

Materialien zur Veranstaltung

Meereskundliches Praktikum

- Laborteil -

Ort: Institut für Ostseeforschung Warnemünde

Personal: Prof. Kay-Christian Emeis, Dr. Thomas Leipe, Dr. Hartmut Schulz, Dr. Ulrich Struck, Frau Dagmar Benesch, Frau Jutta Christoffer, Frau Reinhild Rosenberg

Skript vorbereitet von Prof. Emeis und Dr. U. Struck

V 1.1

(08.02.2000)

4. Laborarbeiten

Im Laborpraktikum soll den Teilnehmern die Bearbeitung von Sedimentkernen vermittelt werden. Dabei unterscheiden wir Arbeiten auf See und solche, die meist erst im Labor durchgeführt werden. Die Arbeiten werden an Material von zwei unterschiedlichen Kerngeräten durchgeführt: einem Schwerelotkern sowie einem Multicore. Weiter werden Sedimentproben für Labormessungen vorbereitet und die Messungen werden durchgeführt (Siebanalysen und Korngrößenanalysen allgemein sowie Elementaranalysen auf C, N und Karbonatanalysen).

4.1. Kerne öffnen und archivieren

Die Kerne werden nach der Entnahme aus dem Mantelrohr in Sektionen geschnitten (tiefste Sektion = Sektion 1!), welche jeweils 100 cm lang sind. Diese werden mit Endkappen versehen, mit Klebeband luftdicht verschlossen und sofort beschriftet: **Fahrt Nummer, Stationsnummer, Kernnummer, Kerntyp, Orientierung (Unten/Oben) und das Tiefenintervall in cm (von oben nachdem die Gesamtteufe festgestellt wurde!).**

Bisweilen werden diese Kerne in dieser Form in Kisten verpackt und an Land weiter bearbeitet. Sollen die Kerne an Bord bearbeitet und beschrieben werden, wird nach dem Schema in Abbildung 1 vorgegangen. Einige Arbeiten werden dabei vorzugsweise an Bord ausgeführt (z.B., die Kernansprache, die sedimentphysikalischen Eigenschaften), andere sind praktischer im Landlabor durchzuführen oder müssen mit Landgeräten durchgeführt werden (z.B. Multisensorbahn-Logging).

5,75 m Liner

1 m Sektionen ausmessen

1 m Sektionen beschriften

Sektionen halbieren

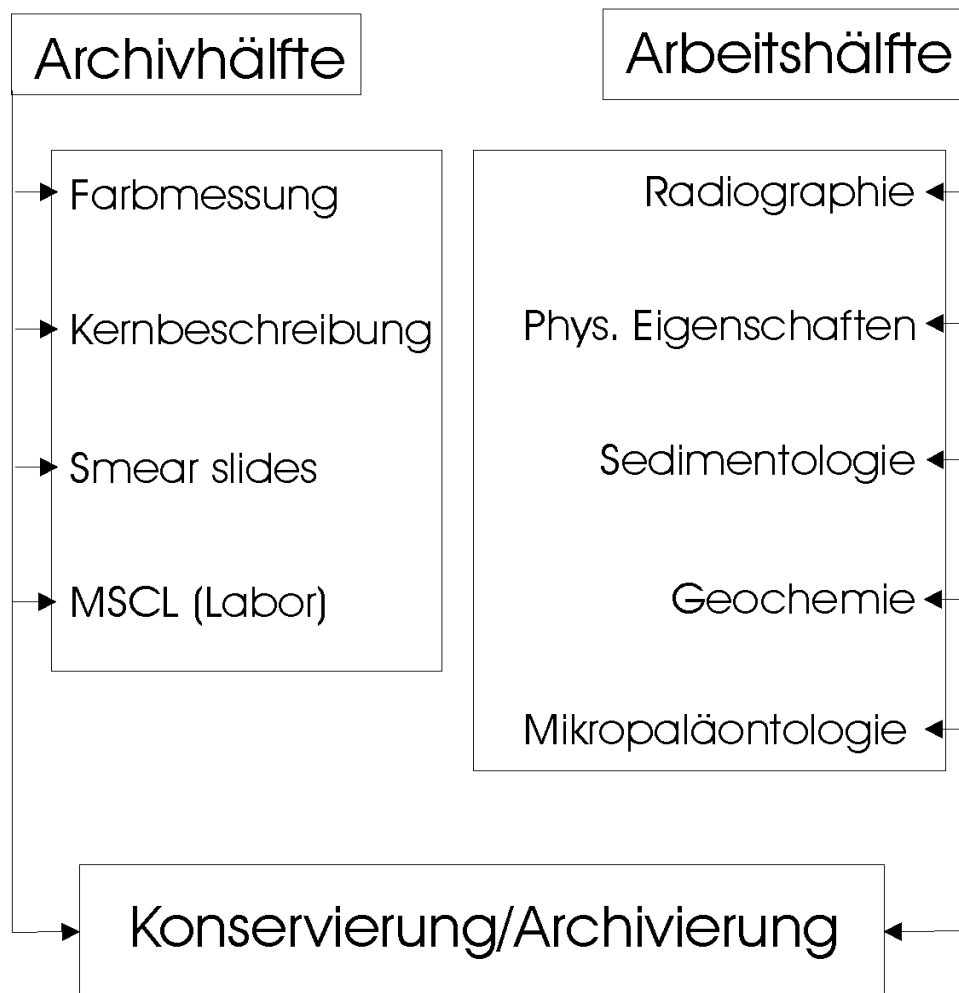


Abbildung 1: Flussdiagramm der Bearbeitung eines Schwerelots/Kolbenlots

Als erster Arbeitsschritt werden die Sektionen eines Kerns der Länge nach geschnitten und die beiden Hälften werden nebeneinandergelegt. Beide werden identisch beschriftet (auch die Endkappen!) und mit der Kennung A (Archiv) oder W (Work = Arbeitshälfte) versehen. Die Archivhälfte wird als Referenzmaterial aufbewahrt; an ihr werden lediglich solche Arbeiten durchgeführt, die den Kern wenig stören.

