



**Forschungsschiff „Meteor“  
Reise Nr. 60**

**SUBTROPEX '82**

---

**Deutsche Forschungsgemeinschaft**

# SUBTROPEX '82

## Meteor-Reise Nr. 60

### WISSENSCHAFTLICHES PROGRAMM

#### ALLGEMEINE ASPEKTE

Die Forschungsfahrt Nr. 60 des F.S. METEOR trägt den Eigennamen SUBTROPEX '82, da sich die Untersuchungen auf den östlichen tropisch-subtropischen Atlantik konzentrieren. Die Arbeiten sollen zwischen 35°N und 13°N entlang der nordwestafrikanischen Küste im Bereich des äußeren Schelfs und des oberen Kontinentalhanges durchgeführt werden (Fahrabschnitte 1 und 2). Das Arbeitsgebiet der Fahrabschnitte 3 und 4 dehnt sich nach Westen aus zwischen den Kanarischen Inseln und den Azoren und südlich bis ungefähr zu den Kap Verde Inseln. Die Expedition wird drei Monate dauern. Während der beiden ersten Fahrabschnitte werden besonders bodenbiologische, aber auch geologische Untersuchungen vorgenommen, die zwei folgenden Fahrabschnitte dienen vorwiegend physikalischen, daneben auch chemischen, biologischen und geologischen Arbeiten.

Am biologischen Programm (Fahrabschnitte 1 und 2) wird sich eine schwedische Arbeitsgruppe beteiligen und außerdem werden Wissenschaftler aus Marokko, Spanien und Mauretanien teilnehmen. Die physikalisch-ozeanographischen Vorhaben (Fahrabschnitte 3 und 4) sind Teil eines international abgestimmten Programms zur Erforschung der nordatlantischen Zirkulation und der Wärmeflüsse in diesem Gebiet. Hieran sind vor allem Gruppen aus Großbritannien, Frankreich, den USA und Kanada beteiligt. Das Programm zur Untersuchung von Fischeiern und Fischlarven während dieser Fahrabschnitte wird von portugiesischen Planktologen durchgeführt werden.

#### FAHRTABSCHNITTE 1 UND 2

Die biologischen und die geologischen Arbeiten werden sich während SUBTROPEX '82 auf sechs küstensenkrechte Schnitte mit jeweils 3 Stationen konzentrieren. Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Schnitten zu sichern, soll bei gleichen Tiefen, bei 130, 400 und 800 m gearbeitet werden. Ist genügend Zeit vorhanden, so können zusätzliche Proben für bakteriologische und geologische Untersuchungen aus 1500 m Tiefe gewonnen werden.

## Biologie:

Frühere Untersuchungen in verschiedenen Meeresgebieten haben gezeigt, daß die Biomasse in ihrer Größenordnung in Beziehung zur Primärproduktion der euphotischen Schicht steht. Der Transport durch Strömungen und der Umbau der organischen Substanz in den Nahrungsketten verändern die Sedimentation von Nahrungsmaterial qualitativ und quantitativ, aber großräumig scheint die Beziehung zwischen Primärproduktion und Benthosproduktion zu bestehen. Sie wurde jedoch bisher nicht ausführlich untersucht.

Innerhalb der vergangenen Dekade wurden zahlreiche Untersuchungen in Auftriebsgebieten ausgeführt, an denen sich auch das Forschungsschiff METEOR mit Arbeiten vor NW-Afrika beteiligt hat. Während der Forschungsfahrt Nr. 26 (1972) konnte nachgewiesen werden, daß sich Untersuchungen zu der genannten Fragestellung lohnen würden. Schwerpunkte der Forschungsfahrten Nos. 36 (1975) und 44 (1977) bestanden in der Bearbeitung der benthischen Biomasse (Makro- und Meiofauna), schlossen aber auch bakteriologische und chemische Untersuchungen der Sedimentoberfläche mit ein. Die Ergebnisse dieser Arbeiten zeigten Unterschiede zwischen den Gebieten mit unterschiedlicher Primärproduktion, also mit Unterschieden in den langzeitigen, durchschnittlichen Auftriebsintensitäten. Gleichzeitig machten sie deutlich, daß die Aktivität des Benthos gemessen werden sollte, um gesicherte Beziehungen erkennen zu können.

Da demographische Untersuchungsmethoden für küstenferne Gebiete und auch für an Expeditionen gebundene Arbeiten ungeeignet sind, wurden die Bestimmungen von Respirationsraten und von biochemischen Aktivitäten während der Forschungsfahrt METEOR 53 (1980) begonnen und für SUBTROPEX '82 geplant und vorbereitet.

Die biologischen Untersuchungen METEOR 60 werden sich um die Bestimmung von Respirationsraten konzentrieren, die im Laboratorium gemessen werden sollen. Bis zu sieben Proben mit je 50 cm<sup>2</sup> Oberfläche werden hierfür als Teilproben aus vier Kastengreiferproben (Fläche 50 x 50 cm) genommen werden. Während drei der Kastengreiferproben zur Bestimmung der Abundanz der Makrofauna (> 0,5 mm) benötigt werden, wird eine Greiferprobe zur Bestimmung von Anzahl und Biomasse der Meiofauna (< 1 mm), zur Untersuchung von Bakterien und von Stickstoff-Umsatzprozessen, von ATP (Adenosin-Tri-Phosphat), ETS (Electron Transport System Activity), CPE (Chloroplastic Pigment Equivalent), C<sub>org</sub> (organisch gebundener Kohlenstoff) und Proteinen, sowie für hydrolytische und proteolytische Enzyme verwendet.

Die Erfassung der mikrobiellen Biomasse und Aktivität in verschiedenen Sedimenttiefen und Untersuchungen zur Taxonomie der beteiligten Bakterien sollen dazu beitragen, die Rolle der Mikroorganismen im Stoffumsatz der Benthosgemeinschaft abzuschätzen. Zur Ermittlung der bakteriellen Biomasse werden mehrere Kriterien und Verfahren kombiniert: Bestimmung der ATP- und organischen Kohlenstoffgehalte, direkte Zellzahlbestimmungen durch Epifluoreszenzmikroskopie und Ermittlung der Zahl heterotropher Bakterien durch mikrobiologische Kulturverfahren. Wegen der in größeren Tiefen permanent niedrigen Temperaturen sollen

obligat psychrophile Bakterien besondere Beachtung finden. Zur Abschätzung der mikrobiellen Aktivität sollen die Adenylate-Energy-Charge-Werte und die Zahl der Bakterien mit aktivem ETS dienen. Durch die taxonomischen Untersuchungen werden Aussagen über die Art der an den Stoffumsetzungen beteiligten Bakterien und über ihre biochemischen Fähigkeiten ermöglicht. Die Bestimmung mikrobieller Umsatzraten von Stickstoffverbindungen wird die Prozesse von Ammonifikation, Nitrifikation, Nitratreduktion zu Ammonium und den Gesamtstickstoffverbrauch umfassen. In einem Inkubationssystem sollen die Nettoaustauschraten verschiedener Stickstoffkomponenten über die Sediment-Wasser-Grenzschicht bestimmt werden.

