführung darüber konferiert, wie ohne die Refraktionsseismik die Reise in eine geophysikalische Erkundungsfahrt großen Stils abgeändert werden konnte. Man erwog Pläne, den Jan Mayen-Rücken mit Gravimetrie, Magnetik und Pneuflex ganz zu überqueren und auch das westlich anschließende weniger tiefe Seegebiet, das Isländische Becken. Bei allen diesen Diskussionen wurden wir, wie überhaupt bei allen Fragen, von Herrn Kapitän Wruck zuvorkommend und sachkundig beraten. Eine Ausdehnung der Fahrt nach Westen schien vor allem deshalb interessant, weil man annehmen konnte, daß durch die schon seit langem anhaltende E bis SE Windlage die Treibeisgrenze außergewöhnlich weit nach Westen verlagert war.

Beide Schiffe bewegten sich auf einem EW-Schnitt durch das norwegische Becken. Als man sich auf der Länge der für das Tiefsee-Refraktionsprofil nach den Plotting-sheets und der oben genannten Erkundung ausgesuchten östlichen Station befand, kam die Nachricht von der Schießerlaubnis. Da vorher schon alle Möglichkeiten mit der Schiffsführung sowohl von PLANET als auch von NORDKAPP erörtert, da die Sichtverhältnisse für die Anpeilung der seismischen Bojen von PLANET aus schon vorher diskutiert worden waren, wurde mit dem Eintreffen der Clearance sofort von Süden aus auf

Station IV nach Norden eingeschwenkt. Um 17.30 Uhr begann die refraktionsseismische Arbeit. Bis nach 23.00 Uhr wurde auf dem Profil geschossen, und um 23.30 Uhr wurden die seismischen Bojen von PLANET aufgenommen. Es sei hier der Schiffsführung von PLANET und der Schießgruppe auf NORDKAPP besonders gedankt, daß alle Anstrengungen unternommen worden sind, um in der Nachtdämmerung des 15.8. uns das Ausschießen des einen Astes der Laufzeitkurve zu ermöglichen. Auf diese Weise wurde die Zeitspanne, für welche uns NORDKAPP zur Verfügung stand, optimal genutzt.

Gleichzeitig mit den refraktionsseismischen Arbeiten wurde eine Geothermiksonde gefahren. Die Nachtfahrt auf den westlichen Endpunkt des Refraktionsprofils wurde in der schon mehrfach genannten Kombination gefahren.

Um 6.10 Uhr begann am 16.8. die Aufnahme des Gegenschusses von Station V aus. Nachdem die seismischen Bojen getestet worden waren, begann um 6.40 Uhr das Fahren eines Kolbenlotes. Um die Mittagszeit war die refraktionsseismische Arbeit beendet.

Die Laufzeitkurven des Hin- und Rückschusses sind sehr kompliziert. Ein erster Eindruck ist der, daß die durch die Pneuflex-Messungen in der Nacht vorher festgestellten Strukturen, die ein unruhiges Relief einer Schicht im Untergrund anzeigten, das refraktionsseismische Ergebnis sehr merklich beeinflussen. Es muß sich danach um eine hochliegende Schicht relativ großer Geschwindigkeit handeln. Eine endgültige Auswertung dürfte nur möglich sein in Kombination mit der Echolotaufnahme, dem Pneuflex-Befund und insbesondere auch der Gravimetrie. Die magnetischen Messungen scheinen das Auf und Ab des soeben genannten Horizontes nicht anzuzeigen, was insofern etwas verwunderlich

ist, als man aufgrund der relativ hohen Geschwindigkeiten annehmen möchte, daß es sich um basisches Material handelt. Die höchsten beobachteten scheinbaren Geschwindigkeiten liegen weit oberhalb der üblichen Geschwindigkeit der Moho.

Es sei hier vermerkt, daß aufgrund der Erfahrungen früherer Expeditionen während des Ausschießens des Profils eine provisorische Auswertung (Dr. Hinz) durchgeführt worden ist. Die Entfernung Schußpunkt - Registrierpunkt wurde sofort über Wasserschall errechnet. Als Kontrolle dienten Entfernungsmessungen sowohl von PLANET mit Radar zum Schießboot als auch Loran-Messungen sowohl vom Schießboot als auch von PLANET. Das Registrierteam (Fahrtleiter, Hinz, Koslowski) bestimmte nach jeder Registrierung, soweit notwendig, die Ladung für den nächsten Schuß.

Bis zu Wellenhöhen von 2 m war bei der gewählten hohen Verstärkung kaum Noise zu bemerken. Langwellige Dünung ergab jedoch eine geringe Resonanzschwingung des Aufnahmesystems, die jedoch selten fühlbar störte. Während der Refraktionsseismik war zur Unterstützung der Brücke von PLANET ein Techniker oder Wissenschaftler abgestellt, und auf NORDKAPP unterstützte ein Student der Ozeanographie die Arbeiten der Brücke.

Nach der Aufnahme des Refraktionsprofiles mit den Stationen IV und V war die Entscheidung zu treffen, wo das westlichste Refraktionsprofil aufzunehmen sei. Ursprünglich war ein Profil auf dem Rücken südlich Jan Mayen geplant. Nach dem Plotting-sheet schien dem Jan Mayen-Rücken ein besonders tiefes Becken (über 3900 m) nördlich unseres Hauptprofils vorgelagert. Es schien besonders reizvoll, dieses Spezialbecken zu untersuchen.