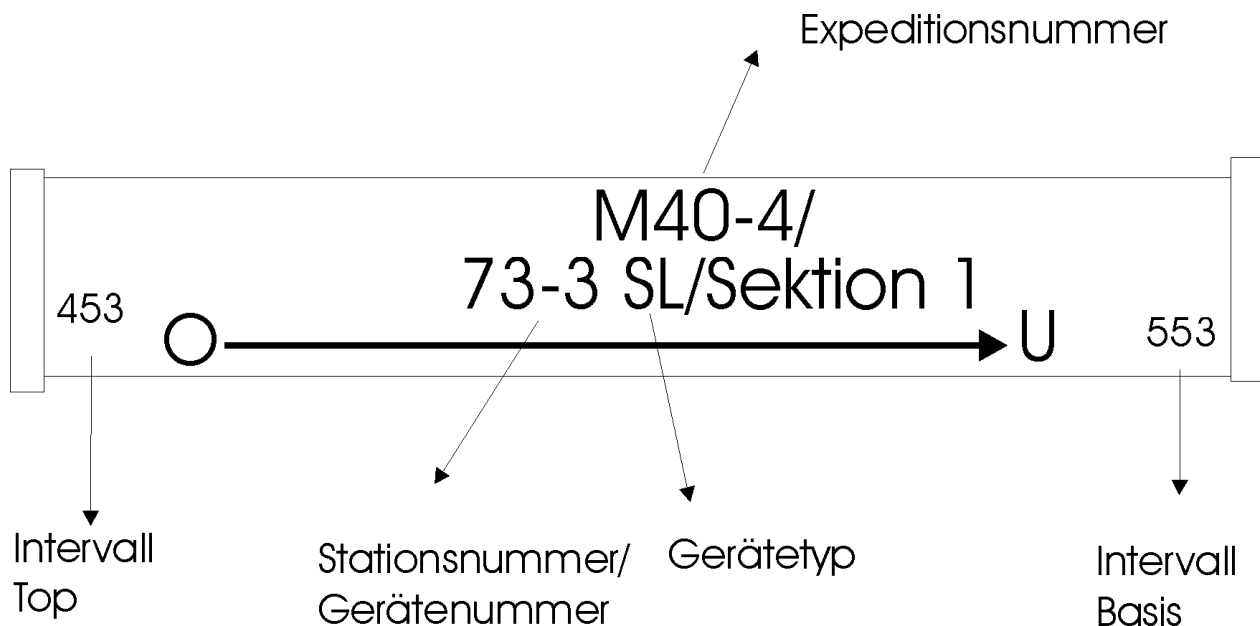


Abb. 2: Schema der Kernsektionsbeschriftung

4.2. Kernbeschreibung (Archivhälfte)

Die Kernbeschreibung erfolgt an der geöffneten Archivhälfte und versucht so gut als möglich die Sedimenteigenschaften zu dokumentieren. Das erfolgt erfahrungsgemäß am besten in den Kategorien Farbe, Struktur (z.B., laminiert), Textur (Korngrößennamen) und der Sedimentbestandteile (der Komponenten), die an Mikroskoppräparaten untersucht werden (smear slides, s.u.). Diese Methoden sind semi-quantitativ, haben sich aber als Methoden sehr bewährt und sind gut

reproduzierbar. Sie folgen überwiegend internationalen Nomenklaturen, Im Anhang finden Sie eine Reihe von Formularen, die die Kernbeschreibung erleichtern. Die Farbe wird mit der Munsell-Rock-Color-Chart bestimmt.

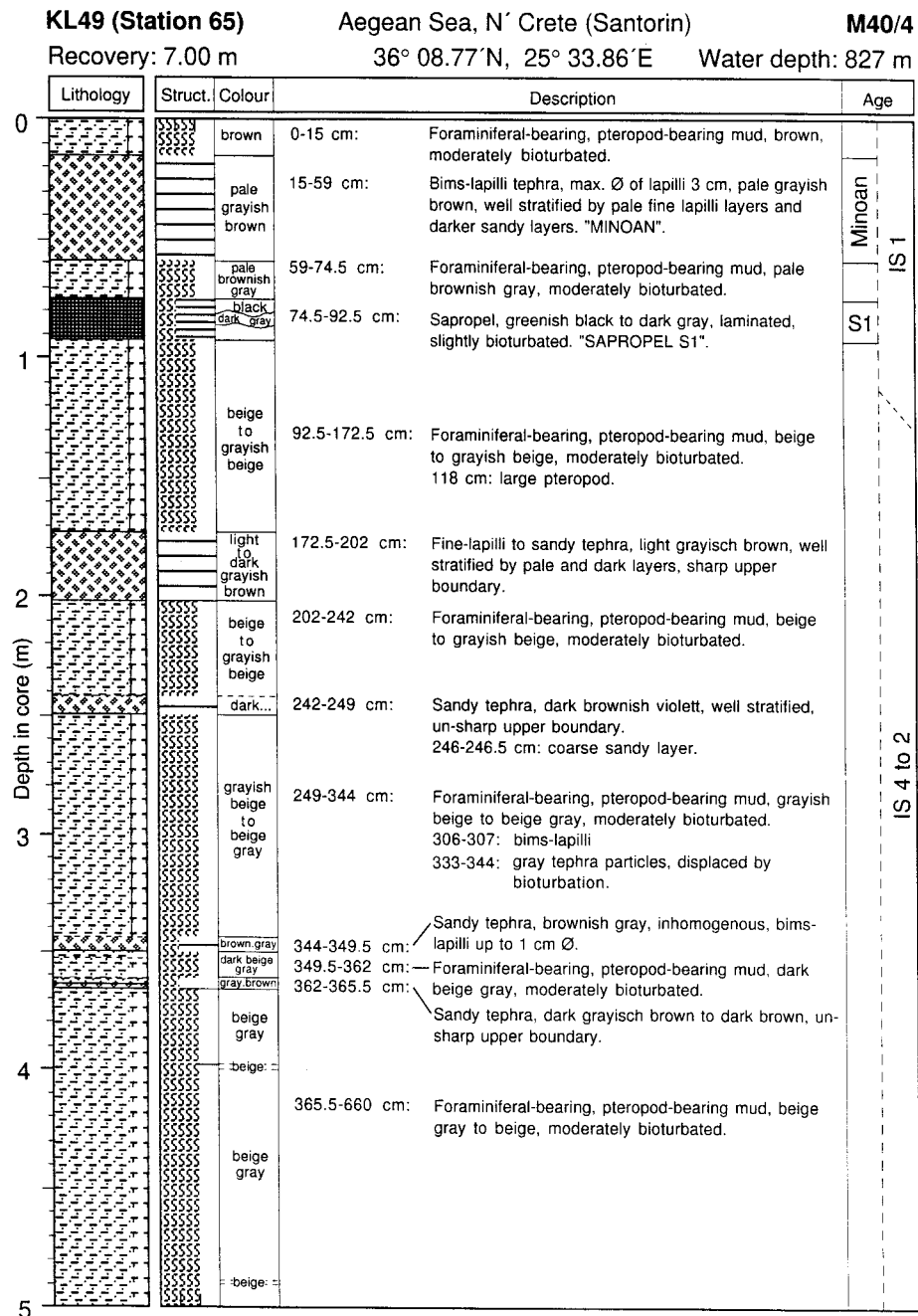


Abb. 3: Beispiel eines Kernlogs nach Beschreibung und Analyse von Alter (Mikropaläontologie) und Farbkurven mit Farbspektrometer

Eine Auswahl von Sedimentstrukturen finden Sie im Anhang mitsamt ihrer Symbole. Geübt werden sollen auch die Herstellung und Untersuchung von Mikroskop-Präparaten der Sedimente.

4.2.1. Smear slides

Die beste Methode zur Ansprache von Sedimenttypen ist die Untersuchung von Smear-slides, die aus winzigen Proben feuchter Sedimente angefertigt werden. An ihnen werden die Korngrößenverteilung und die Hauptbestandteile des Sediments abgeschätzt (wichtig für die Benennung des Sedimenttyps). Besonders wichtig ist dabei die dünne, gleichmäßige Belegung der Mikroskop-Präparateträger. Die verschmierten Sedimente werden getrocknet und mit Kanada-Balsam o.ä. eingebettet, mit Deckgläschen und Etikett versehen und im Lichtmikroskop analysiert. Als erstes bestimmt man die Menge der einzelnen Korngrößenklassen (%Sand, %Silt, %Ton), die in die Formulare eingetragen werden. Dazu wird ein Strichokular genutzt.