Eine zusätzliche Probenserie an den 400 m-Stationen soll dazu dienen, Auskunft über die kleinräumige Variabilität verschiedener chemischer Komponenten zu geben.

#### Geologie:

SUBTROPEX '82 bietet die Möglichkeit, Zusammenhänge zwischen Paläoklima, Sedimentation und Besiedlung über den weitgespannten Bereich von 22 Breitengraden und damit über mehrere Klimazonen hinweg zu verfolgen. Diese Arbeiten sollen die Ergebnisse früherer Forschungsfahrten in die Seegebiete vor NW-Afrika (METEOR 8/9 (1967), 25 (1971), 39 (1975), 53 (1980) und VALDIVIA 10 (1975)) ergänzen.

Es wird beabsichtigt, auf jeder Traverse 3-4 Kerne zu ziehen, die unter folgenden Gesichtspunkten bearbeitet werden sollen: Eine stratigraphische Untersuchung ist die Voraussetzung für die weitere Bearbeitung der Kerne; sie soll anhand von planktonischen Foraminiferen und Sauerstoff-Isotopen erfolgen. Die weiteren sedimentologischen Untersuchungen sollen Aufschluß geben über Wechsel in Materialanlieferung und -akkumulation in Abhängigkeit von Meeresspiegelschwankungen und klimatischen Ereignissen. Gerade am oberen Kontinentalhang reagiert die Sedimentation besonders empfindlich auf Schwankungen der Küstenentfernung und Wassertiefe und spiegelt damit einen Teil der spät-pleistozän-holozänen Klimaentwicklung wider. Da im Bereich des oberen Kontinentalhanges die Schwankungen in der Sedimentakkumulation bis zur Nullsedimentation oder Erosion reichen können, soll bei der Bearbeitung des Kernmaterials dem allgemeinen Problem der Entstehung von Schichtlücken in marinen Sedimenten nachgegangen werden.

Zur Untersuchung der Struktur des flachen Untergrunds besteht die Gelegenheit, auf dieser Reise erstmalig auf METEOR eine schiffsseitig installierte 3,5 kHz-Tiefsee-Sedimentlotanlage einzusetzen. Die Schwingeranlage besteht aus einem 9-fachen multiplen Array von 3,5 kHz-Schwingern, die im Hydrographenschacht installiert werden. Es ist damit ein kontrollierter Ansatz der Kernposition relativ zu den Faziesverhältnissen des Untergrunds zu erhoffen (z. B. Erosions- oder Sedimentationsgebiete, Turbiditlagen, Rutschmassen, kontinuierliche Sedimentation).

Neben den Kernuntersuchungen sind an Kastengreifer- und Dredge-Proben weitere Arbeiten geplant: Die Kenntnis über die Tiefenzonierung benthischer Foraminiferen hat durch die Untersuchung von Material

früherer METEOR-Fahrten vor NW-Afrika große Fortschritte gemacht. Das erarbeitete heutige Verbreitungsmuster bietet die Grundlage zur Interpretation der Veränderungen der benthischen Foraminiferenfauna im geologischen Profil, z. B. in den pleistozänen Kaltzeiten. Die detaillierte Kenntnis der Tiefenzonierung erlaubt z. B., die vor Westafrika weitverbreiteten Rutschmassen zu identifizieren und nach ihrer ursprünglichen Ablagerungstiefe einzuordnen. Zum Ausbau der Zonierung sollen ungestörte Proben (Kastengreifer) aus unterschiedlichen Wassertiefen auf den Traversen dienen.

Die Bioturbationsgefüge in den Kontinentalhangsedimenten vor Westafrika sind in den vergangenen Jahren eingehend unter Anwendung der ichnologischen Nomenklatur analysiert und auf ihre palökologischen Zusammenhänge untersucht worden. Die zeitlichen und räumlichen Variationen dieser Gefüge in Abhängigkeit von Umweltfaktoren können mit Hilfe weiteren Kernmaterials, vor allem am oberen Kontinentalhang, noch besser erfaßt und damit allgemein gültige Zusammenhänge noch besser abgesichert oder neu erkannt werden.

Ein Teil der allgemein-ökologischen Bedingungen des Lebensraumes spiegelt sich in der Ausbildung der Schalen-Ultrastruktur von Muscheln wider. Es ist geplant, aktuo-paläontologische Untersuchungen über den Einfluß ökologischer Bedingungen auf Klappenwachstum und Schalenstruktur von Muscheln verschiedener Familien durchzuführen. Dabei soll u. a. versucht werden, Jahresgänge im Aufbau der Schalen, die an verschiedenen Arten aus dem Bereich der Nord- und Ostsee beobachtet werden können, an artgleichen oder systematisch nahestehenden Formen aus verschiedenen Breiten und unterschiedlichen Wassertiefen wiederzuerkennen. Die Untersuchungen der Schalenstrukturen werden durch parallele Isotopen-Analysen (0-18, C-13) (Institut für Kernphysik, Universität Kiel) ergänzt und gestützt. Für diese Arbeiten soll vom oberen Teil der Traversen Material gewonnen werden.

#### FAHRTABSCHNITTE 3 UND 4

##### *Physikalische Ozeanographie:*

Die physikalischen Arbeiten finden während der Fahrtabschnitte 3 und 4 statt. Die geplanten Untersuchungen sind Bestandteil des langfristigen Forschungsprogramms „Warmwassersphäre des Atlantiks“, welches von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 133 an der Universität Kiel gefördert und hauptsächlich vom Institut für Meereskunde an der Universität Kiel ausgeführt wird. Dabei geht es um die Frage, wie warmes Wasser aus den Tropen über das Golfstromsystem in den europäischen Raum gelangt und wie die Rezirkulation zum Äquator erfolgt. Die Arbeiten während dieser METEOR-Fahrt sollen zur Klärung der Frage beitragen, ob und in welcher Form Rezirkulation im subtropischen Nordostatlantik stattfindet. Insbesondere sind auch Untersuchungen mesoskaliger Vorgänge (Größenordnung von 100 km), die eine wesentliche Rolle beim Wärmetransport spielen, vorgesehen.