So wurde nach Beendigung der Arbeiten auf Station V Kurs nach Westen auf den Jan Mayen-Rücken genommen und die NORDKAPP gebeten, mit Hilfe der dort vorhandenen Sonar-Anlage die Topographie des Meeresbodens in einem Parallelprofil 15 sm nördlich des Kurses von PLANET zu erkunden. In der Nacht vom 16. auf 17.8. wurden die Befunde über Funk ausgetauscht. PLANET hatte mit dem Echolot nach Überfahren eines ca. 1500 m über den Meeresboden aufragenden Seamounts einen ruhigen gleichmäßigen Anstieg zum Jan Mayen-Rücken festgestellt, ebenso NORDKAPP. Mit Pneuflex-Messungen konnte im Untergrund ein Horizont verfolgt werden, der weniger als der Meeresboden anstieg. Man mußte den Eindruck haben, daß nach Passieren des Seamounts nach Westen ein neuer Typus bezüglich der Struktur des Untergrundes auftritt. Nun lief PLANET in geophysikalischer Meßfahrt das vorher von NORDKAPP erkundete Profil nach Osten zurück und NORDKAPP lief wiederum nach Norden versetzt parallel zu PLANET. Wiederum beobachteten beide Schiffe einen monotonen Anstieg des Meeresbodens nach Westen ohne besonderes Relief, und von einer dem Jan Mayen-Rücken vorgelagerten besonders ausgeprägten Spezialmulde konnte nichts bemerkt werden. So wurde der Entschluß gefaßt, im tiefen Teil der "Jan Mayen Scholle", dort wo (s.o.) nach Pneuflexmessungen die Deckschichten am dünnsten sind, ein Refraktionsprofil aufzunehmen, und zwar etwa parallel zu den Tiefenlinien des Meeresbodens, die aufgrund der gemeinsamen Beobachtungen und unter Zuhilfenahme des Plotting-sheets skizziert worden waren. PLANET wurde auf Station VI zur Aufnahme eines etwa Nordsüd streichenden Profils festgelegt. Nach 9 Stunden Schießarbeit wurden die Arbeiten abgebrochen, und es wurde beschlossen, am nächsten Tag von ausgewählten Positionen einige Rückschüsse vorzunehmen, um festzustellen, ob eine Geschwindigkeit von ca. 7,5 km/sec, die auf lange Erstreckung gemessen worden ist,

eine wahre Geschwindigkeit oder eine Scheingeschwindigkeit ist. Gleichzeitig sollte der Versuch unternommen werden, eine scheinbare Geschwindigkeit von etwa 10 km/sec, die sich in den letzten Seismogrammen angedeutet hatte, ebenfalls durch einen Rückschuß zu testen.

Bei dem Positionswechsel (NORDKAPP nach Norden, PLANET nach Süden) in der Nacht wurde wieder Gravimetrie, Magnetik und Pneuflex gefahren, um zusätzliche Unterlagen für eine Deutung des refraktionsseismischen Befundes zu beschaffen. Dank der sehr sorgfältigen Navigation beider Schiffe und sehr gezielten Belegen der seismischen Laufzeitkurven und Beobachtungen glauben wir, mit den Gegenschüssen das in der Kürze der verfügbaren Zeit Erreichbare durchgeführt zu haben.

Die Schießarbeiten hatten in der Morgendämmerung zwischen 4.00 und 6.00 Uhr stattgefunden.

Beim Rücklaufen nach Station IV wurde wieder ein Seamount überfahren, der wahrscheinlich eine Fortsetzung des vorher beobachteten ist. Es liegt also wahrscheinlich eine Art Mauer in NS-Erstreckung hier vor, welche vielleicht die Jan-Mayen-Scholle nach Osten begrenzt. Die Form des Seamount spricht für Vulkanismus, der an eine tiefgreifende Störung gebunden sein kann.

Nun wurde eine Lücke auf dem großen EW-Profil östlich von Station V geschlossen durch geophysikalische Meßfahrt bis zur Station VIII, der Rückschußstation für Station III.

Am 19.8. konnte das Rückschießen gegen 9.00 Uhr beginnen. Da auch vom Schießboot NORDKAPP aus alle notwendigen Vorkehrungen für ein sehr zügiges Arbeiten getroffen waren, konnte ein langes Refraktionsprofil bis 14.55 Uhr mit Erfolg ausgeschossen werden.

Auf den Stationen VI, VII und VIII sind geothermische Messungen von PLANET aus während der refraktionsseismischen Arbeiten durchgeführt worden. Auf Station VII traten auf PLANET an der Tiefseewinde Störungen auf. Sie wurden jedoch mit Bordmitteln in intensiver und sachkundiger Arbeit durch die Besatzung behoben, so daß auf Station VIII wieder eine geothermische Messung möglich wurde.

In geophysikalischer Meßfahrt wurde noch bis Station III gefahren, um das Hauptprofil zu vervollständigen. Beide Schiffe trafen sich unterwegs, um voneinander Abschied zu nehmen. Man sagte sich nochmals Dank für die wirklich glänzende Zusammenarbeit. Personal wurde ausgetauscht. Die Schießgruppe mußte jedoch mit NORDKAPP zu einem norwegischen Hafen zurück. NORDKAPP erhielt auf der Heimfahrt Anweisung, sofort beizudrehen, um einen Kranken auf Jan Mayen abzuholen. So konnte unsere Schießgruppe noch einen Blick auf diese einsame Insel werfen.

PLANET nahm dann Kurs auf Bergen über den nördlichen Schärenweg. So hatten wir noch Gelegenheit, vieles von der Eigenart und herben Schönheit dieses Küstenstreifens kennenzulernen. PLANET lief programmgemäß in Bergen ein. Sie war von Bergen bis Bergen 2456 sm gelaufen.



## 6. Hafentage in Bergen

Am 21.8. und 22.8. fanden Besprechungen im Seismologischen Observatorium statt, bei denen Herrn Dr. Sellevoll über die Ergebnisse berichtet wurde. Über zukünftige Möglichkeiten zur Zusammenarbeit wurde gesprochen. Vom Unterzeichneten wurde der Dank an die norwegischen Instanzen nochmals zum Ausdruck gebracht.

Es ist vorgesehen, deutscherseits Gegenleistungen für die norwegische Unterstützung zu erbringen. Sie wurden mit Herrn Dr. Sellevoll in großen Zügen besprochen.