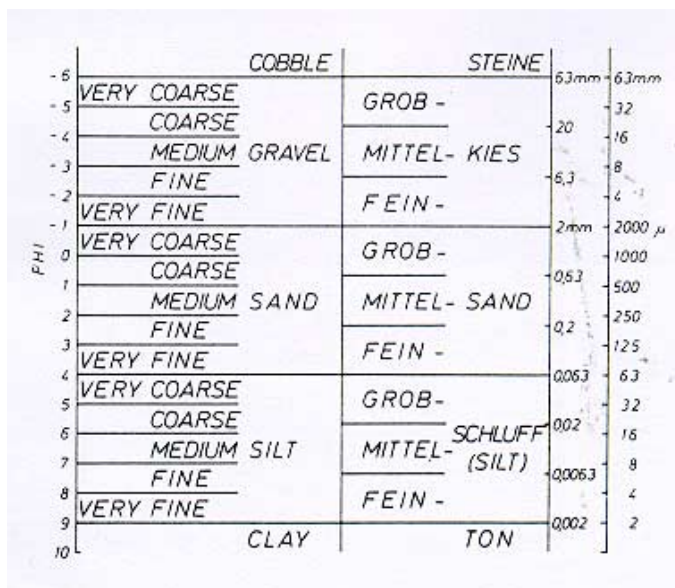


Abb. 4: Benennung von Sedimenten nach ihrer Korngröße. Der Phi-Wert ($-\log_2$ des Korndurchmessers) ist im englischsprachigen Raum verbreitet. Die deutsche Korngrößenklassifizierung erfolgt nach DIN 4022 mit entsprechenden Siebsätzen.

Herstellung von Smear Slides

Benötigte Ausrüstung und Geräte:

Objektträger und Deckgläser

CAEDAX-Kunstharz (synthetischer Canada Balsam; E. Merck: Kat. Nr. 1685)

Xylol

Glas-Stäbchen, Zahnstocher, Reinigungstücher, Haftetiketten.

Aqua dest.

Heizplatte.

Durchlichtmikroskop mit Mikrometer

Präparation:

- Probe mit dem Zahnstocher entnehmen und mit Aqua dest. gleichmäßig auf dem Objektträger verteilen. Objektträger mit Haftetikett beschriften. Wenig Sediment nehmen!
- Eindampfen des verbleibenden Wassers auf der Heizplatte bei geringer Hitzezufuhr.
- Zugleich Erwärmung der Deckgläschen am Rande der Heizplatte.
- Auftropfen eines Tropfen CAEDAX auf dem getrockneten heißen Objektträger und verrinnen lassen.
- Rasches Auflegen eines vorgewärmten Deckglases, danach die verbleibenden Luftblasen, aber nicht gröbere Sandkörner nach außen drücken.
- Vorsichtige Reinigung, falls nötig, mit Xylol.
- Fertigen Objektträger für weitere 10-15min. auf der Heizplatte trocknen lassen.
- Mikroskopische Bestimmung der Komponenten und Ansprache des Sedimenttyps (siehe Anlage).
- Weiteres Erhitzen der Smear Slides über Nacht zur vollständigen Aushärtung. Ein Smear Slide ist ausgehärtet, wenn das Caedax auf einen Nadelstich spröde reagiert.
- Aufbewahrung in Archivkästen wie bei Dünnschliffen.

Zur Verfügung stehende Zeit für die durchschnittliche Bearbeitung von einem Smear Slide ca. 10-20 Minuten.

4.2.2. Lithologische Beschreibung

Die gebräuchliche Einteilung des Ocean Drilling Programms unterscheidet folgende Sedimenttypen:

Siliziklastische Sedimente

Vulkaniklastische Sedimente

Pelagische Sedimente

Neritische Sedimente

Gemischte Sedimente

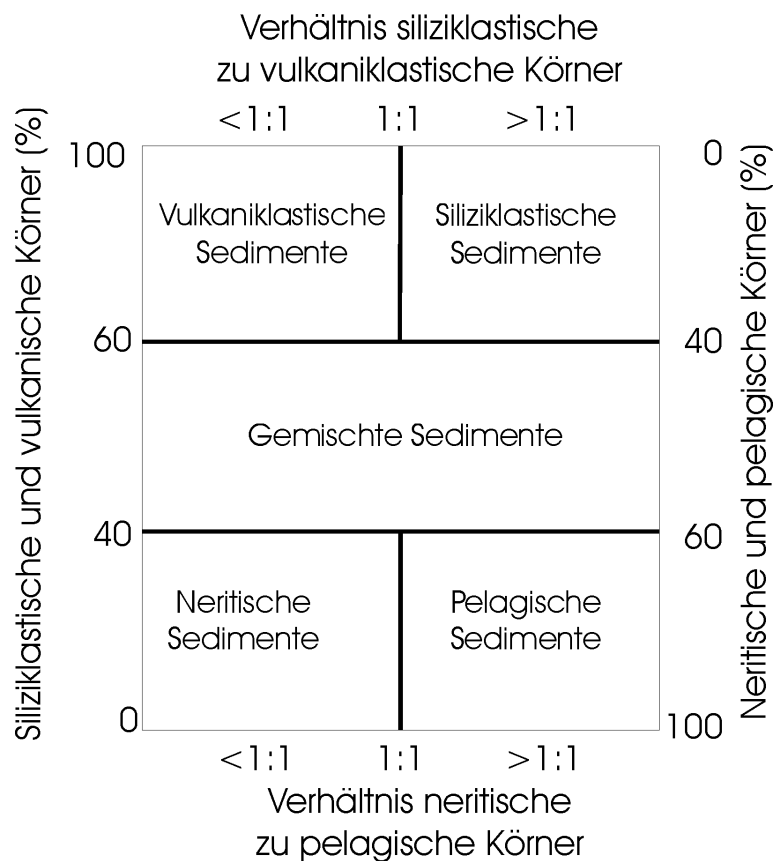


Abb. 5: Diagramm der körnigen Sedimenttypen

Siliziklastische Sedimente:

Gibt es mehr als 50% siliziklastische Bestandteile, so handelt es sich um ein klastisches Sediment, welches in einem Dreiecksdiagramm je nach dominierender Korngröße anders heißt (s. Abb. 6). Sie werden nach der vorherrschenden Korngröße eingeteilt (Endglieder: reiner Sand bzw. reiner Silt, reiner Ton):

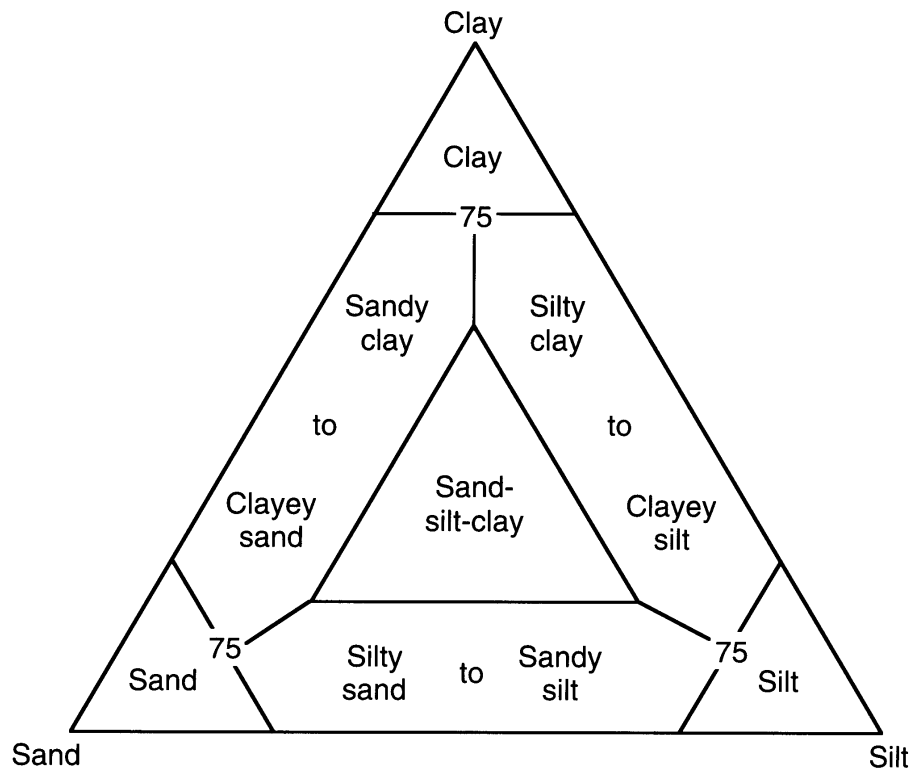


Abbildung 5: Dreiecksdiagramm zur Klassifizierung klastischer Sedimente anhand der Sand, Silt, und Tongehalte

