

Quartärgeologie Paläoklima & mehr

Kap. 8: Geophysikalische Erkundung, Probennahme, Probenaufbereitung

1) Was versteht man unter Bathymetrie?

- Vermessung der topographischen Gestalt der Meeresböden.

2) Welche 2 gängigen Methoden gibt es, Bathymetrie zu betreiben?

Das **Echolot** ist ein in der Seefahrt verwendetes Gerät zur **akustischen** Messung von Wassertiefen. Das Echolot sendet über einen Geber ein Schallsignal zum Meeresboden. Dort wird das Signal reflektiert. Der reflektierte Impuls wird am Schiff wieder empfangen. Aus der Laufzeit kann die Wassertiefe berechnet werden. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit im Wasser ist abhängig von der Temperatur, vom Salzgehalt und vom Druck; und diese drei Parameter sind ihrerseits abhängig von der Wassertiefe. Häufig fährt man bei kleineren Seen mit einem Echolot über die Wasserfläche, um den tiefsten Wasserstelle für die anschließende Beprobung zu lokalisieren. Das ist aber nicht immer glücklich, da rezente tiefste Stellen nicht jene von der Vergangenheit sein müssen. Daher immer genau gucken!

Bei der **Fächerlotung** wird ein breiter Fächer des Meeresbodens abgetastet. Es ist somit effizienter für die Erstellung von bathymetrischen Karten. Es gibt 2 Messarten:

Beim **Seabeam** hat der Fächer, der den Meeresboden abtastet, einen Winkel von $42,6^\circ$.

Beim **Hydrosweep** hat der Fächer einen Winkel von 90° . Somit kann ein viel größerer Bereich abgedeckt werden!
→ Das Forschungsschiff fährt Zickzacklinien, um einen großen Bereich des Meeresbodens abzufahren.

3) Was ist Side Scan-Sonar?

Side-Scan Sonar ist eine Technik zur Erforschung des Meeresbodens und zur Klassifizierung von Objekten auf dem Meeres- oder Seeboden. Es wird ein Sonargerät verwendet, das in einem breiten Streuwinkel Impulse auf den Meeresboden aussendet. Mit Side-Scan Sonar können Objekte auf dem Meeresboden geortet werden, die mit optischen Mitteln in trübem Wasser nicht aufzufinden sind, zum Beispiel versunkene Schiffe oder Leichen. Side Scan Sonar arbeitet mit **Ultraschallwellen**, die von einem Sonargerät (Tow-Vehicle), welches hinter dem Schiff her gezogen wird, ausgesendet werden.

4) Welche weniger arbeitsintensive Methode gibt es noch, Bathymetrie zu betreiben?

In jüngerer Zeit wird auch eine Technologie erprobt, Seekarten aus den **Daten von Radarsatelliten** zu gewinnen. Zwar können diese Radarsatelliten nur die Wasseroberfläche abbilden, bedingt durch Gravitationsanomalien von unterseeischen Erhebungen und Gebirgszügen liegt der Wasserspiegel an diesen Stellen aber im Mittel um einige Zentimeter höher als an tieferen Stellen. So kann durch Präzisionsmessungen des mittleren Meeresspiegels, bzw. dessen Abweichung von der Kugelgestalt, die Wassertiefe abgeleitet werden.

5) Welcher Unterschied besteht zwischen der Seismik und den zuvor genannten Methoden, den Ozeanboden zu erfassen? Warum sind Kenntnisse durch die Seismik wichtig?

Seismik erfasst mitunter auch den **inneren** Sedimentaufbau

- Mit Kenntnissen zum Sedimentsaufbau lassen sich Bohren gezielt planen und somit Kosten sparen
- Rutschungen, Sedimentsetzungen (Störungen) usw. können auffindig gemacht werden

6) Welche 2 Arten der Seismik gibt es? (Mehr davon: Kap. 14, Allgemeine Geologie)

- Reflektionsseismik -> Wichtig: Symmetrie an Brechgrenzen

Ziel: Erkundung von Schichtmächtigkeiten

Durchführung: Es werden die Einsätze und die Amplituden der an Grenzflächen reflektierenden Wellen ausgewertet. Daher unterscheiden sich auch die Aufstellpunkte der Geophone: Während bei der Refraktionsseismik die Geophone mit gewisser Entfernung zum Schusspunkt in Reihe aufgestellt werden, so werden diese nun symmetrisch zum Schusspunkt angeordnet. Auf der See werden die Geophone mit einem Schiff gezogen. Durch die Laufzeit zur Grenzschicht und bis zum Geophon kann die Tiefe des Reflektors (der Grenzschicht im Sediment) durch Formeln errechnet werden, wenn V konstant und bekannt ist. Wenn V nicht bekannt ist, werden die Formeln komplizierter.