## 7. Schlußbemerkungen

Die Reise des Forschungsschiffes PLANET ist unter außerordentlich günstigen Wetterbedingungen abgelaufen, so daß alle wesentlichen Punkte des Programms - teilweise mehr als ursprünglich geplant war - ausgeführt werden konnten. Das erarbeitete Material scheint von vorzüglicher Qualität zu sein. Das gegenseitige Verständnis von Schiffsbesatzung und Eingeschiffen sowohl auf NORDKAPP als auch auf PLANET war ausgezeichnet. Auf Anregung des Kapitäns haben auf PLANET Diskussionsabende stattgefunden, bei denen die einzelnen Wissenschaftlergruppen berichteten.

Die Zusammenarbeit der beiden Schiffe verlief vorbildlich, da das norwegische Schiff über eine gute Navigation verfügte und vor allem seine Führung sich Tag und Nacht voll in den Dienst der Sache stellte.

Wir alle haben den Eindruck, daß sich PLANET für geophysikalische Arbeiten zur See ausgezeichnet eignet. Die sehr wirksame Schlingerdämpfungsanlage dürfte insbesondere für Schweremessungen zur See auch unter viel rauheren Bedingungen, als wir sie hatten, sehr wirksam sein.

Die Pneuflex-Messungen haben eine bisher unbekannte Tektonik und Schichtlagerung im Bereich des tiefen Schelfes des Voring-Plateaus, des Norwegischen Beckens und des Anstieges zum Jan-Mayen-Rücken nachgewiesen. Mit Refraktionsseismik ist zu aller Überraschung nachgewiesen worden, daß das Voring-Plateau keine kontinentale Kruste mehr aufweist, sondern eine Übergangskruste. Im Norwegischen Becken scheint die Moho-Diskontinuität sehr hoch zu liegen, und im Bereich des Jan-Mayen-Rückens schaltet sich, soweit die bisherigen Auswertungen dies vermuten lassen, eine sehr dicke hochbasische Schicht ein, so daß dort möglicherweise die Moho-Diskontinuität tiefer liegt als im Bereich des Norwegischen Beckens.

Mit Hilfe der See-Magnetik ist es möglich gewesen, die aeromagnetischen Messungen so zu reproduzieren, daß eine sichere Verbindung mit allen anderen Sparten der Geophysik jetzt möglich ist.

Die Gravimetrie konnte außer den großräumigen Schwereanomalien auch eine große Zahl interessanter lokaler Anomalien nachweisen.

Die geothermischen Beobachtungen hatten das völlig unerwartete Ergebnis, daß auf dem Voring-Plateau der Wärmestrom höher ist als in Skandinavien einerseits und dem Tiefseebecken andererseits.

Ein besonderer Gewinn dieses Unternehmens ist, daß wir in engen wissenschaftlichen Kontakt mit skandinavischen Kollegen der Geophysik gekommen sind, die ein hohes Maß an Erfahrung auf dem Gebiet der marinen Geophysik haben und in den letzten Jahren eine sehr bemerkenswerte Aktivität in den norwegischen Gewässern entfaltet haben. Wie uns scheint, betreiben die dafür verantwortlichen norwegischen Gremien eine sehr weitsichtige Kulturpolitik, haben eine Teamarbeit großen Stils verschiedener Institutionen in die Wege geleitet, und zivile und militärische Dienststellen pflegen eine Zusammenarbeit, die man als vorbildlich empfindet.

So kann zusammenfassend gesagt werden, daß die Expedition erfolgreich verlaufen ist.

Der Dank der Fahrtleitung gilt nicht nur allen, die bei der Fahrt selbst tätig waren, sondern auch denen, die in der Ozeanographischen Forschungsanstalt der Bundeswehr (insbesondere die Herren Dr. Lechner und Tode) und in der Bundesanstalt für Bodenforschung (insbesondere die Herren Bungenstock und Roeser) bei den langwierigen Vorbereitungen für diese Reise immer wieder mitgewirkt haben und so auch einen wesentlichen Anteil am Gelingen dieses Unternehmens haben.

Hannover, den 25.8.1969

gez. H. Closs

- Fahrtleiter -

## II. Teil

### Beiträge der Wissenschaftler

#### 1. Seegravimetrie

Š. Plaumann

Während der ganzen Fahrt, auch auf der Anfahrt zum bzw. der Abfahrt vom Meßgebiet wurden kontinuierliche Schweremessungen mit einem Askania-Seegravimeter, Typ GSS 2, durchgeführt. Die gesamte Anlage (Gravimeter + Kreiseltisch der Firma Anschütz & Co, Kiel) lief ohne Ausfall. Das Wetter war meist ruhig, so daß über mehr als 2100 Seemeilen qualitativ gute bis sehr gute Registrierungen gewonnen werden konnten. Als Navigationsmittel standen Decca und Loran A zur Verfügung, mit denen - von seltenen Ausfällen abgesehen - Positionsbestimmungen im 20-Minuten-Abstand durchgeführt wurden. Der Schiffsleitung von PLANET muß Dank gesagt werden für das Verständnis, das den Belangen der Seegravimetrie entgegengebracht wurde, und für die Mühen, die für die Navigation aufgewandt wurden. Es ist zu erwarten, daß die Endauswertung Ergebnisse von relativ hoher Genauigkeit bringen wird.

Durch ausreichende personelle Besetzung der Arbeitsgruppe Gravimetrie-Magnetik konnte auf dieser Expedition eine Grobauswertung kurz nach den Messungen durchgeführt werden. Sie läßt erkennen, daß im festlandnahen Bereich etwa bis zur 500 m-Tiefenlinie typisch kontinentale Schwereanomalien (Bouguer-Anomalien) auftreten, von denen vermutet wird, daß ihr Wechsel von Maxima und Minima mit dem kaledonischen Gebirge in Beziehung steht. Diese Aussage stützt sich auf die während der Anfahrt zum und der Rückkehr vom eigentlichen Meßgebiet gewonnenen

Registrierungen, die nicht "problemorientiert" angelegt werden konnten; sie sind zwar ein Nebenprodukt, lassen aber erkennen, daß es interessant sein müßte, diesen Bereich der Norwegischen See detaillierten Untersuchungen zu unterziehen.