Sind die Sedimente verfestigt, wird im englischen Sprachgebrauch die Endung -stone angefügt.

Vulkaniklastische Sedimente:

Es werden unterschieden

- 1) Pyroklastische Bruchstücke, die ausgeworfen werden,
- 2) Epiklastische Bruchstücke, die durch Verwitterung, Erosion und Transport aus vulkanischen Gesteinen entstehen. Sie sind häufig Bestandteil von siliziklastischen Sedimenten.

Zur Klassifizierung wird die Korngröße genutzt:

- 1.1) *Pyroclastische Brekzien*: Klaster > 64 mm Durchmesser
 - 1.2) *Lapilli*: Klaster von 64 bis 2 mm Durchmesser
 - 1.3) *Asche*: Klaster < 2 mm Durchmesser (verfestigt = Tuff)
-
- 2.1) *Vulkanische Brekzien und Kies*: Klaster > 64 mm Durchmesser
 - 2.2) *Lapilli*: Klaster von 64 bis 2 mm Durchmesser
 - 2.3) *Vulkanischer Sand*: Klaster < 2 mm Durchmesser (verfestigt = Tuff)

Pelagische und neritische Sedimente:

Kommen mehr als 60% biogene Bestandteile vor, so handelt es sich um pelagische Sedimente (Tiefsee) oder neritische Sedimente (Flachmeer, Riffe etc.).

Der Hauptname wird aufgrund des Verfestigungsgrads vergeben:

- 1) *Schlamm* (engl. *ooze*) unverfestigte kalkige oder/und opalige Sedimente mit mehr als 60% biogenen Anteilen.
- 2) *Kreide/Kalk*: teilweise oder ganz verfestigte Sedimente hauptsächlich aus kalkigen Bestandteilen.
- 3) *Radiolarit/Diatomit/Spikulit*: teilweise verfestigte Sedimente mit mehr als 60% Radiolarien, Diatomeen oder Schwammnadeln
- 4) *Porcellanit/Chert*: Harte Gesteine aus biogenem und umkristallisiertem Opal.

Typische Namen sind zum Beispiel Foraminiferenschlamm, Nannofossilschlamm bei klakigen Sedimenten. Bei mehr Opal als Kalk können es Diatomeenschlämme oder Radiolarienschlämme sein.

Mischsedimente:

Mischsedimente werden aufgrund ihrer Korngröße und Zusammensetzung benannt. In solchen Sedimenten, in denen keine der Komponenten mehr als 60% ausmacht, besteht der Name aus zwei Teilen: (1) dem Namen der Hauptfossilgruppe(n) und (2) dem Korngrößennamen wie im Dreiecksdiagramm oben aufgeführt. Beispiel: Ein Weichsediment (nicht verfestigt) mit 30% Foraminiferen, 20% Radiolarien ist also ein Radiolarien-Foraminiferen Sand.

Komponenten, die von 30% bis 60% vorkommen sind sogenannte Hauptmodifikatoren: Beispiel: Foraminiferensand, Nannofossilton, etc.

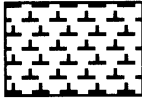
Dazu kommen Nebenkomponten vor (10%-30%), die als Nebenmodifikatoren (-reich) in den Namen eingehen. Kommt vulkanisches Glas mit 15% vor in einem Sediment, das zu 40% aus Foraminiferenschalen und zu 20% aus Radiolarien besteht, so ist es also ein glasreicher Radiolarien-Foraminiferen Sand-Silt-Ton. Wichtige Komponenten mit weniger als 10% (5-10%) werden hinter dem Namen genannt. Hat das obige Sediment noch 5% Schwammnadeln, dann ist es ein glasreicher Radiolarien-Foraminiferen Sand-Silt-Ton mit Schwammnadeln.

Dieses Beispiel kommt sicherlich nicht aus der Ostsee. In der Ostsee kommen vor: siliziklastische Komponenten (Sand-Silt-Ton entspricht etwa der Zusammensetzung des Schlicks), organisches Material, Pyrit, Muschelschill etc.

Biogenic pelagic sediments

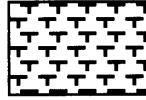
Calcareous

Nannofossil ooze/chalk



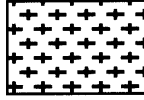
CB1

Foraminiferal ooze



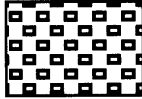
CB2

Nannofossil-foraminiferal or foraminiferal-nannofossil ooze



CB3

Calcareous ooze/chalk



CB4

Diatom ooze



SB1

Neritic calcareous sediments

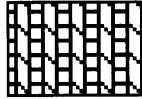
Packstone



N3

Chemical sediments

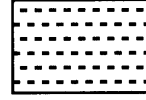
Gypsum



E3

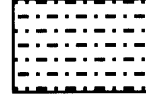
Siliciclastic sediments

Clay/claystone



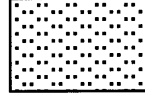
T1

Sand/silt/clay



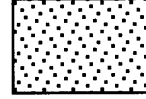
T4

Silt/siltstone



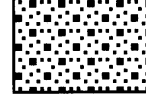
T5

Sand/sandstone



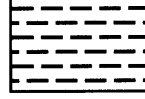
T6

Silty sand/sandy silt



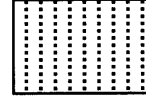
T7

Silty clay/clayey silt



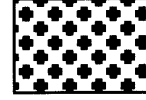
T8

Sandy clay/clayey sand



T9

Gravel



SR1

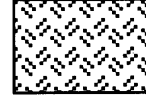
Breccia



SR3

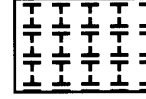
Volcaniclastic sediments Special rock types

Volcanic ash/tuff



V1

Metamorphic rock



SR6

Sapropel



SR9

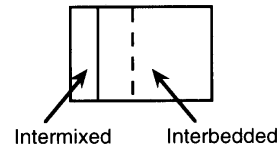
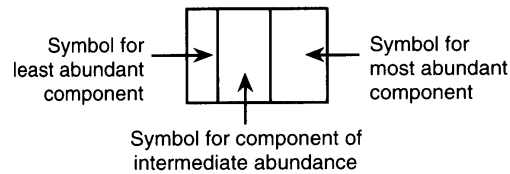


Abb. 7: Gängige graphische Symbole für unterschiedliche Sedimenttypen zur Verwendung in den Kernlogs.