- Refraktionsseismik -> Wichtig hier: Zeitlicher Aspekt

Ziel: Schichtmächtigkeiten oder die Bestimmung der Ausbreitungsgeschwindigkeit der P-Wellen.

Durchführung: Die ungebrochene Welle ist langsamer, als die gebrochene und parallel zu den 2 Schichtmedien verlaufende Welle (durch eine höhere Dichte). Das heißt: alle Wellen, die unter einem Winkel von größer 90° auf die Grenzfläche treffen, werden totalreflektiert, und breiten sich entlang der Grenzfläche in der unteren Schicht mit der höheren Geschwindigkeit aus, wobei laufende und ebenfalls unter dem kritischen Winkel, eine Welle in die obere Schicht abgestrahlt wird. Diese werden durch die Geophone erfasst und mit den „normal“ verlaufenden Wellen zeitlich verglichen. Durch die Zeitdifferenz lässt sich die Schichtmächtigkeit errechnen.

7) Was versteht man unter Bodenradar?

Ein Bodenradar misst Störungen in den oberen Schichten des Erdbodens durch Reflexion elektromagnetischer Strahlung. In der Geophysik dient es zur Untersuchung der oberen Schichten der Erdkruste und beim Militär zum Aufspüren von Landminen aller Art. Bei diesem Radar handelt es sich um ein Ultrabreitband-Verfahren, das sehr kurze Impulse von der Oberfläche in den Untergrund abstrahlt und nach Reflexion an einer Schichtgrenze oder Objekten sowie der Streuung an Einlagerungen wieder aufnimmt. Die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen im Untergrund ist dabei stark abhängig von den im Boden befindlichen Strukturen, die Reflexion, Streuung, Beugung und Transmission der eingestrahlten Welle hervorrufen. Aufgezeichnet werden die Laufzeit, die Phase und die Amplitude der reflektierten Welle.

8) Was versteht man unter Geomagnetik? Wobei wird sie eingesetzt?

- Verfahren der Angewandten Geophysik, die sich mit dem natürlichen Erdmagnetfeld oder der Wirkung künstlicher (technisch produzierter) Magnetfelder auf die Erdkruste befassen. Das irdische Magnetfeld induziert in allen Stoffen magnetische Eigenschaften (induzierte Magnetisierung). Der Einfluss kann aber um viele Größenordnungen differieren, weil die magnetische Suszeptibilität stark vom Stoff abhängt. Durch die Induktion im Erdmagnetfeld werden diese Körper selbst zu Magneten. Ihr Magnetfeld überlagert sich dem der Erde als Störfeld, das "Anomalien" im Normalfeld erzeugt. Diese Anomalien lassen sich in Gesteinen oder Sedimenten erkennen. Die Geomagnetik wird u. a. eingesetzt:

- zum Verständnis des Aufbaus des ganzen Erdkörpers, vor allem des äußeren Erdkerns,
- als Hilfsmittel geologischer Kartierung
- Erkundung von Lagerstätten
- Umweltgeophysik (Untersuchung von Altlasten,...)
- in der Archäologie zur Kartierung historischer und prähistorischer Siedlungen und zur Planung von Ausgrabungen.

9) Was ist Geoelektrik?

Die Geoelektrik gehört zur Angewandten Geophysik und beinhaltet Verfahren, welche die Erdkruste durch Messung von elektrischer Spannung und Stromstärke an der Erdoberfläche erforscht.

10) Was versteht man unter Probennahme?

- Die sinnvolle Entnahme des zu untersuchenden Materials im Gelände für Laboruntersuchungen, z. Bsp. Datierungen. Also für eine spätere Radiokohlenstoff-Datierung (C14) sollte man keine Plastiktüte mit Weichmachern verwenden!

11) Was versteht man unter einem Aufschluss?

Senkrechte, offene und frei zugängliche Wand, an der man die Ablagerungsprozesse bei Sedimenten oder die Bodenbildungsprozesse nachvollziehen oder deuten kann. Es lässt sich teilweise auch die Ablagerungen der letzten Eiszeiten an einem Aufschluss gut erkennen.

12) Was ist ein Schurf? Was ist eine Catena?