Vom Schelf zur Tiefsee nehmen die Bougueranomalien ungefähr gleichförmig zu. Das Voring-Plateau kann damit nicht eindeutig zum kontinentalen Bereich gerechnet werden, wie es die Ergebnisse der vorliegenden Flugmagnetometrie vermuten ließen. Mehr läßt sich gegenwärtig nicht sagen. Das Plateau zeigt gravimetrisch eine Reihe von Kleinräumigen Anomalien, die in Kombination mit den Pneuflex-Ergebnissen bearbeitet werden müssen, ehe sich ein Modell für die Gesamtkruste entwerfen läßt. Genannt sei als Beispiel nur die mit dem Ostrand des Plateaus verbundene lokale Schwereanomalie von minus 50 mgal mit Gradienten, wie sie am Rand des Oberrheingrabens vorkommen! Es ist anzunehmen, daß bei der guten Qualität der Messungen eine Entscheidung darüber möglich sein wird, ob es sich um eine tiefreichende Verwerfungsfläche handelt.

Während der Fahrt konnte ein Teil einer Datenerfassungsanlage erprobt werden. Mit der Registrierung der Gravimeterdaten auf Lochstreifen, die ohne bedeutende Störungen verlief, konnte ein erster Schritt in Richtung auf eine rationelle Bearbeitung des umfangreichen Meßmaterials getan werden.

## 2. Magnetik

K. Fromm

Mit einem Varian-Protonen-Magnetometer (Leihgabe aus Meteor-Bestand des DHI) wurde die Totalintensität des Magnetfeldes gemessen und während der ganzen Fahrt im Untersuchungsgebiet fast lückenlos registriert. Die Funktionstüchtigkeit der Anlage wurde während der Anreise im Skagerrak erprobt. Bis auf eine vorübergehende Störung arbeitete das Gerät im Meßgebiet einwandfrei; erst auf dem Rückkurs fiel ein Teilgerät aus, so daß die Messungen dadurch beendet wurden.

Das geplante Meßprogramm war so angelegt, daß damit die für die Auswertung erforderliche Vermessungsdichte (Profilabstand 5 sm) erreicht werden konnte. Das durchgeführte Programm unterlag Änderungen (Profilabstand 10 sm), mit denen diese Voraussetzung verlorenging. Da das ganze Meßgebiet im Bereich einer großflächigen magnetischen Flugvermessung mit ebenfalls 10 sm Profilabstand liegt (U.S. Naval Oceanographic Office), können keine neuen Informationen aus unserem Material erwartet werden. Ob ein Versuch, die beiden Vermessungen gegenseitig zu Ergänzungen heranzuziehen, Erfolg haben wird, bleibt abzuwarten. Dagegen darf erwartet werden, daß unsere magnetischen Messungen für die synchron gewonnenen seismischen und gravimetrischen Ergebnisse ein geeignetes Bindeglied zu der vorliegenden aeromagnetischen Karte bilden werden, indem durch Zuordnung der wesentlichen magnetischen Anomalien Gruppen die Positionsunbestimmtheiten für einen Vergleich stark eingeengt werden.

Obwohl die registrierten Anomalien über der Tiefsee recht stark sind (bis 500 f) und nur vereinzelt überlagerte zeitliche Variationen zu erkennen sind, können diese doch einen evtl. vorhandenen individuellen Charakter der Anomalien unbemerkt verändern, so daß aus dem unbearbeiteten Material noch keine Angaben über das Streichen gewagt werden können. Es bleibt sogar zunächst ungewiß, ob nicht eine auf dem Voring-Plateau beobachtete Anomalie im wesentlichen eine zeitliche Variation war; denn das Göttinger Observatorium registrierte gleichzeitig starke Störungen innerhalb eines unruhigen Tages.

Dank gebührt der Schiffsbesatzung für die Hilfsbereitschaft zu jeder Zeit, der OFBW für die Unterstützung zum Anschließen der Geräte und dem DHI für die Überlassung der Meßanlage; aber auch dem Fahrtleiter und den Kollegen für Ratschläge und Anregungen.

### 3. Geothermik

R. Hänel

Bei der geophysikalischen Erkundung des Nordmeeres wurde auch die Geothermik zur Bestimmung der terrestrischen Wärmestromdichte eingesetzt. Wärmestromdichtewerte sind von diesem Gebiet bisher noch nicht bekannt geworden. Die Messungen lassen Aussagen über den Typus der Kruste zu. Des weiteren erhält man Hinweise über die Temperaturen in größerer Tiefe, so z.B. bis zur Mohorovicic-Diskontinuität. Schließlich erhofft man sich Beiträge zur Frage des Ocean-Floor-Spreading.

Zur Bestimmung der terrestrischen Wärmestromdichte im Nordmeer wurde die vom NLFB/BfB entwickelte Thermosonde eingesetzt. Sie besteht aus einem Kolbenlot, dessen Kernrohr eine Länge von 3,5 m hat. Über diese Länge sind gleichmäßig 5 Meßfühler verteilt. Der 1., 3. und 5. dient zur Bestimmung des Temperaturgradienten und der 2. und 4. zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit in situ. Eine detailliertere Beschreibung der mechanischen Teile und ihrer Funktionsweise kann dem Mittelmeerexpeditionsbericht Meteor 1969 entnommen werden. Die Dimensionierung der Meßfühler wurde verbessert. Der Fühler-Außendurchmesser beträgt 0,4 cm und die Länge 6 cm.

Die Meßfühler sind zur Bestimmung der Temperaturen mit etwa stecknadelkopfgroßen Thermistoren ausgerüstet. Die Temperaturänderungen (Widerstandsänderungen) der Thermistoren werden über wasserdichte Kabel- und Steckverbindungen an das elektrische Registriergerät im Drucktopf, welcher auf dem Kernrohr angebracht ist, weitergegeben. In dem Drucktopf befindet sich auch die Heizquelle, die die beiden Meßfühler (Zylinderquelle) zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit im Sediment aufheizt. Der Temperaturanstieg im Meßfühler in Abhängigkeit der Zeit ist von der Wärmeleitfähigkeit des umgebenden Sediments abhängig und mithin ein Maß der Wärmeleitfähigkeit des Sediments.