Auf dem Fahrtabschnitt 3 sollen zunächst einige Langzeitverankerungen im Kanaren-Azoren-Gebiet ausgetauscht werden. Vermessungen in einem Planquadrat des Kanarenbeckens mit Multisonde und Einmal-Temperatursonden (XBT) sowie mit profilierenden Strömungsmeßgeräten sollen Aufschluß über horizontale und vertikale Verteilungen von Schichtung und Strömung erbringen. Das Schwergewicht auf dem Fahrtabschnitt 4 wird bei zwei hydrographischen Meridionalschnitten südlich der Azoren auf 33°W bzw. 28°W bis 10°N sowie einem Zonalschnitt auf 10°N liegen. Die hierbei erwarteten Temperatur- und Salzgehaltsdaten werden benötigt, um gravierende Lücken im Datenmaterial aus dieser Region zur Wassermassenanalyse schließen zu können. Das Beobachtungsgebiet zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: Starke Variation der Deckschichtdicke, Auftreten des subtropischen Salzgehaltsmaximums in der Dichtesprungschicht, Übergang zwischen nord- und südatlantischem Zentralwasser und Beimengung von Mittelmeerwasser im Tiefenwasser.

#### *Anthropogene Spurenstoffe:*

Die Arbeitsgruppe aus dem Institut für Umweltphysik der Universität Heidelberg wird Tracer-Messungen anthropogener Spurenstoffe auf den beiden Meridionalschnitten des Fahrtabschnitts 4 durchführen. Als geeignete Tracer haben sich Tritium ( $^3\text{H}$ ), Helium ( $^3\text{He}$ ) und Freone (Treibgase aus Sprühdosen) erwiesen. Die Meßdaten sollen die allgemeine Tracer-Datenbasis im untersuchten Meeresgebiet und bis zu 2000 m Wassertiefe erweitern und dazu benutzt werden, dynamisch-numerische Modelle für den Bereich des Nordatlantiks zu testen, vor allem im Bereich bis zu Zeitskalen von rund 10 Jahren. Außerdem werden entlang der Schnitte oberflächennahe meridionale Ausbreitungsvorgänge von Wassermassen erwartet (z. B. des subtropischen Salzgehaltsmaximumwassers), deren Transport ermittelt werden soll. In diesem Zusammenhang sollen die Tracerdaten Informationen über mittlere Transportgeschwindigkeiten liefern. Im Falle der Freone sollen im Rahmen dieses Untersuchungsprogramms außerdem die Probengewinnungs- und Meßtechniken weiterentwickelt werden.

#### *Chemie:*

In dem Vorhaben des Instituts für Meereskunde an der Universität Kiel und des Instituts für Meeresforschung Bremerhaven zur Untersuchung von Spurenelementen sollen Zink, Kadmium, Kupfer, Nickel, Kobalt und Aluminium auf den vorgesehenen Meridionalschnitten südlich der Azoren sowie auf einem Schnitt zum europäischen Kontinent registriert werden. Diese Arbeiten dienen zwei Zielsetzungen: der Erweiterung der bisher dürftigen Datenbasis für den offenen Ozean und dem besseren Verständnis der Verteilung einiger geochemisch bedeutender Elemente im Nordatlantik. Die Probennahme für die horizontale Registrierung erfolgt kontinuierlich aus ca. 6 m Wassertiefe durch ein speziell entwickeltes Pumpsystem. Die Vertikalprofile werden auf einige repräsentative Stationen beschränkt. Die Aufarbeitung der Proben wird unter „clean benches“ an Bord vorgenommen, die Metallanalysen dagegen können

erst in den staubarmen Labors des Instituts für Meereskunde in Kiel durchgeführt werden. Die Bestimmung der anderen Parameter (Salzgehalt, Nährstoffe) erfolgt an Bord.

Im Bereich der organischen Meereschemie sind folgende Arbeiten geplant:

- In marinen Aerosolen sollen organische Bestandteile qualitativ untersucht sowie einzelne Verbindungen quantifiziert werden.
- Aus atlantischem Oberflächenwasser sollen durch Filtration Partikel gewonnen und lipophile organische Substanzen aus dem Filtrat durch Sorption an makroretikuläre Harze angereichert werden.
- Durch fluorimetrische Analyse organischer Meerwasserextrakte sollen Konzentrationen gelöster und fein dispergierter Erdölrückstände bestimmt werden.

Die Arbeiten sind eine Fortführung und Erweiterung von Untersuchungen lipophiler Meerwasserextrakte in der Ostsee, welche zeigten, daß die durch fluorimetrische Analysen erfaßten und als Erdölrückstände angesehenen Meerwasserbestandteile anders zusammengesetzt sind als Erdöl, da sie relativ höhere Konzentrationen unsubstituierter polycyclischer Aromaten enthalten. Der höhere Gehalt an diesen Stoffen kann als Folge des Eintrags von Pyrolyseprodukten fossiler Brennstoffe aus der Atmosphäre gedeutet werden, welche reich an diesen Verbindungen sind. In den lipophilen Meerwasserextrakten finden sich neben einer großen Anzahl noch nicht charakterisierter Verbindungen Ketone und Chinone, die durch Photooxidation in der Atmosphäre gebildet werden könnten. Durch vergleichende Analysen der Aerosolproben und der Meerwasserextrakte sollen diese Hypothesen überprüft werden. Die fluorimetrischen Untersuchungen der Konzentrationen gelöster und fein dispergierender Erdölrückstände sollen durch detaillierte Analysen der Meerwasserkonzentrate interpretiert werden.

#### *Biologische Meereskunde:*

Die Arbeiten der Taxonomischen Arbeitsgruppe, Biologische Anstalt Helgoland, sollen frühere Untersuchungen im subtropischen Nordatlantik am oberflächennahen Zooplankton, über die Faunenregionen und über die biologischen Konsequenzen der Oberflächenzirkulation fortführen. Durch Einsatz eines Neustonsammlers werden quantitative Zooplanktonfänge aus zwei Oberflächen-Mikrohorizonten in der 0-25 cm Schicht vorgenommen. Die Probennahme - zumindest entlang dem westlichen Meridionalschnitt - soll Material aus früheren methodisch identisch bearbeiteten Stationsnetzen im tropischen und subtropischen Atlantik geographisch und jahreszeitlich ergänzen. Nach bisherigen Kenntnissen treten auch in den Tropen deutliche qualitative und quantitative saisonale Unterschiede im Plankton der Oberflächenschicht auf. Dieser Schnitt deckt sowohl räumlich wie jahreszeitlich Lücken der früheren Probenahmen. Das Zooplankton wird vollständig auf Ichthyoneuston, Amphipoden, Pontelliden, Turbellarien und *Halobates* analysiert. Erwartet werden neben Erkenntnissen zur Systematik und Ontogenie für die genannten Tiergruppen Ergebnisse zur Zoogeographie (regionale Artenzusammensetzungen, Faunengrenzen, transatlantischer Transport von

Larvenstadien), zur Ökologie (Temperaturpräferenzen, Tagesperiodik, saisonale Häufigkeitsänderungen) und zur Fischereibiologie (Larvenverbreitung und Larvenhäufigkeit tropisch-epipelagischer Nutzfische, Rückschlüsse auf Laichzeiten und Laichplätze, Nahrungsangebot für Fischlarven). Langfristig sollen die Untersuchungen zur Beschreibung des Ichthyoneustons und der oberflächennahen Gammariden des gesamten Nordostatlantiks sowie zur Erklärung des Faunentransports im oberflächlichen Zirkulationssystem beitragen.