4.3. Farbmessungen mit dem Minolta-Farbspektrometer

Eine ausgezeichnete Methode zur Korrelation von Kernen des gleichen Arbeitsgebiets ist die Bestimmung der Farbe des Sediments mittels eines kommerziellen Farbspektrometers; sie soll möglichst bald nach dem Öffnen erfolgen. Das Gerät mißt die Farbeigenschaften und die Helligkeit auf mehreren Farbkanälen, speichert Daten und gibt sie an einen Laptop weiter. Hier werden die Daten weiter bearbeitet. Während

des Praktikums wird die Arbeitsweise demonstriert und geübt und es werden Ergebnisse erzeugt.

4.4. Multisensor-Bahn/Kernlogger (Wird nicht geübt!)

Die MSB ermöglicht eine genaue, hochauflösende Messung physikalischer Sedimenteigenschaften durch die Plastikliner von Schwereloten hindurch. Das Gerät des IOW ist mit folgenden Sensoren ausgestattet:

Dichte, Schallgeschwindigkeit, magnetische Suszeptibilität, Farbscanner:

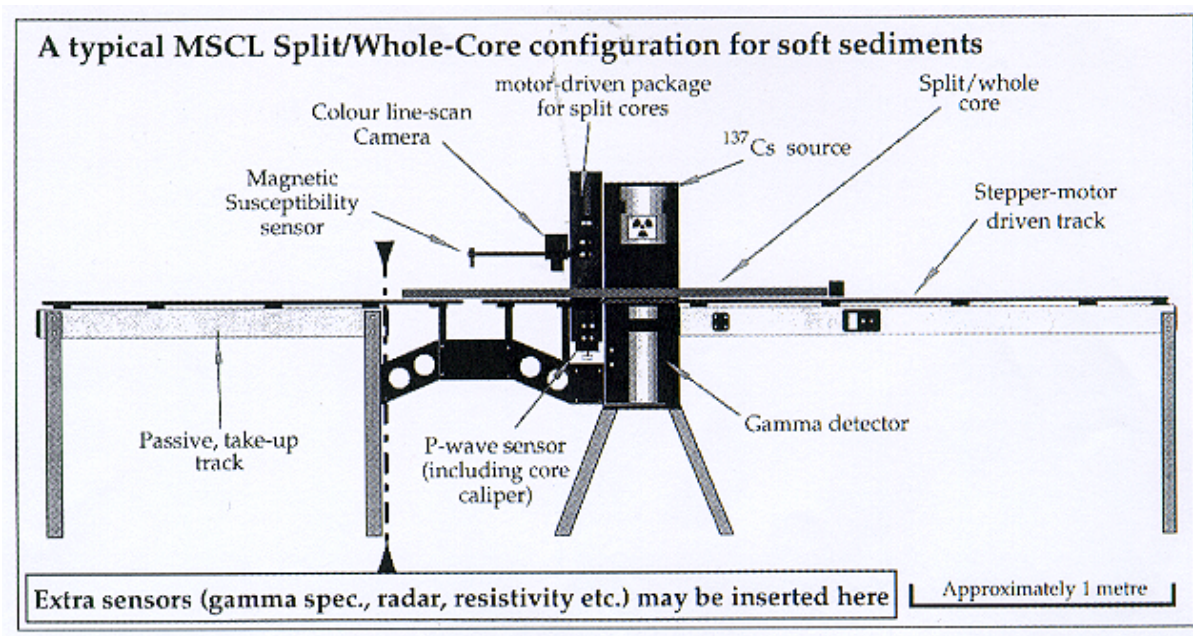
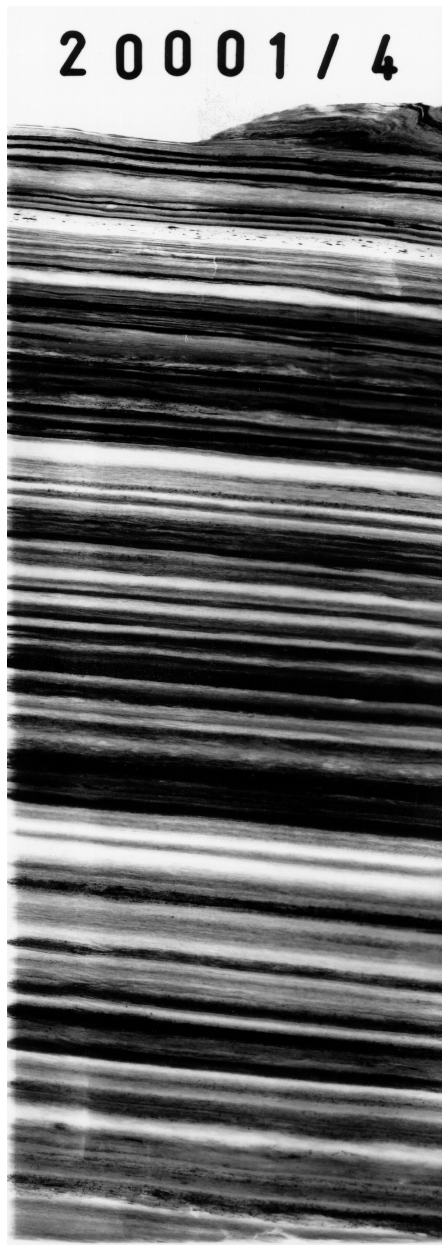


Abb. 8: Aufbau der GEOTEK-Multisensorbahn. Die Kerne werden ungeöffnet oder als Kernhälften an den Sensoren vorbeigeführt.

5. Arbeiten an der Arbeitshälfte

5.1. Herstellen von Radiographiepräparaten

Aufgabe: Herstellung einer Radiographie von einem Sedimentkern.



68

Core 20001 from
the
Gotland Basin,
interval 68 to 83 cm,
shows laminated

83

Abbildung 9: Beispiel einer Radiographieaufnahme eines Sedimentkernintervalls aus dem Gotlandbecken/Zentrale Ostsee

Methodische Grundlagen

Prinzip: Die strukturellen Inhomogenitäten eines Prüfkörpers (hier ein Profilausschnitt aus einem Sedimentkern) werden durch die unterschiedliche Absorption (Massenschwächung, Attenuation) dafür geeigneter Strahlen auf einem photographischen Film sichtbar gemacht. Dieses Abbild nennt man Radiographie. Bekannteste Anwendungsgebiete sind: Medizin, zerstörungsfreie Werkstoffprüfung in der Technik. Als Strahlen werden meist Röntgenstrahlen verwendet. Für die Qualität der Radiographie ist neben einem einwandfreien Präparat vor allem wichtig, die Faktoren zu kennen, die Schwärzung, Kontrast und Auflösungsvermögen des Negativs beeinflussen.

Schwärzung.

Die Schwärzung des photographischen Films einer bestimmten Empfindlichkeit hängt im wesentlichen von folgenden Parametern ab:

I_0 = Intensität der auf das Untersuchungsobjekt fallenden Strahlung

μ = Massenschwächungskoeffizient, in der ersten Näherung von der Dichte des Materials abhängig.

x = Dicke des durchstrahlten Objekts.

l = Abstand der Strahlenquelle vom Objekt.

t = Belichtungszeit.

s = Empfindlichkeit des Films.