Ein Schurf ist eine Grube zur Materialentnahme aus geringer Tiefe, um z. Bsp. den Bodenaufbau oder Warven zu erkunden.

Eine C. ist ein Bodenprofil-Transect

13) Mit welchen Geräten wurden bis jetzt Landbohrungen durchgeführt?

- Rammkernsonde

- ein "Kleinbohr-Gerätesystem" zur Gewinnung von Proben im weiten Bereich der Bodenuntersuchung. Für den Antransport zum Einsatzort genügt ein Kleintransporter. Der Auf- und Abbau des Systems sowie die Durchführung der Bohrarbeiten benötigt lediglich 1 bis 2 Mann. Das "RKS-System" ist das Werkzeug zur Gewinnung von geologischen Bodenproben. Große Bohrmeterleistungen in kurzer Zeit erlauben es, ein dichtes Bohrrasterfeld über das zu untersuchende Grundstück zu legen und so exakte Probandaten zu sammeln. Je nach Bohrbarkeit kann eine Bohrtiefe von etwa 20 m erreicht werden.

- Wackerhammer

14) Wie tief ist das tiefste Loch, was jemals gebohrt wurde?

→ 9101 Meter beim KTB – Kontinentales Tiefbohrprogramm (Oberpfalz)

15) Welche Schiffe führen marine Bohrungen durch? Welche Tiefen wurden somit erreicht?

- Joides Resolution: 2111 Meter, größte Wassertiefe: 5980 Meter(ca. 2fache Höhe der Zugspitze)

- Chikyu: 1402 Meter, größte Wassertiefe: 4081 Meter

16) Mit welchen Geräten werden marine Bohrungen durchgeführt?

Schon wenige 10 bis 20 Meter Sedimenttiefe auf dem Meeresboden kann mehrere Eiszeit-Warmzeit-Zyklen umfassen. Daher ist eine exakte Probennahme höchste Priorität. Auch der Seegang, der auf die Forschungsschiffe wirkt, muss ausgeglichen werden. Ein Schiff darf sich kaum bewegen.

GKG: Großkastengreifer

-> Wird für die oberen Sedimente **bis zu 60 cm Tiefe** verwendet. An einem Drahtseil wird er langsam und vorsichtig auf dem Meeresboden abgesetzt. Diese Vorsicht ist notwendig, um die Entstehung einer starken Bugwelle zu verhindern, die sonst den feinen Schlamm aufwirbeln würde, der möglichst unverändert beprobt werden sollte. Ein schwerer **Gewichtssatz** drückt den Kasten in den Meeresboden. Beim Anheben des Kastengreifers wird über einen langen Hebel eine Art Wanne als Abdichtung unter den Kasten gedreht und dann das Gerät samt Probe von der Winde des Schiffes auf das Arbeitsdeck gehoben. Dort wird das Meerwasser oberhalb der Probe abgesaugt und dann die Vorderwand des Kastens abgeschraubt.

SL Schwerelot

-> **Nachteil:** es kommt zur Kernverkürzung bei Probennahme bzw. zum Kernverlust
In der Regel besteht das Schwerelot aus einem Gewichtssatz, der aus einzelnen Blei- oder Stahlscheiben besteht (gesamt ca. 1 bis 3 t). Dieser ist unten mit einem Rohradapter verbunden. Daran werden Stahlrohre (üblicherweise Durchmesser von 8 bis 13 cm) befestigt, die durch Muffen miteinander verbunden werden können und so eine Stahlröhre bilden. In diese Stahlröhre werden Plastikrohre (sog. Liner) geschoben. Die Röhre wird unten mit einem hohlen Kernfänger verschlossen. Das Schwerelot wird an einem Drahtseil hängend zum Meeresboden abgelassen und drückt sich durch sein eigenes Gewicht in den Grund. Dabei dringt das Sediment in die Liner ein. Der Kernfänger (**Apfelsinenkernfänger – Stahllamellen, die sich zunächst öffnen, beim Rausziehen verhaken sich die Lamellen wieder**) verhindert beim anschließenden Hochziehen des Lotes, dass das Sediment wieder hinausrutscht. An Deck (des Schiffes) wird das Lot waagrecht gelagert. Nachdem der Kernfänger entfernt ist, können die sedimentgefüllten Liner herausgeholt werden. Sie enthalten eine Abfolge der Sedimentschichten und werden zu Probennahmen im Labor weiterverarbeitet. **Ca. 20-22 Meter** Tiefe werden erreicht.