Vom Departamento de Oceanografia e Pescas (DOP) der Universidade dos Açores sind Untersuchungen über das Ichthyoplankton im Seegebiet der Azoren mit den folgenden Aufgabenstellungen vorgesehen:

- Erfassung der Konzentration und taxonomischen Zusammensetzung der Fischbrut (Fischeier und -larven) im Seegebiet südlich Sao Miguel mit Hilfe von Bongo- und Neuston-Netzfängen;
- Erbrütung gefangener Fischeier zur Untersuchung der embryonalen Entwicklung, insbesondere von Stöcker (*Trachurus trachurus* L.) und Makrele (*Scomber scombrus* L.);
- Untersuchungen zur Nahrungsbiologie der Larven von Stöcker und Makrele. Hierzu soll neben den Larven auch das Nahrungsangebot mit Hilfe feinmaschiger Netze erfaßt werden.

#### Geologie:

Die Teilnahme des Geologisch-Paläontologischen Instituts der Universität Kiel am letzten Fahrtabschnitt dient der Gewinnung von langen Sedimentkernen aus kontinentfernen Tiefseegebieten, die im Einflußbereich äolischer Zufuhr von Staub aus der Sahara liegen. Bisher vorliegendes Material gestattet - beispielsweise durch Auswertung der Korngrößenverteilungen und der mineralogischen Zusammensetzung des Silikatanteils der Sedimente - eine Rekonstruktion der Klimabedingungen während der verschiedenen Zeitabschnitte des Quartärs (bis vor 750 000 Jahren). Da die bisher erarbeiteten Ergebnisse zumeist aus Probenmaterial gewonnen sind, das aus der Nähe des afrikanischen Kontinents stammt, wo die Sedimentationsraten hoch sind, konnten bisher kaum ältere Schichten als die des sogenannten Sauerstoffstadiums 5 (Warmzeit vor 127 000 - 75 000 Jahren) aufgeschlossen werden. Kerne aus Bereichen mit niedrigeren Sedimentationsraten und der damit zu erwartenden Durchteufung älterer geologischer Abschnitte sollen die Fortführung dieser Arbeiten erlauben.

#### Cruise LACS 1 AND 2

The biological and geological studies to be performed during SUB-TROPEX '82 will concentrate on 6 transects perpendicular to the coast with 3 main stations on each transect. The depths of the stations will be 100, 400, and 800 m to assure comparability along 6 profiles parallel to the coast. Additional stations for bacteriological and geological sampling may be achieved at 1500 m depth according to available vessel time.

# SUBTROPEX '82

## Meteor-Cruise No. 60

### SCIENTIFIC PROGRAMME

#### GENERAL ASPECTS

METEOR-Cruise No. 60 is called SUBTROPEX '82 because this expedition concentrates on the eastern tropical-subtropical Atlantic. Research will be performed between 35°N and 13°N along the Northwest African coast covering shelf and upper slope depth (cruise legs 1 and 2) and it will extend west from the Canary Islands to the Azores and south to about the Cap Verde Islands (cruise legs 3 and 4). This three months lasting cruise divides into four legs, with the first two mainly devoted to bottom-ecological but also to geological studies. The following two legs center around physical investigations, but include chemical, biological and geological research as well.

In the framework of the biological programme of SUBTROPEX '82 a working group from Sweden and one scientist each from Morocco, Spain, and Mauretania will take part in cruise legs 1 and 2. During cruise legs 3 and 4 Portuguese planktologists will carry through investigations on fish eggs and larvae.

The physical oceanographic project of cruise legs 3 and 4 is part of an internationally coordinated programme (with special participation of Great Britain, France, the US and Canada) for the investigation of the water circulation and the transport of warm water in the North Atlantic. A group of Canadian oceanographers will take part in the work during SUBTROPEX '82.

#### CRUISE LEGS 1 AND 2

The biological and geological studies to be performed during SUBTROPEX '82 will concentrate on 6 transects perpendicular to the coast with 3 main stations on each transect. The depths of the stations will be 130, 400, and 800 m to assure comparability along 3 profiles parallel to the coast. Additional stations for bacteriological and geological sampling may be achieved at 1500 m depth according to available wire time.

### Biology:

It is known from earlier studies in different ocean areas that benthic standing stock somehow relates to primary production in surface waters. Though transport by currents and transformation of organic matter in food chains alter the sedimentation of food materials qualitatively, there is evidence for a large scale relationship between primary and benthic production. This, however, has never been thoroughly investigated.

Within the last decade many international studies in upwelling areas were carried through, including investigations off NW Africa which were partly performed by R.V. METEOR. During METEOR-cruise No. 26 (1972) first tests were achieved to prove that benthic studies in an upwelling area would be a rewarding task in this respect. During the cruises No. 36 (1975) and 44 (1977), benthic studies concentrated on the evaluation of standing stocks of macro- and meiofauna and comprised bacteriological and chemical investigations of sediment surface properties. The resulting data indicated variations between areas of different primary productivity, i.e. in longterm average upwelling intensity, but equally they suggested that benthic activities should be measured to find reliable relations.

Since demographic methods are not an efficient approach to offshore and far-distant investigations, the determination of respiration rates and of biochemical activities were started during METEOR-cruise No. 53 (1980) and are planned and prepared for SUBTROPEX '82. Biological studies will concentrate around the shipboard measurement of respiration. Up to seven cores of 50 cm<sup>2</sup> surface area will be subsampled from 4 large box grab samples (50 x 50 cm). While three further grab samples will be used to study the abundance of macrofauna (0.5 mm), one of the grabs will be subsampled for the determination of meiofauna (<1 mm) numbers and biomass, for bacterial studies, nitrogen transforming processes, the determination of ATP (Adenosin-Tri-Phosphat), ETS (Electron Transport System Activity), CPE (Chloroplasic Pigment Equivalent), C<sub>org</sub> (organic carbon), proteins and hydrolytical as well as proteolytical enzymes.