Außer μ lassen sich alle Größen in einem bestimmten Bereich wählen; man variiert bei einer Aufnahmeserie jedoch zweckmäßigerweise hauptsächlich mit der Belichtungszeit, um eine bestimmte Schwärzung zu erzielen. Zwischen der Strahlungsintensität, die auf eine bestimmte Stelle des Films fällt, und der Objektstärke besteht eine exponentielle Beziehung:

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

Entsprechend muß bei zunehmender Präparatdicke die Belichtungszeit exponentiell gesteigert werden.

Kontrast

Der Kontrast ist definiert durch die Größe der Differenz in der Schwärzung des Films zwischen zwei Punkten, die einer verschiedenen Massenschwärzung im Objekt entsprechen. Maßgebend für den Kontrast ist die Differenz der Strahlungsintensität, die an diesen Punkten auf den Film trifft. Dafür gilt die Beziehung:

$$\Delta I = I_0 (e^{-\mu^1 d^1} - e^{-\mu^2 d^2})$$

d_1 und d_2 seien dabei die Dicken der betreffenden Stellen im Objekt. Die Differenz ΔI wird aber außerdem noch beeinflusst von der Härte der Strahlung, die wiederum durch ihre Wellenlänge bestimmt wird: langwellige Röntgenstrahlen werden stärker absorbiert. Die bei der Sediment-Radiographie günstiger weise verwendeten Strahlen sollen weich sein, da die Massenabsorption relativ gering ist und es darauf ankommt, möglichst geringe Unterschiede des Produktes von μ und d noch deutlich abzubilden. Die Wellenlänge der Röntgenstrahlung hängt mit der Röhrenspannung zusammen, und man arbeitet vorzugsweise mit Spannungen zwischen 30 und 50 kV.

Das Auflösungsvermögen

Die Güte der Auflösung hängt zum einen von den geometrischen Aufnahmebedingungen, zum anderen von der sogenannten inneren Unschärfe des verwendeten Filmmaterials ab. Die geometrischen Verhältnisse veranschaulicht Abbildung 10.

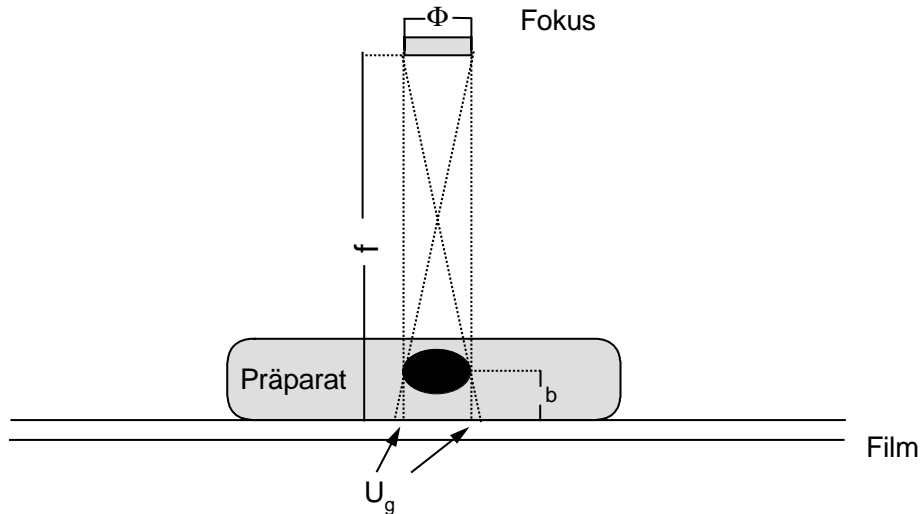


Abbildung 10: Einflußgrößen auf das Auflösungsvermögen von Radiographien, die durch die geometrischen Aufnahmebedingungen gegeben sind.

Die geometrische Unschärfe U_g ist dann gegeben durch: $U_g = \phi b/f-b$

ϕ = Brennfleck-Durchmesser der Röntgenröhre

f = Fokus - Film - Abstand

b = Objekt - Film - Abstand

x = Präparatdicke

Der maximale Wert für U_g ist durch $b = \phi$ bestimmt. Die Präparatdicke ist also ebenso ein begrenzender Faktor für die Auflösung wie die Größe des Brennflekes und der Aufnahmeabstand. Demgegenüber steht die innere Unschärfe des Films, U_i , die durch das „Korn“ des Films und durch die Streustrahlung innerhalb der lichtempfindlichen Schicht, sowie durch die Dicke der Schicht gegeben ist. (Die meisten Röntgenfilme sind doppelseitig beschichtet, um eine größere Filmempfindlichkeit zu erhalten). Das hier

verwendete Material (Structurix D4) hat eine innere Unschärfe von ca. 0.5mm. Das liegt im Bereich der geometrischen Unschärfe der verfügbaren Aufnahmeeinrichtung. Das bedeutet, daß man bei der Auswertung in Direktbetrachtung bei schwacher Lupenvergrößerung arbeitet.

Anwendung

Die Radiographie ist besonders geeignet, Makrogefüge von siltig-tonigen, wasserhaltigen Sedimenten zu untersuchen. Die strukturellen Details anhand von Radiographien sind oft mit keiner anderen Methode erkennbar. Vielfach enthüllt die Radiographie an einem Sedimentkern eine Fülle von Gefügeheterogenitäten, während der frische Anschnitt den Eindruck eines absolut homogenen Sedimentes erweckt. Man muß dabei im Auge behalten, daß die Radiographie die Gefügeelemente eines bestimmten Volumens (bestimmt durch die Präparatdicke) aufsummiert auf die Filmebene projiziert, im Gegensatz zum Beispiel zu Dünnschliffuntersuchungen, wo normalerweise die Tiefe des Präparates keine Rolle spielt. Diese Eigenschaft der Radiographie kann man sich zur Herstellung von Stereoaufnahmen zu Nutze machen. Bei der sedimentologischen Untersuchung mariner Sedimente wird die Radiographie vielfach routinemäßig verwendet, um die Kernbeschreibung zu erleichtern und zu ergänzen. Desweiteren wird die gezielte Beprobung des Kernes für Untersuchungen zur Mikropaläontologie, Grobfraktionsanalyse und Geochemie erleichtert.

Durchführung

Herstellung des Präparates

Voraussetzung für eine gute Radiographie ist die Herstellung eines einwandfreien Präparats aus dem zu untersuchenden Material (Sedimentkern). Darunter wird eine planparallele Platte mit glatter Oberfläche verstanden. Diese ist im allgemeinen bei derartigen Sedimenten ohne größere Schwierigkeiten zu erhalten, wenn sorgfältig

gearbeitet wird. Ausnahmen sind sehr wasserhaltige Sedimente oder Material mit groben Einschlüssen wie Steinen oder Muscheln.

Die Dicke der Platte soll möglichst 6-10mm betragen (bei Stereoaufnahmen höher). Hier ist sie durch die verwendeten Plastikdeckel als Präparatehalter gegeben (ca 5mm). Mit diesen Formen sticht man aus dem Sedimentkern, dessen Oberfläche vorher mit einer Glasplatte sorgfältig geglättet wurde, eine Sedimentscheibe aus, indem man unter der in das Sediment gedrückten Form einen Perlonfaden hindurchzieht. Die beim Ausschneiden etwas aufgeraute Unterseite des Präparates wird ebenfalls sorgfältig mit dem Glas geglättet und die Probe dann in Plastikfolie eingeschweißt, damit sie nicht austrocknen kann und somit für Wiederholungsaufnahmen oder andere Zwecke weiter verfügbar bleibt.

Kern Nummer, Kernabschnitt und eine Oben/Unten-Markierung werden auf dem Präparat mit einem wasserunlöslichem Filzstift vermerkt.