Der Temperaturgradient kann mit einer Genauigkeit von ca.  $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$  ermittelt werden. Die Auswertung der Wärmeleitfähigkeit erfolgt nach schon häufig in der Literatur angegebenen Lösungsverfahren mit einer Genauigkeit von etwa  $\pm 5\%$ .

Während der Messungen im Nordmeer fielen einige Meßfühler aus, weil die Verbindung zwischen Meßfühler und Kabelverbindung zum Drucktopf nicht immer wasserdicht war. Die Zeit zwischen Mittel-



meerexpedition und Nordmeerexpedition reichte nicht aus, um die neu konstruierten Meßfühler mit einer garantiert wasserdichten Verbindung zu versehen. Für den Ausfall konnte jedoch stets ein benachbarter Meßfühler herangezogen werden. Der Gesamtfehler in den gemessenen Wärmestromdichten bewegt sich zwischen  $\pm 10 - 15 \%$ . Es wurden folgende vorläufige Meßergebnisse erzielt:

Lfd. Nr.	Datum	$\varphi$	$\lambda$	Tiefe (m)	Eindringtiefe d. Sonde(m)	Temp. (grad)	Neigung (Grad)
1	11.8.69	67°9'N	0°28'E	3600	ca. 4,7	-0,85	4
2	14.8.69	67°13'N	5°00'	1400	ca. 3,7	-0,85	6
3	15.8.69	67°43'N	2°37'W	3720	ca. 3,7	-0,67	8
4	17.8.69	68° 4'N	4°49'W	3650	ca. 4,0	-0,69	3
5	18.8.69	67°30'N	5°17'W	3600	ca. 4,7	-0,80	20
6	19.8.69	67°17'N	3°21'W	1220	ca. 4,5	-0,81	3

Lfd. Nr.	grad T · 10 <sup>-3</sup> (grad/cm)	$\lambda \cdot 10^{-3}$ (cal/cms grad)	$q = \lambda \cdot \text{grad T} \cdot 10^{-6}$ (cal/cm <sup>2</sup> s)
1	0,650	2,21	1,44
2	0,725	2,21	1,61
3	0,660	1,91	1,29
4	0,610	2,33	1,42
5	0,595	2,20	1,40
6	0,840	1,90	1,60

Die Eindringtiefenwerte der Thermosonde wurden aufgrund von Sedimentspuren an der Sonde ermittelt. Die angegebenen Temperaturwerte beziehen sich etwa auf Kernrohrmitte. Außerdem bedeuten: grad T = Temperaturgradient,  $\lambda$  = Wärmeleitfähigkeit, q = Wärmestromdichte.

4. Bericht über die Arbeit der  
Schießmannschaft auf der NORDKAPP

M.A. Geyh

I. Einleitung

Nach durch technische Schwierigkeiten entstandenen Verzögerungen wurde am 12. August 1969 von der norwegischen Marine das Fischereischutzschiff NORDKAPP für die seismischen Arbeiten zur Verfügung gestellt. Es handelte sich um ein Fahrzeug von 800 t mit einer Besatzung von 28 Mann, dessen max. Geschwindigkeit mit 15 Knoten angegeben wird. Die Ausrüstung enthält modernste Navigationsgeräte.

Zur Herstellung der seismischen Ladungen stand am Achterdeck eine Arbeitsfläche von max. 1,5 m Breite und ca. 10 m Länge zur Verfügung. Dadurch waren von vornherein die Arbeitsmöglichkeiten eingeschränkt. Das Auswerfen von Ladungen bis 240 kg wurde durch eine Öffnung der Reeling auf der Backbordseite ermöglicht.

II. Schießmannschaft, Instrumente, Sprengstoff

Die Schießmannschaft bestand außer dem Unterzeichneten aus einem Schießmeister (G. Langner), einem Techniker zur Wartung der Geräte (K. Puskepeleit) und einem Assistenten (J. Neumeyer). Hinzu kam ein Offizier der norwegischen Marine, der die Einhaltung der Bestimmungen für seeseismische Arbeiten zu kontrollieren hatte, jedoch auch selbst intensiv mitarbeitete.

Zu den wichtigsten Geräten der Schießmannschaft gehörte eine 24 Volt-Winde mit Zahnradantrieb und 1200 m Kabel und einer neuen leistungsstarken Zündmaschine mit 1500 Volt Zündspannung,

die sich nach anfänglichen Schwierigkeiten bewährte. Die Winde zeigte sich den Anforderungen gewachsen.

Als Sprengstoff standen mit 20 kg und 5 kg TNT gefüllte Patronen der Firma Dynamit-Nobel zur Verfügung.

Zur Einsparung von Sprengstoff empfiehlt sich die Anschaffung von Manschetten für die 5 kg-Patronen. Das Verbinden von größeren Ladungen sollte anstelle durch Verknotung mit Schießdraht durch Umschließung mit Stahlbändern erfolgen, wie es beim Verpacken größerer Kisten üblich ist.

### III. Durchführung der Schießerarbeiten

Zur Sicherung eines gleichmäßigen Arbeitsablaufes und der Einhaltung gleichbleibender Schußpunktstände wurde versucht, bei konstanter Fahrtgeschwindigkeit zu arbeiten. Acht Knoten erwiesen sich als optimal bei der technischen Auslegung der Winde. Kleine Ladungen ließen einen zeitlichen Schußabstand von 3 Min. (entsprechend einer 1/2 Meile) zu, größere Ladungen bis zu 240 kg beanspruchten, insbesondere zum Zusammenschnüren der Patronengruppen, ca. 10 bis 15 Min. Voraussetzung war, daß schon Vorbereitungen dazu während der immer vorhandenen Arbeitspausen getroffen waren. Die rechtzeitige Kenntnissgabe der Vorstellungen der wissenschaftlichen Fahrtleitung war dabei äußerst behilflich.