The determination of microbial biomass and activity in different sediment depths and studies on the taxonomy of the respective bacteria shall help to clarify the role of these microorganisms in the metabolism of benthic communities. For the evaluation of bacterial biomass several criteria and methods will be combined: The determination of ATP and organic carbon contents, direct cell counts by epifluorescence microscopy and the number of heterotrophic bacteria using microbiological culture techniques. Psychrophilic bacteria will be considered specifically because of the low temperatures in the deeper waters. Microbial activity will be measured by adenylate energy charge and the numbers of active bacteria will be counted via active ETS. Taxonomical studies will clarify the types of bacteria participating in metabolic processes and their biochemical abilities.

The rates of microbial nitrogen transformation in the sediment will be studied in undisturbed cores. Included processes are ammonification, nitrification, total nitrate consumption and nitrate reduction to am-

monium. In a ship-board sediment incubation system the net fluxes of various nitrogen components over the sediment-water interface will be determined.

An additional series of samples will be taken at the 400 m-stations for a study on the small scale variability of the different chemical components.

#### *Geology:*

METEOR-cruise No. 60 offers the possibility to investigate the interrelations between paleoclimate, sedimentation, and benthic populations over the long distance of 22 degrees of latitude, thus covering several climatic zones off NW Africa. These investigations will supplement the results obtained from earlier cruises to the NW African area (METEOR Nos. 8/9 (1967), 25 (1971), 39 (1975), 53 (1980) and VALDIVIA 10, 1975).

3-4 sediment cores to be taken from each of the six transverse sections planned will be studied under the following aspects: The stratigraphical investigation being the basis for any further study of the core material will be carried out by means of plankton foraminifera and oxygen isotopes. Sedimentological studies shall give information about changes in supply and accumulation of sediments depending on sea-level oscillations and climatic events. Sedimentation on the upper continental slope reacts rather sensitively upon oscillations of sea level and distance from shore, thus reflecting parts of the climatic development during late Pleistocene and Holocene. Since the fluctuations in sediment accumulation at the upper continental slope may also reach to non-deposition or even erosive conditions, the investigation of the core material will be carried out with particular regard to the hiatus problem in marine sediments.

The shallow sub-bottom structure will be studied on board the METEOR for the first time with a ship-board installed 3.5 kHz sub-bottom profiler suitable for deep-sea work. The 9-fold multiple transducer array will be installed in the METEOR. This will help to refer the core positions to distinct facies relationships of the sub-bottom, including erosion and sedimentation areas, turbidite layers, slides, and continuous sedimentation.

The findings on the depth distribution of benthic foraminifera has much increased by the investigation of material from former METEOR cruises off NW Africa. The distribution pattern as derived from recent sediments provides the basis for the interpretation of changes of benthic foraminifera populations in the geological column, e.g. in the glacial periods of the Pleistocene. The detailed knowledge of the depth zonation permits also to identify sediment slides and to determine their original depth of deposition. For further studies undisturbed large area box samples from different water depths are to be investigated. The patterns of biogenic structures in sediments from the continental slope off NW Africa have already been intensively investigated, using the ichnological nomenclature as key of analysis. Numerous relationships to environmental conditions have been found. The variations of these patterns in space and time as caused by changes of environmental

factors can be investigated more thoroughly by additional sediment cores, particularly as larger gaps in this knowledge presently concern the upper part of the continental slope. Additionally it is planned to carry out actuo-paleontological studies on the influence of ecological conditions on growth and ultrastructure of shells of different pelecypod families. Annual shell increments as observed in several species from the North and Baltic Seas may be recognized in either the same or closely related species from different latitudes and water depths. The investigation of shell structures is to be supported by supplementary analyses of O-18 and C-13 isotopes. For these studies samples shall be collected from shelf and upper slope depths.

#### CRUISE LEGS 3 AND 4

##### *Physical oceanography:*

Physical work will be performed on legs 3 and 4. The planned investigations are part of the long-term programme "Warmwassersphäre of the Atlantic", which is sponsored by the German Research Council (DFG) at Kiel University and is mainly carried through by the Institut für Meereskunde an der Universität Kiel. Objectives are to address the questions of how warm water from the tropics is transported by the Gulf Stream system to European regions, and of how the water recirculates to the equator. The work during the METEOR-cruise aims to clarify whether, and in which manner, recirculation in the subtropical North Eastern Atlantic takes place. Special attention will be given to the role of mesoscale features (in 100 km steps) which play an important role in heat transport.

At the beginning of leg 3, long-term mooring arrays in the Canary/Azores region will be recovered and re-deployed. CTD and XBT surveys in a test area of the Canary Basin, together with profiling current meter work, will provide insight into horizontal and vertical distribution of the stratification and current field. The work to be done during leg 4 consists of three connected hydrographic sections respectively along 33°W, 10°N, 28°W beginning south of the Azores. The expected temperature and salinity data will cover data gaps in water mass analyses in this region. The area under investigation is characterized by strong variations of the mixed layer depth, the subtropical salinity maximum in the thermocline, the transition of north to south Atlantic central water, and admixtures of Mediterranean water in the deep water.

##### *Transient-tracer measurements:*

The team from the Institut für Umweltphysik der Universität Heidelberg plans measurements of anthropogenic tracers during the meridional section work on leg 4. Tritium ( $^3\text{H}$ ), Helium ( $^3\text{He}$ ) and freon (fuel gas for sprayers) proved to be apt as tracer substances. The data are to complement the general transient-tracer data base for the North Atlantic down to 2000 m water depth. They are to be used to test numerical

models of the North Atlantic, in particular for time scales of up to ten years. Moreover, near-surface transport phenomena, especially the spreading of the subtropical salinity maximum water, will be studied. In this context, tracer data will yield information on mean rates. In addition to these investigations, further improvement of the sampling and measuring techniques for freon will be achieved.

#### Chemistry:

In the trace metal project of the Institut für Meereskunde an der Universität Kiel and the Institut für Meeresforschung Bremerhaven, zinc, cadmium, copper, nickel, cobalt, and aluminium shall be registered along the meridional profile south of the Azores as well as along a profile parallel to the European continent. These investigations have two aims:

- to expand the insufficient data base on open ocean samples (baseline-studies);
- to gain more information in understanding the principles of selected trace metal distribution in the North Atlantic.