Belichtung

Das Präparat wird platzsparend im Aufnahmeschrank auf einen vorher in der Dunkelkammer lichtdicht verpackten Röntgenfilm (Structurix D4) gelegt und nach Erfahrungswerten belichtet (z.B.: 30kV / 5mA / 20min.). Bei unbekanntem Verhältnissen muß man sich für verschiedene Materialien Belichtungsdiagramme erstellen mit den Faktoren Präparatdicke, Belichtungszeit, Röhrenspannung.

Vor der Belichtung werden zur Kennzeichnung des Negativs Kennziffern oder Buchstaben aus Blei auf das Präparat gelegt, die sich durch ihre große Massenschwächung weiß im Negativ abbilden.

Entwicklung

Der belichtete Röntgenfilm wird möglichst in Serie in der Dunkelkammer aus der Filmtasche entnommen, in einen speziellen Filmhalterahmen eingeführt und dieser in den Entwicklertank gehängt. Der nach den Vorschriften des Herstellers angesetzte Entwickler muß jedes mal vor der Benutzung gut verrührt werden. Der Film selbst wird

während des Entwicklungsvorganges einige Male leicht hin- und herbewegt. Die Temperaturabhängigkeit der Entwicklungsdauer muß natürlich beachtet werden. Nach ca. 5 min. bei 20°C wird der Film entnommen, in fließendem Wasser kurz abgespült und zwischengewässert (bei Härtebad ca. 1 min.), sodann fixiert (einige min.) und gewässert (im Wässerungstank mit zirkulierendem Wasser für ca. 20 min.).

Anschließend wird der Film aus dem Halter genommen, kurz durch ein Netzmittel gezogen und im Trockenschrank zur Trocknung aufgehängt.

Beschriftung, Auswertung

Das fertige Negativ wird beschriftet (die Bleizahl war lediglich eine Kennziffer), am besten mit einem selbstklebenden Etikett, und in eine geeignete Tasche zur Aufbewahrung verbracht. Die Auswertung erfolgt am besten (ohne Verlust von Details) am Negativ, wozu ein Leuchtkasten(-tisch) erforderlich ist. Man kann natürlich auch Positive dazu herstellen, oder Kontakt-Umkehrkopien, die eine Untersuchung in normalem Licht gestatten und gleichzeitig dieselben Hell-Dunkel-Verhältnisse wie das Negativ (je dichter, je heller) besitzen und somit kein Umdenken gegenüber der Negativ-Auswertung erforderlich machen.

5.2. Sedimentphysikalische Messungen (Bodenkennziffern)

Einige wichtige Eigenschaften der Sedimente ändern sich während der Lagerung durch Oxidation (Farbe) oder Trocknung (Wassergehalte). Während der Expedition sollten also entweder diese Variablen an Bord gemessen werden, oder es müssen Proben genommen und konserviert werden, um die Messungen im Landlabor durchzuführen. Die wichtigste Variable ist der Wassergehalt, der für spätere Salzkorrekturen und die Berechnung von Akkumulationsraten benötigt wird.

Die grundlegenden Messungen sind der **Wassergehalt**, die **Feuchtdichte** und die **Korndichte**.

Sie werden durch direkte Messungen von vier Parametern bestimmt: der Gesamtmasse der Sedimentprobe (M_t), der Trockenmasse (M_d), des Volumens der feuchten Probe (V_f) und des Volumens der trockenen Probe (V_d). Meist werden Proben bekannten Volumens entnommen (abgesägte Einwegspritzen oder Entnahmezylinder), die feucht gewogen, getrocknet und erneut trocken gewogen werden. Das Material kann für andere Untersuchungen weiterverwendet werden.

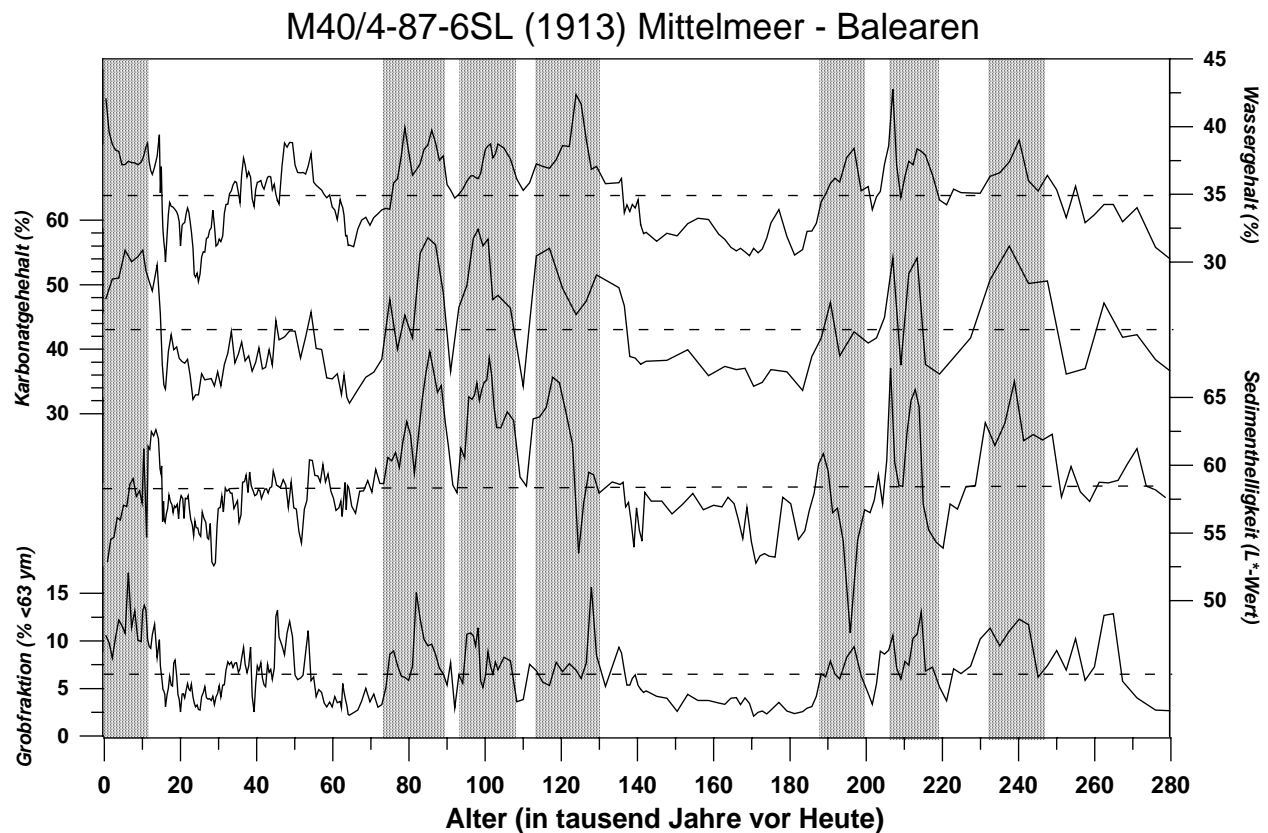


Abb. 11: Beispiel der Schwankungen des Wassergehaltes, des Karbonatgehaltes, der Sedimentthelligkeit und des Grobfraktionsanteiles während der letzten 280,000 Jahre in einem Sedimentkern aus dem westlichen Mittelmeer. Graue Balken markieren Zeiten mit allgemein warmen Klimaverhältnissen.