Der Schießmeister übernahm das Zusammensetzen der Patronen, die Anbringung der Schwimmkörper und auf Kommando das Scharfmachen der Ladung. Auch das Überbordwerfen wurde von ihm bewerkstelligt, bei schweren Ladungen halfen bis zu 2 Personen. Dazu wäre die Entwicklung eines universellen, zerlegbaren Ladebaumes angebracht. Während der minimal 40 sek. zwischen dem Auswerfen der Ladung

und ihrer Zündung wurde vom Schießmeister die Zündmaschine fertig gemacht und das Erdkabel ins Wasser gelassen. Nach dem Abtun des Schusses wurde das Erdkabel eingeholt und mit der Vorbereitung der neuen Ladung begonnen.

Der Techniker bediente die Winde. Der Assistent fertigte bei Oberflächenschüssen die Schwimmkörper mit den gewünschten Distanzleinen an.

Dem Leiter des Trupps oblag die Koordinierung der Arbeiten an Bord des Schießbootes und die Aufrechterhaltung des Kontaktes mit der Registriermannschaft der PLANET. Außerdem übernahm er die vorgeschriebene Protokollierung (Ladungsmenge, Ladungstiefe, Geschwindigkeit des Bootes, Zündzeit, Wartezeit bis zum Abtun des Schusses, Schußnummer).

Die Brücke von NORDKAPP wurde durch einen Studenten der Ozeanographie verstärkt (Schott).

Es hat sich gezeigt, daß die Schießmannschaft in dieser Zusammensetzung und mit dieser Arbeitseinteilung in der Lage ist, die Wünsche der wissenschaftlichen Fahrtleitung zu erfüllen.

#### IV. Ladung, Energie, Schußtiefe

Die Arbeiten wurden auf einen möglichst geringen Sprengstoffverbrauch ausgerichtet. Eine Möglichkeit dazu war die häufige Verwendung von nur 5 kg Patronen durch Absenkung bis auf 30 m Tiefe. Als optimale Tiefe für die Abgabe starker seismischer Energie wurden 100 bis 200 m ermittelt. Dies ist auch ein Bereich, bei dem das mit 8 Knoten fahrende Schiff einen ausreichenden Abstand von der Ladung vor ihrer Zündung gewinnt. Nach früheren Erfahrungen und eigenen Messungen beträgt die Sinkgeschwindigkeit

ca. 1,5 m pro sek. Bei 400 m Schußentfernung werden daher 100 sek. für einen 150 m tiefen Schuß benötigt. Die maximale Ladungsgröße bei Tiefenschüssen betrug 240 kg. Dabei traten nach den Erfahrungen des Schiffssingenieurs der NORDKAPP keinerlei Schäden auf. Die Belastungen bei stürmischer See seien wesentlich größer. Günstig auf die Abgabe der seismischen Energie scheint sich auch die äußerst straffe Bündelung der Ladungen auszuwirken.

Insgesamt wurden 220 Schüsse abgetan. 11 Ladungen rissen ab und mußten versenkt werden. Die Schußgrößen verteilen sich wie folgt:

100 x	5 kg,	davon 3 nicht gezündet	=	0,500 to	-	0,015 to
3 x	10 kg,	" 0 "	"	=	0,030 to	- 0,000 to
52 x	20 kg,	" 1 "	"	=	1,040 to	- 0,020 to
28 x	40 kg,	" 4 "	"	=	1,120 to	- 0,160 to
6 x	60 kg,	" 0 "	"	=	0,360 to	- 0,000 to
19 x	80 kg,	" 3 "	"	=	1,520 to	- 0,240 to
18 x	120 kg,	" 0 "	"	=	2,160 to	- 0,000 to
6 x	160 kg,	" 0 "	"	=	0,960 to	- 0,000 to
3 x	180 kg,	" 0 "	"	=	0,540 to	- 0,000 to
5 x	240 kg,	" 0 "	"	=	1,200 to	- 0,000 to
20	Versuchsschüsse				0,710 to	

Insgesamt ergibt sich daraus ein Verbrauch von 10,140 to. Nicht gezündet haben 435 kg oder entsprechend 4 %.

Die Ermittlung einer Beziehung zwischen ankommender seismischer Energie, Ladungstiefe und -größe ist schwierig. Dazu greifen zu viele unübersichtliche Faktoren ein, vor allem vom geologischen Untergrund. Über minimale Ladungsgrößen und -tiefen in

Abhängigkeit von der Maximal-Entfernung, bei denen in allen Fällen wahrscheinlich gewesen wäre, ein einwandfreies Seismogramm zu erhalten, scheint sich folgendes zu ergeben (bei Verstärkungsstufe 9 der Lennartz-Verstärker FM 6/1):

Bis	7 Seemeilen	werden	5 kg	benötigt	in	2,5 m	Tiefe
"	10	"	"	20 kg	"	"	20 m "
"	14	"	"	40 kg	"	"	30 m "
"	21	"	"	80 kg	"	"	30 m "
"	30	"	"	120 kg	"	"	150 m "
"	35	"	"	160 kg	"	"	150 m "
"	38	"	"	240 kg	"	"	150 m "

Vielleicht helfen diese Angaben für späteres "blindes" Schießen.

#### V. Danksagung

Den erfolgreichen Abschluß der Arbeiten verdanken wir einerseits der Hilfsbereitschaft und dem Entgegenkommen der Besatzung der NORDKAPP. Besonders seien hier der Kapitän, seine Offiziere und ein norwegischer Schießoffizier genannt. Andererseits verdient die Schießgruppe Lob, die durch ihren Einsatzwillen und Ideenreichtum eine verzögerungsfreie Arbeit garantierte. Zuletzt soll auch der Registriergruppe gedankt werden, die durch rechtzeitige Anmeldung ihrer Wünsche die Arbeit der Schießmannschaft wesentlich erleichterte.