The horizontal sampling (from a depth of about 6 m) will be done continuously by means of a special pumping system. Vertical profiles will be restricted to some representative stations. The handling of the samples on board will be performed under "clean benches". The metal analysis, however, will be carried out in the clean-room laboratories at the institute. The determination of other parameters (salinity and nutrients) will be performed on board.

The organic marine chemistry group plans the following investigations:

- Organic components of marine aerosols are to be analysed qualitatively. Selected organic compounds will be quantified.
- Particles will be collected by filtration of Atlantic surface water. Lipophilic organic compounds will be concentrated from filtrates by sorption onto macroreticular resin.
- Concentrations of dissolved and finely dispersed petroleum residues will be determined by UV spectrofluorimetry.

These investigations continue and widen the scope of experiments with lipophilic components of Baltic Sea water. Elevated concentrations relative to crude oil of unsubstituted polycyclic aromatic hydrocarbons were taken to indicate a substantial contribution of high temperature pyrolysis products of fossil fuels to lipophilic materials quantified by UV fluorimetry. Lipophilic seawater concentrates contain - in addition to a vast number of yet uncharacterized organic compounds - ketones and quinones which may be formed by photooxidation in the atmosphere. These hypotheses are to be tested by comparing results of analyses of organic components in both aerosol samples and seawater concentrates.

#### Biological oceanography:

The research of the Taxonomische Arbeitsgruppe, Biologische Anstalt Helgoland, Hamburg, shall supplement earlier investigations carried out

in the subtropical North Atlantic on the surface-near zooplankton, on faunal regions and on the biological consequences of surface circulation. Using a neuston sampler, quantitative zooplankton samples will be collected from two microhorizons in the 0-25 cm layer. For geographical and seasonal comparison, sampling - at least along the western meridional profile - shall supplement materials which were collected during former cruises with identical methods in the tropical and subtropical Atlantic. According to recent knowledge, significant qualitative and quantitative seasonal differences occur in the plankton of the surface layer. The meridional profile covers as well spatial as seasonal gaps in earlier sampling programmes. The zooplankton will be totally analyzed for ichthyoneuston, amphipods, pontellids, turbellarians and *Halobates*. Apart from results on the systematics and the ontogeny of these animal groups, new data are expected on the zoogeography (regional species composition, faunal foundaries, transatlantic transport of larvae), on the ecology (temperature preferences, daily and seasonal changes in abundance), and on fishery biology (distribution and abundance of larvae of commercially exploited fish species from the tropical epipelagic zone, inferences on spawning time and localities, food supply for larvae). On a long-term basis, these investigations shall help to describe the ichthyoneuston and the surface layer gammarids of the total North Atlantic as well as to solve the problem of faunal transport in the surface system.

The Departamento de Oceanografia e Pescas (DOP) of the Universidade dos Açores, will carry out studies on the ichthyoplankton in the sea area of the Azores under the following aspects:

- Concentration and taxonomic composition of the fish eggs and larvae caught south of Sao Miguel (bongo and neuston net samples);
- Embryonic development especially of mackerel (*Scomber scombrus* L.) and horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.) (on board incubation of sampled eggs);
- Food and feeding of larvae of mackerel and horse mackerel in this area (sampling of fish larvae and food organisms simultaneously).

#### Geology:

During the last part of METEOR-cruise No. 60 the members of the Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Kiel will retrieve long sediment cores from the deep ocean at considerable distance from the continent, but under the influence of Saharean eolian dust fallout. Previously investigated samples allowed - e.g. by analysis of grain size distributions and silicate mineralogy - to reconstruct climatic conditions during discrete intervals of the Quaternary (dating back to 750 000 years). Because these cores, for the most part, came from areas of high sedimentation rates (continental slope), until now it was only possible to unlock the history in sediments younger than oxygen-isotope stage 5 (warm period from 127 000 to 75 000 years ago). By collecting cores from regions of lower sedimentation rates the work will be extended to the geologic history recorded in older strata.

AUSTAUSCHPROGRAMM  
 EXCHANGE PROGRAM  
 ZEITPLAN / SCHEDULE

**Fahrtabschnitte 1 und 2**

**Cruise legs 1 and 2**

Fahrtleiter / chief scientist: Dr. H. Thiel

13. 01. 1982 – 30. 01. 1982      Hamburg – Las Palmas

03. 02. 1982 – 23. 02. 1982      Las Palmas – Las Palmas

**Fahrtabschnitte 3 und 4**

**Cruise legs 3 and 4**

Fahrtleiter / chief scientist: Prof. Dr. G. Siedler

27. 02. 1982 – 16. 03. 1982      Las Palmas – Ponta Delgada

20. 03. 1982 – 20. 04. 1982      Ponta Delgada – Hamburg

DOP

Departamento de Oceanografia e Pesca

Universidade dos Açores

9802 Ponta Delgada, San Miguel, Azoren, Portugal

ZMK

Zoologisches Museum der Universität Köln

Hörsingwichestr. 3, Köln

ZIM

Zoologisches Institut und Museum der Universität Hamburg

Martha-Luther-King-Platz 3, 2000 Hamburg 35

BAH

Biologische Anstalt Helgoland

Neckstr. 31, 2000 Hamburg 32

AUSTAUSCH VON FAHRTTEILNEHMERN  
EXCHANGE OF PARTICIPANTS

Las Palmas

(zwischen Fahrtabschnitt 1 und 2)  
(between leg 1 and 2)

Abreise / leaving: Werner

Anreise / joining: Fütterer, Mühlhan

Las Palmas

(zwischen Fahrtabschnitt 2 und 3)  
(between leg 2 and 3)

Gesamttausch der Arbeitsgruppen  
Total exchange of working groups

Ponta Delgada

(zwischen Fahrtabschnitt 3 und 4)  
(between leg 3 and 4)

Abreise / leaving: Breitenbach, Carlsen, Emery, Lentz, Müller,  
Zenk, N.N. (Stud.), 2 N.N. (IMK), 3 N.N. (DOP),  
N.N. (span. Gast)

Anreise / joining: Andres, Bouchertall, Frense, Huenninghaus, John,  
Lange, Peters, Petersen, Pohlner, Schulz-Baldes,  
Schurbohm, Stahl, Stein, Streu, Stramma, Wil-  
lenbrink, N.N. (UBC)

Geology

During the last part of MATECO-cruise No. 23 the members of the Geo-  
logisch-Paläontologisches Institut der Universität Kiel will retrieve long  
sediment cores from the deep ocean at considerable distance from the  
continent, but under the influence of Saharan eolian dust fallout. Pre-  
viously investigated samples allowed - e.g. by analysis of grain size  
distributions and silicate mineralogy - to reconstruct climatic conditions  
during discrete intervals of the Quaternary (dating back to 750 000 years).  
Because these cores, for the most part, come from areas of high sedi-  
mentation rates (continental slope), and now it was only possible to  
unlock the history in sedimentary younger than oxygen-isotope stage 2  
(warm period from 127 000 to 75 000 years ago). By collecting cores  
from regions of lower sedimentation rates the work will be extended to  
the geologic history recorded in older strata.