KL Kolbenlot

-> **es kommt nicht zur Kernverkürzung.** Kolben wiegt 1,2 Tonnen, Sediment wird mit **Unterdruck** gewonnen. Es kommt zu einer guten Probennahme, allerdings erst nach vielen Versuchen -> arbeitsintensiv! Die Plastikrohreröhre kann bei Steinen im Sediment oder durch ein sehr zähes Sediment durch Unterdruck implodieren! **Ca. 20 bis 22 Meter** Tiefe werden erreicht

MEBO Meeresbodenbohrgerät (UNI Bremen)

-> Schließt die Lücke zwischen oberflächennahen Bohrungen (bis ca. 25 Meter) und Tiefbohrungen (mehrere Tausend Meter Tiefe). Das Bohrprinzip ist anders aufgebaut und arbeitet ohne Gewichte sondern mit autonom. Bohrstrangen werden automatisch aufgeschraubt und es lässt sich nicht nur Lockersediment sondern auch Festgestein beproben. Man arbeitet mit dem **Revolversystem:** Es werden Rohr für Rohr zusammengesraubt, bis man die gewünschte Lage bzw. Tiefe erreicht. Kann auch **Festgestein** durch einen rotierenden Bohrkopf

Nachteil: Sehr teuer: 8 Wochen MEBO:

17) Mit welchen Methoden können Seeb Bohrungen durchgeführt werden?

- fast können die gleichen Methoden wie bei den marinen Bohrungen verwendet werden. Im Flachwasser kann man (im Winter) auch von der Eisoberfläche bohren. Dabei nimmt man zuerst eine Oberflächenprobe (Kurzern, 10-30cm), der mit Wassersediment gefüllt ist und den Übergang zu tieferen Bereichen darstellt. Tiefe Kerne werden auch hier mit dem Kolbenlot gebohrt, wobei man Stück für Stück in die Tiefe vorarbeitet. Dabei arbeitet man zunächst auf hydraulischer Basis, wobei **ein Rohr im Rohr verwendet wird (Casing)**. Mit Hilfe der magnetischen Suszeptibilität werden die Sedimentkerne sinnvoll korreliert. Später kann man auf einen Bohrer umsteigen, wenn das Sediment zu dicht gepackt ist. Auf dem Elgygytgyen-See in Nordostsibirien hat man so bis 170 Meter Tiefe gebohrt, was sehr zeitintensiv war.

- Ebenso werden Bohrungen mit dem GLAD 800 durchgeführt, was entweder vom zugefrorenen See oder per Floß betrieben werden kann. Eis hat den Vorteil, dass die Bohrplattform stabil bleibt.

18) Was ist ein Riffelteiler?

Teilt trockene Proben qualitativ aber nicht quantitativ; ist für verschiedene Fragestellungen anwendbar

→ Proben werden **homogenisiert** – was sehr wichtig ist, da man eine repräsentative Probe benötigt!

19) Was macht ein automatischer Probenteiler?

Teilt die Proben automatisch mit Hilfe eines drehenden Zylinders, der die trockene Probe gleichmäßig in z. Bsp. PE-Flächen überführt.

→ Nachteil: Aufwendige Reinigung, Probenteilung dauert rel. lange

20) Warum ist bei Sedimentkernen keine Mischung nötig bzw. sogar fehlerhaft?

- weil es zur Ablagerung in Schichten gekommen ist, die man untersuchen will und die repräsentativ für eine bestimmte Zeit sind. Auch die Arbeit am Kern wird in definierten Schichten durchgeführt. Diese Schichten können teilweise in weltweiten Labors untersucht werden, um sich so die Arbeit bei einem Großprojekt zu teilen: Nicht jedes Labor verfügt über die nötigen Gerätschaften, die man braucht.

21) Mit welchen Geräten werden Sedimentkerne häufig untersucht?

GFZ-Scanner

für die magnetische Suszeptibilität: Wie ist das Material magnetisiert worden? (Chrome und Subchrome) – Datierungsmöglichkeit

XRF-Scanner:

Röntgenfluoreszenz-Scanner: Misst die Emission von charakteristischen sekundären (oder fluoreszierenden)

Röntgenstrahlen von einem Material, das durch die Bestrahlung mit hochenergetischer Strahlung angeregt wurde. Das Phänomen wird in der Röntgenfluoreszenzanalyse für die Bestimmung der elementaren Zusammensetzung von Metallen, Gläsern, Keramiken und anderer Materialien genutzt.

GEOTEC

Misst physikalische Parameter eines Bohrkerns, wie z.Bsp. die Dichte des Sedimentkerns.