## 5. Seismik

K. Hinz

Während des geophysikalischen Reiseabschnittes des F.S. PLANET in die Norwegische See sind von der Arbeitsgruppe "Kontinuierliche Reflexionsseismik (PNEUFLEX)", bestehend aus den Herren Hinz, Koslowski, Nowak, Steinmann, insgesamt etwa 1600 sm Profil vermessen worden.

Zur Erzeugung der seismischen Energie wurden entweder drei pneumatische Schallquellen mit je  $160 \text{ cm}^3$  Kammervolumen gleichzeitig bei 150 atü gefahren oder eine Schallquelle mit  $5000 \text{ cm}^3$  Kammervolumen. Bei letzterer traten ungewöhnlich häufig Ausfälle auf, die überwiegend durch Brüche der elektrischen Triggerkabel hervorgerufen wurden. Diese Ausfälle können zukünftig verhindert werden, wenn die im Wasser befindliche Länge des elektrischen Kabels mit den entsprechenden Längen des Druckschlauchs und der Trosse zusammengesponnen und vulkanisiert wird.

Ein von der PRAKLA entwickelter und während dieser Fahrt eingesetzter Piezo-Öl-Streamer hat sich gut bewährt. Die mit diesem Kabel erzielten Meßergebnisse sind zumindest den Meßergebnissen, die wir mit amerikanischen Streamertypen erhielten, gleichwertig. Die mittlere Meßgeschwindigkeit lag bei 8,5 Knoten.

Der größte Teil der Pneuflexmessungen entfällt auf einen etwa 30 sm breiten Streifen, der sich vom norwegischen Schelfrand nach Westen über das Voring-Plateau und das Norwegische Tiefseebecken bis zur östlichen Flanke des Jan Mayen-Rückens erstreckt.

Innerhalb des Voring-Plateaus konnte eine etwa 30 sm breite NE-SW verlaufende Hochzone nachgewiesen werden, an die sich sowohl nach Osten als auch nach Westen junge Sedimentationsbecken an-

schließen. Die Mächtigkeit der jungen wenig verfestigten Sedimente im östlichen Becken liegt über 1500 m Dicke. Der Übergang vom Hochgebiet zum östlichen als auch zum westlichen Becken scheint an Staffelbrüchen zu erfolgen.

Das westlich des Voring-Plateaus gelegene junge Sedimentationsbecken zieht sich in die Norwegische Tiefsee hinein, wobei die größten Sedimentmächtigkeiten im Bereich des "continental rise" mit über 1500 m erreicht werden. Auffällig ist, daß innerhalb der erfaßten sedimentären Folge keine markanten Reflexionen auftreten.

Innerhalb des eigentlichen Tiefseebeckens wird die Topographie des Meeresbodens sehr unruhig. Die Pneuflex-Profile dieses Gebietes zeigen kleinräumige mit flachliegenden Sedimenten aufgefüllte Becken zwischen seamountartigen Aufragungen.

Westlich dieser etwa 70 sm breiten Zone folgt ein Areal, das nach den Pneuflexmessungen dem "continental rise" westlich des Voring-Plateaus vergleichbar ist mit einer durchgehenden sedimentären Bedeckung von etwa 1000 m Dicke.

Innerhalb des Voring-Plateaus, der "unruhigen Zone" im Tiefseebereich der Norwegischen See und dem westlich daran anschließenden Gebiet sind drei gegengeschossene Refraktionsprofile mit freidriftenden Meßbojen mit telemetrischer Meßdatenübertragung und Analogregistrierung auf Direktschreibern und Magnetband erkundet worden.

Die Seismogrammqualität aller Profile, die durchschnittlich eine Länge von 45 sm haben, ist sehr gut.

Die während der Untersuchungen erstellten Laufzeit-Weg-Diagramme sind recht kompliziert wegen des unruhigen Reliefs der Basis der unverfestigten Sedimente und des Meeresbodens.



Eine vorläufige grobe Auswertung des Profils vom Voring-Plateau deutet auf eine Tiefe der Moho-Diskontinuität von etwa 17 km in diesem Bereich. Sowohl nach den Pneuflexmessungen als auch dem vorläufigen refraktionsseismischen Befund ergeben sich für das Voring-Plateau gewisse Ähnlichkeiten zum Blake Plateau.

Verfasser und seine Mitarbeiter danken dem Fahrtleiter Prof. Dr. H. Closs für seine Unterstützung, ferner Schiffsführung und Besatzung des FS PLANET für ihre Hilfsbereitschaft.

## 6. Tätigkeit der Bordwetterwarte

Fritzsche

### 1. Aufgaben

Unterzeichneter war für die Dauer vom 4.-21.8.1969 zur zweiten Fahrt des FS PLANET in die Norwegische See abgeordnet. Die Aufgabe bestand darin, den Fahrtleiter und die Schiffsführung meteorologisch zu beraten. Wenn auch die Fahrtroute durch die zu untersuchenden Profile vorher schon festgelegt worden war, so waren doch innerhalb gewisser Grenzen Abweichungen möglich, wenn dies durch die Wetterlage, insbesondere durch Wind- und Seegangsverhältnisse, notwendig werden sollte. Insbesondere sollten die Schießprofile für die Refraktionsseismik so abgefahren werden, daß das Schießboot NORDKAPP (Fischereischutzschiff der norwegischen Marine) mit seinem flachen Achterdeck möglichst wenig Wind und Seegang von achtern bekommen sollte. Desgleichen waren stärkere Wind- und Seegangsverhältnisse für

das Kernziehen und die Arbeiten mit der Thermosonde unerwünscht. Abgesehen davon waren auch die Expeditionsteilnehmer persönlich interessiert, Informationen über die Wetterentwicklung zu erhalten, und jeder Hinweis darauf, daß nach manchem Aufbrisen des Windes und Aufschaukeln der See sich bald wieder eine Beruhigung einstellen werde, wurde dankbar quittiert.