BETEILIGTE INSTITUTE  
PARTICIPATING INSTITUTES

IHF	Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft der Universität Hamburg Zeiseweg 9, 2000 Hamburg 50 Tel.: 040 3807 2602    Telex: 2 14 732 unihhd
IMB	Institut für Meeresforschung Am Handlshafen 12, 2850 Bremerhaven
IMK	Institut für Mereskunde an der Universität Kiel Düsternbrooker Weg 20, 2300 Kiel Tel.: 0431 597-1    Telex: 02 926 19 ifmkd
IUP	Institut für Umweltpolitik der Universität Heidelberg Im Neuenheimer Feld 38, 6900 Heidelberg
GIK	Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum der Universität Kiel Olshausenstr. 40/60, 2300 Kiel
MGU	Department of Marine Microbiology, University of Gothenburg Carl Skottsbergs Gata 22, S-413 19 Gothenburg, Sweden
DML	Dunstaffnage Marine Research Laboratory, Scottish Marine Biological Association P.O.Box 3, Oban, Argyll, PA34 4AD, Scotland
UBC	The University of British Columbia, 6270 University Boulevard, Vancouver, B.C. V6T 1W5, Canada
DOP	Departamento de Oceanografia e Pescas, Universidade dos Açores 9502 Ponta Delgada, San Miguel, Azores, Portugal
ZMK	Zoologisches Museum der Universität Kiel Hegewichstr. 3, 2300 Kiel
ZIM	Zoologisches Institut und Museum der Universität Hamburg Martin-Luther-King-Platz 3, 2000 Hamburg 13
BAH	Biologische Anstalt Helgoland Notkestr. 31, 2000 Hamburg 52

EXPEDITIONSTEILNEHMER / PARTICIPANTS

Name	Institut / Institute	Fahrtabschnitt / cruise leg
<i>Fahrtabschnitte 1 und 2 / cruise legs 1 and 2</i>		
Berghahn, B., T.A.	IHF	1-2
Enoksson, V., fil. kand.	MGU	1-2
Frauenheim, K., cand.rer.nat.	IHF	1-2
Fütterer, D., Dr.	GIK	2
Grobe, H., cand.rer.nat.	GIK	1-2
Heimhold, H., T.A.	IHF	1-2
Lackmann, M., cand.rer.nat.	ZIM	1-2
Mühlhan, N., T.A.	GIK	2
Peper, H., Dipl. Biol.	IHF	1-2
Pfannkuche, O., Dr.	IHF	1-2
Rüger, H. J., Dr.	IMB	1-2
Samtleben, C., Dr.	GIK	1-2
Samuelsson, M.-O., fil. kand.	MGU	1-2
Schriever, G., Dr.	ZMK	1-2
Schuchard, P., T.A.	IHF	1-2
Soltwedel, T., stud.rer.nat.	IHF	1-2
Summer, D., T.A.	IMB	1-2
Tan., T. L., Dr.	IMB	1-2
Theeg, R., Dipl. Biol.	IHF	1-2
Thiel, H., Dr.	IHF	1-2
Vogt, J., stud.rer.nat.	IHF	1-2
Watson, J., T.A.	DML	1-2
Werner, F., Dr.	GIK	1
Gast / guest from Morocco		1
Gast / guest from Spain		2
Gast / guest from Mauretania		2
<i>Fahrtabschnitte 3 und 4 / cruise legs 3 and 4</i>		
Andres, H. G., Dr.	BAH	4
Bouchertall, F., Dr.	IMK	4
Breitenbach, J., Dr.	IMK	3
Carlsen, D., T.A.	IMK	3
Emery, W., Prof. Dr.	UBC	3
Frense, R., cand.rer.nat.	ZIM	4
Hueninghaus, U., T.A.	IMK	4

Name	Institut / Institute	Fahrtabschnitt / cruise leg
Koy, U., T.A.	IMK	3 - 4
John, H.-C., Dr.	BAH	4
Lange, H., Dr.	GIK	4
Lentz, U., T.A.	IMK	3
Meyer, P., Dipl.-Ing.	IMK	3 - 4
Müller, T., Dipl.-Oz.	IMK	3
Peters, H., Dr.	IMK	4
Petersen, H., T.A.	IMK	4
Pohlner, W., Dipl.-Phys.	IUP	4
Siedler, G., Prof. Dr.	IMK	3 - 4
Stahl, G., cand.rer.nat.	IUP	4
Stein, R., cand.rer.nat.	GIK	4
Stramma, L., Dipl.-Oz.	IMK	4
Streu, P., T.A.	IMK	4
Schmidt, J., Dipl.-Phys.	IMK	3 - 4
Schulz-Baldes, M., Dr.	IMB	4
Schurbohm, A., T.A.	IMK	4
Willenbrink, E., Dipl.-Oz.	IMK	4
Zenk, W., Dr.	IMK	3
Gast / guest from Portugal	DOP	3
Gast / guest from Portugal	DOP	3
Gast / guest from Portugal	DOP	3
Gast / guest from Spain		3
Gast / guest from Canada	UBC	4
3 Stud. N.N.	IMK	3 - 4
3 Stud. N.N.	IMK	3

LISTE DER BESATZUNGSMITGLIEDER  
CREW LIST

Funktion	Fahrtabschnitt 1-2	Fahrtabschnitt 3-4
Kapitän	Feldmann	Feldmann
I. Offz.	Kettler	Santjer
II. Offz.	Santjer	Brunn
III. Offz.	NN	NN
Lt. Ing.	Pakulat	Pakulat
Wachmasch.	Kuleisa	Kuleisa
Wachmasch.	Vorwerk	Vorwerk
Wachmasch.	Waschnek	Waschnek
Wachmasch.	Gerbig	Gerbig
1. Elektr.	Kuschnereit	Kuschnereit
2. Elektr.	Krakor	Krakor
1. Fk.Offz.	Kläuschen	Herrmann
2. Fk.Offz.	Herrmann	-
1. HF-Ing.	Rothstod/Schröder	Schröder/Rothstod
2. HF-Ing.	Schröder/-	-/Schröder
Mechaniker	Rasmus	Rasmus/-
Bootsmann	Ranalder	Ranalder
Zimmerm.	Kustak	Kustak
Matrose	Jenß	Jenß
Matrose	Borth	Borth
Matrose	Rettkowitz	Rettkowitz
Matrose	Neugebauer	Neugebauer
Matrose	Geil	Geil
Matrose	Walkows	Walkows
Matrose	Walther	Walther
Matrose	Berthold	Berthold
Matrose	Springer	Springer
Matrose	Splinter	Splinter
Matrose	Podolske	Podolske
Matrose	Albrecht	Albrecht
Lagerhalt.	Fellner	Fellner
Motorenw.	Gudehus	Gudehus
Motorenw.	Gaden	Gaden
Motorenw.	Olbrich	Olbrich
Motorenw.	Hinrichsen	Hinrichsen
Motorenw.	Brandt	Brandt
Motorenw.	Lange	Aners
Motorenw.	Kruse	-