22) Was versteht man unter Gefriertrocknung?

- dabei wird das Verhalten von Wasser beim Gefrieren genutzt (Volumenvergrößerung um bis zu 9%). Dabei kommt es zur **Sprengung** der Aggregates und zur Zerkrümelung. Das sublimierte Wasser wird mit einem Kondensator aufgefangen. So wird der Probe Wasser im gefrorenen Zustand entzogen. Sehr effektiv, vor allem auch, weil spätere Analyseergebnisse oft in **Gramm Trockensediment** angegeben werden.

23) Was macht eine Planetenmühle / Schwingmühle?

Mahlen. Mit Hilfe von 4 Gefäßen, die die Probe weitgehend nicht kontaminieren sollten (-> Chrom / Nickel: Nicht für weitere Untersuchung vom Spurenelementen geeignet; Teflon: Kontamination mit SiO₂), wird das Probenmaterial auf eine Korngröße kleiner **63 Mikrometer** gemahlen. In den Gefäßen befinden sich kleine Kugeln, die durch die extrem schnelle und einstellbare Drehung der Mühle das Material zerkleinern.

→ Es gibt auch noch **Schwingmühlen**, nicht sehr glücklich, daher eher nur für kleine Probenmengen von 1 bis 2 Gramm verwendet!

24) Wie lassen sich klastische Sedimente chemisch aufbereiten?

1) Unverfestigte Sedimente und lockeres Sedimentgestein:

1.1 Sande und lockere Sandsteine

- Aufbereitung meist nicht nötig

1.2 fein- bis grobkörnige Sedimente

- Bei marinen Sedimenten und Salztönen muss das Salz ausgewaschen werden, da ein höher Elektrolytgehalt zur Flockung der Tonpartikel führt. Die Auswaschung kann Teil der Korngrößenanalyse sein oder sie wird separat durch Ultrafiltration durchgeführt.

1.3 Bei Sedimenten mit Organikanteilen...

- werden diese durch Oxidationsmittel wie **H₂O₂ (Wasserstoffperoxid)** entfernt. Das führt zum gewollten Verlust der Organik aber auch zur Lockerung des Sedimentes.

1.4 Bei wasserreichen Sedimenten

ist die Gefrier- einer Luft- bzw. Trockenschranktrocknung vorzuziehen, da durch das Frieren auch der Kornverband gelockert wird

2) Schwach verfestigte Sedimente

2.2 Sandsteine

- zerreiben der Probe mit dem Mörser reicht meist schon aus

2.3 tonige Sedimentgesteine

- im Mörser mit 10-3N **Ammoniakwasser** mit Pistel reiben und rühren, evtl. zusätzliche Behandlung mit einem Ultraschallbad. (Wobei dabei Mikrofossilien zerstört werden daher extrem vorsichtig sein dabei).

3) Stark verfestigtes Probenmaterial

- in hydraulischer Presse oder Backenbrecher zerkleinern

- weiteres Vorgehen dann abhängig vom Bindemittel

25) Wie lassen sich A karbonatische Sedimente und B Sulfatgesteine chemisch aufbereiten?

A Karbonatisch Sedimente

Entfernung der karbonatischen Komponente ch. und biogener Karbonate durch **Säuren** zur Anreicherung des silikatischen Anteils. Wenn man z.B. die Stömungsgeschwindigkeit im Ozean rekonstruieren möchte, ist der Karbonatgehalt von Foraminiferen nicht von Interesse, weil man den Fokus eher auf die Korngrößenverteilung legt -> daher wird das Karbonat und alles, was Organik ist, rausgelöst.

- Behandlung mit verdünnten Säuren: 0,5 HCL Salzsäure, Monochloressigsäure, Essigsäure

- Behandlung mit Komplexbildnern: sehr wirksam sind Reagenzien, die mit den Erdalkalien lösliche Komplexe bilden und so eine Auflösung der Karbonatminerale bewirken.

B Sulfatgesteine

zur Untersuchung des silikatischen Anteils in Sulfatgesteinen, muss man die Sulfatkomponente weglösen. Es eignen sich Komplexbildner (siehe Aufbereitung karbonatischer Sedimente).

- Bei Gips und Anhydritgesteinen eine 15% NaCl – Lösung (**Natriumchlorid – Kochsalz**)

26) Wie lassen sich Geländedaten visualisieren?

- 1-D Säulenprofil
- 2-D Profilschnitt
- 3-D Blockbild