## 2. Arbeitsunterlagen

Dem Bordmeteorologen stand die vorbildlich eingerichtete Bordwetterwarte zur Verfügung. Betreut wurde sie von dem versierten und jederzeit von früh bis spät einsatzfreudigen Wetterdiensttechniker Jacobsen. Er stellte täglich ab 0330z die Faxgeräte ein, überwachte sie, trug Wetterkarten ein und führte ab 0600z bis 2100z die 3-stündigen Wetterbeobachtungen durch. Die Beobachtungen von 06, 12 und 18 Uhr wurden von den Bordfunkern, soweit sich dies ohne Störung der seismischen Registrierungen durchführen ließ, an Norddeich-Radio abgesetzt und von dort in das internationale Wetternetz weitergeleitet.

An Wetterkartenmaterial wurden von Offenbach die Analysen, Vorhersagekarten, die 50omb-Topographie und die 24-stündigen Druckänderungsgebiete und, solange die Fahrtroute südlich von 65 Grad N lag, die Karte mit Stationseintragungen aufgenommen. Im Seeraum nördlich und östlich von Stadt Landet und querab der Lofoten war durch Abschirmung durch die norwegischen Gebirge und durch einen starken Militärsender die Langwellen-Faxaufnahme stark gestört und streckenweise unmöglich. Zusätzlich konnten über Kurzwelle von Bracknell, Stockholm und Oslo Analysen und Temps über Fax aufgenommen werden. Ergänzt wurde das Faxprogramm durch Satellitenanalysen sowie Eis- und Wassertemperaturkarten von Bracknell. Letztere waren eine sehr gute Hilfe für die Sicht- und Nebelvorhersagen.

Hauptunterlagen für die Vorhersagen waren eigene gezeichnete Wetterkarten (Ausschnitt aus DW-CA 1), die regelmäßig für die 00-Uhr - und 18-Uhr-Termine und verschiedentlich für die 12-Uhr und 15-Uhr-Termine und in zwei Fällen auch für den 21-Uhr-Termin unter Verwendung der RTT-Ausstrahlungen von Bracknell, Oslo und Stockholm erstellt wurden.

### 3. Durchführung der Beratungen

Regelmäßig wurde der Fahrtleiter täglich zwischen 2100z und 2200z anhand der 1800z-Karte und einer ausgegebenen schriftlichen Wetterübersicht und Vorhersage für die nächsten 24 Stunden beraten. Im Bedarfsfalle wurden tagsüber weitere Auskünfte erteilt. Die Schiffsführung wurde ebenfalls schriftlich beraten und immer über die Wetterentwicklung auf dem laufenden gehalten.

Mehrfach erhielt auch das Schießboot NORDKAPP über Sprechfunk Wettervorhersagen übermittelt. Ein Fall sei hervorgehoben, als von der NORDKAPP am Mittag des 17.8. die Befürchtung geäußert wurde, daß am nächsten Tag Sturm zu erwarten sei. Die Berechtigung hierfür war insofern gegeben, als Bergen-Radio in seiner Vorhersage für unser Seegebiet NE bis Stärke 9 angekündigt hatte. Die eigene Vorhersage mit ESE Stärke 5-6 konnte jedoch aufrecht erhalten werden und trug zur Beruhigung der Interessenten bei. Der Vorteil, näher am Vorhersagegebiet zu sein und auf die eigenen Beobachtungen zurückgreifen zu können, erwies sich auch im Kattegatt und Skagerrak, das bei Windstärken zwischen 2 und 4 durchfahren wurde, wohingegen Kiel-Radio für dieses Gebiet eine Starkwindwarnung Stärke 6 verbreitet hatte.

### 4. Wetterablauf

Das ganze Unternehmen war durch die Wetterlage begünstigt. Ein ausgedehntes Hochdruckgebiet, dessen Schwerpunkt sich allmählich

über Norwegen in die Norwegische See verlagerte und Verbindung mit einer sich über Grönland aufbauenden Hochzelle aufnahm, beherrschte während der meisten Zeit das Wetter im befahrenen Seegebiet, das an der Südflanke des hohen Druckes lag. Dabei traten überwiegend Winde aus dem Ostsektor auf, meist mit Stärke 3-4, gelegentlich bis Stärke 5. Erst mit Annäherung eines Frontensystems, das von einem ausgedehnten aus dem Nordatlantik langsam ostwärts ziehenden Sturmtief nach NE schwenkte, traten verbunden mit anhaltenden Regenfällen am 18.8. Windstärken 6 aus östlichen Richtungen auf. Bereits am 19.8. flaute der Wind wieder mit Drehung auf S - SW auf 4-3 ab.

Die aufgetretene Windsee war daher überwiegend schwach und nur kurzzeitig etwas erhöht. Mehr ins Gewicht fiel die sich aufbauende Dünung, die anfangs mehr aus östlichen Richtungen und später zusammen mit einer aus SW heranrollenden auftrat. Diese wurde ausgelöst durch das Sturmfeld an der Vorderseite des südlich Island liegenden Tiefs.

Meteorologisch interessant waren auch die ausgedehnten Hochnebel- und Seenebelfelder, die sich über dem Kaltwasser im Westteil des Operationsgebietes in den aus südlichen Richtungen herangeführten Warmluftmassen bildeten.

Der Wetterablauf der Rückfahrt war gekennzeichnet durch eindrucksvolle, von starken Quellungen durchsetzte Wolkenformen in der labilen Kaltluft, die in mehreren Staffeln an der Südseite des inzwischen in die nördliche Nordsee gezogenen Tiefs in Richtung norwegische Westküste vordrangen.

Für den Berichterstatter war die Fahrt mit der PLANET ein Erlebnis und nicht nur in fachlicher Hinsicht eine interessante

Tätigkeit, sondern auch in persönlicher Beziehung ein Gewinn durch das gute Einvernehmen mit dem gesamten Team und durch das ausgezeichnete Verhältnis zur ganzen Besatzung des Schiffes und zu seinem Kapitän.