Funktion	Fahrtabschnitt 1-2	Fahrtabschnitt 3-4
1. Koch	Tebbens	Tebbens
2. Koch	Korthum	Korthum
Koch	Ebert	Ebert
Koch	Böttcher	NN
1. Steward	Mahnke	Mahnke
Steward	Nietupski	Nietupski
Steward	Künkele	Künkele
Steward	Steffens	Steffens
Wäscher	Wong	Wong
Bordmeteorologe	Bär-Dauenhauer	Kahl
Funkwettertechn.	Bassek	Köhler
Bordarzt	Dr. Schröder	Dr. Katzenberger

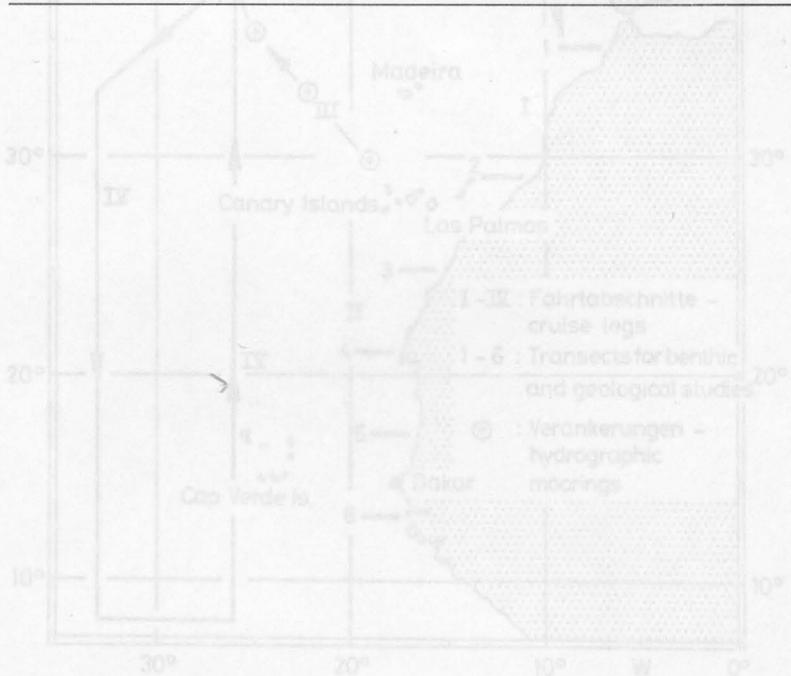


Figure 1. Expeditionsplan - Cruise plan  
SUBTROPEX '82, METEOR 80

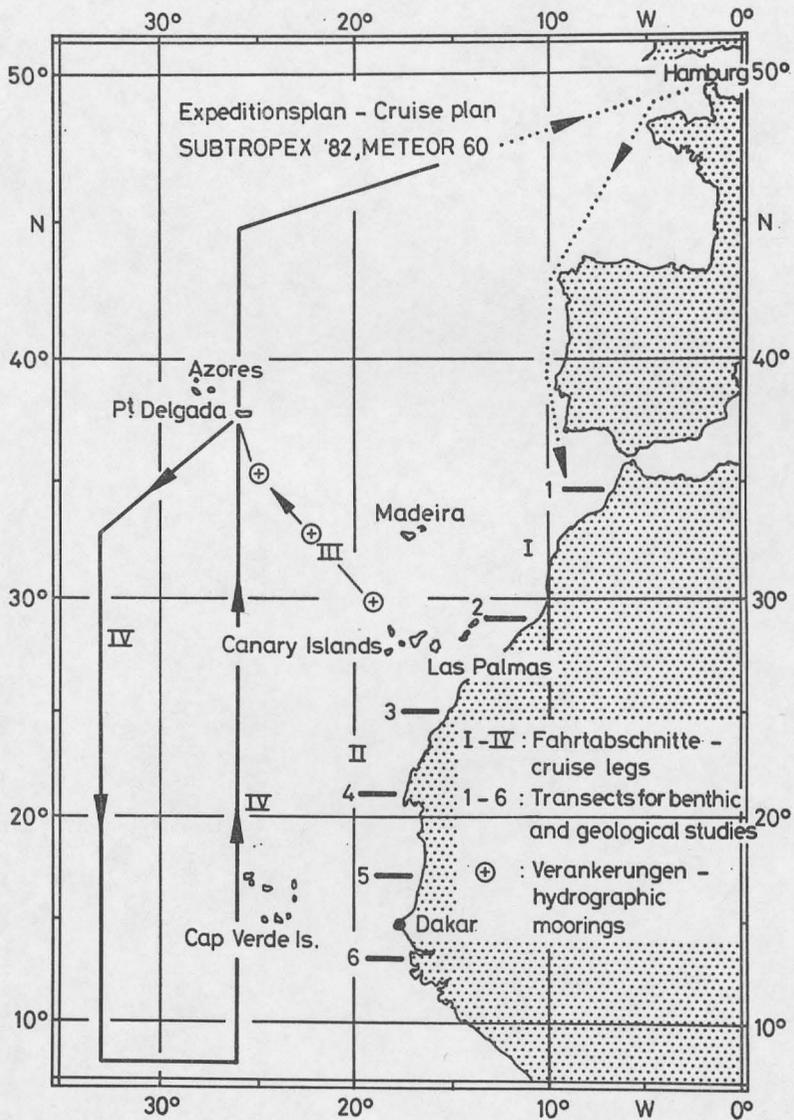


Figure 1: Expeditionsplan - Cruise plan  
SUBTROPEX '82, METEOR 60



**Research Vessel „Meteor”  
Cruise No. 60**

**SUBTROPEX '82**

---

**Deutsche Forschungsgemeinschaft**