5.2.1. Wassergehalt

Der natürliche Wassergehalt (W_n) ist das Verhältnis zwischen der Masse des Wassers und der Masse der Festsubstanz

$$W_n = (M_w/M_d) * 100 (\%).$$

Hierbei sind M_w = Masse des Wassers, M_d = Masse der trockenen Probe. Hiermit können geringe Variationen noch erkannt werden, es kommen jedoch Werte von >100% vor, weil der Wassergehalt hier auf die Trockenmasse bezogen wird (reines Wasser =100%).

Eine andere Berechnung bezieht den Wassergehalt auf die Masse der feuchten Probe:

$$W = (M_w/M_t) * 100 (\%).$$

Hierbei sind W = Wassergehalt, M_w = Masse des Wassers, M_d = Masse der trockenen Probe, M_t = Masse der feuchten Probe = ($M_w + M_d$).

Die Masse des Wassers ergibt sich aus der Gewichts Differenz zwischen feuchter und trockener Probe. Die Masse der trockenen Probe M_d ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Gewicht der Einwegspritze/Stechzylinders und des Trockengewichts (= Probe trocken + Behälter).

Da das Salz des Porenwassers während der Trocknung in der Probe verbleibt, müssen bei genauen Messungen und in manchen chemischen Untersuchungen Salzkorrekturen (r) verwendet werden. Die durchschnittliche Salinität liegt bei 35 ‰, sodaß $r = 0.035$ wird. In diesem Fall verändern sich W_n und W zu:

$$W_n = [(M_t - M_d) (1-r) / M_t] * 100 (\%).$$

und

$$W = [(M_t - M_d) / (M_d - rM_t)] * 100 (\%).$$

Wassergehalt					
Schiff:		Fahrt Nr.:	Stations-Nr.:	Proben-Nr.:	
Datum:		Bearbeiter:			
Teufe : (cm)	Glas-Nr.:	Leergewicht Glas : (g)	Gewicht feuchte Probe + Glas : (g)	Gewicht trockene Probe + Glas : (g)	Wassergehalt (%)

Abbildung 12: Formblatt zur Bestimmung der Wassergehalte

5.2.2. Feuchtdichte

Die Feuchtdichte (engl. wet bulk density) ist das Verhältnis zwischen der Gesamtmasse der Probe (M_t) und dem Volumen der feuchten Probe (V_t) in g/cm^3 . Das Feuchtvolumen ist meist durch das Volumen der Spritzenproben (Stechzylinder) bekannt. Neben diesen gravimetrischen Verfahren kann die Feuchtdichte auch mittels der Abschwächung von Röntgenstrahlen (GRAPE, Gamma Ray Attenuation Porosity Evaluator) bestimmt werden. Diese Methode wird im MSCL angewandt, muß aber an diskreten Proben geeicht werden.

5.2.3. Korndichte

Die Korndichte des trockenen Sediments ρ_s (engl. grain density) wird berechnet aus der Masse der trockenen Probe und dem Volumen der trockenen Probe:

$$\rho_s = M_d/V_d \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

Die Korndichte kann mit Hilfe von Messungen an Pyknometern bestimmt werden, wird aber häufig als $\rho_s = 2,65$ angesetzt, was in etwa der Dichte der häufigsten Sedimentminerale (Quarz, Feldspäte, Glimmer, Kalzit) entspricht.

Weiterhin wird berechnet:

5.2.4. Trockendichte

aus der Masse der trockenen Probe und dem Gesamtvolumen:

$$\rho_d = M_d/V_t \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

5.3. Korngrößenanalysen

Siebanalyse

Aufgabe: Messung der Korngrößenverteilung in einem Sediment mittels Siebanalyse

Allgemeines:

Eines der wichtigsten Kennzeichen klastischer Sedimente ist ihre Korngrößenverteilung. Im Korngrößenbereich > 0,063 mm wird sie durch die Siebanalyse bestimmt.

Gerät:

Alu-Schüsseln (zum Trocknen der Proben)

Trockenschrank

(Probenteiler)

Siebsatz

Siebpfanne, Siebdeckel, Gummiwürfel

Siebmaschine RETSCH Analysensiebmaschine AS 200

Ausleertrichter, Reinigungsbürste, Pinsel

Porzellanschalen zum Wiegen

Schnellwaage (Ablesbarkeit <0,1 g)

Arbeitsweise:

Die Proben sind vor der Analyse in Aluschalen im Trockenschrank (105°C) gut zu trocknen. Gegebenenfalls muß man Siebhilfen einsetzen, um optimale Resultate zu erzielen.

Übersichtstabelle 2

Siebhilfen	Menge je Sieb bzw. Siebgut	Lieferant	Einsatzgebiet	Achtung !!
Dispergierhilfen bei Naßsiegung	Standards beachten (DIN, Norm)		zur Desagglomeration	Bei Naßsiegungen dürfen sich die Siebgüter in der Flüssigkeit nicht verändern! Vor der Siebung Siebgut mit etwas Wasser und einigen Tropfen Netzmittel z.B. Pril anschlämmen oder mit Dispergierhilfsmitteln gemäß Norm versetzen.
Netzmittel / Tenside	einige Tropfen		bei sich mit Wasser schlecht benetzenden Siebgütern z.B. Ruß.	
Wasserstoffperoxid	Standards beachten (z.B. DIN 19683)		löst organische Anteile in Bodenproben	

Die einzuwiegende Probenmenge hängt von der größten Korngröße ab, deren Anteil noch bestimmt werden soll; die folgende Tabelle gibt einen Anhalt:

Nennweiten der Sieböffnungen	Materialmengen in dm³ bei 200mm Durchmesser
8	0 , 5 0 0
3 , 1 5	0 , 3 0 0
1	0 , 1 4 0
0 , 5	0 , 1 0 0
0 , 2	0 , 0 6 0
0 , 0 6 3	0 , 0 3 5
0 , 0 2 0	0 , 0 2 0

Die zu messende Teilprobe wird auf 0,1 g genau eingewogen und mittels der Siebmaschine durch die gewünschten Siebe geschüttelt. Wichtig für ein zuverlässiges Ergebnis ist die Siebdauer.

Im eingesetzten Gerät werden die einzelnen Siebe anschließend gewogen und das Auswerteprogramm berechnet den Massenanteil der Größenklassen (in g), den prozentualen Anteil (in %) und die kumulativen Anteile sowie den Siebverlust.

Trockensiebung

NR7A.DAT

Firma : IOW	Datum : 15.02.99
Bearbeiter : Wittka, Prce	Laufnummer :
Material : Ausfahrt 20/903, Nr. 7	
Kommentar : 21400-90-95cm	
Siebmaschine: RETSCH AS 200 control Intervall (J/N) : J	Amplitude (mm) : 1.50 Intervallzeit (sec): 10
Art der Siebbewegung: Elektromagnetisch	Nass-Siebung : N
Sieb-Durchmesser(mm): 200	Hoehe (mm) : 25 Siebanzahl : 11
Norm-Hauptnr./Siebe : bSTM	
Einwaage (g) : 50.13	Siebdauer (min) : 10
Siebhilfe : keine	

Kornklasse (um)	Massenanteil		Haeufigkeitsdichte q3 (%/um)	Kumulativ (%)	
	(g)	(%)		Q3(D)	1-Q3(R)
< 63	0.53	1.1	0.017	1.1	98.9
63 - 75	1.71	3.4	0.285	4.5	95.5
75 - 90	3.82	7.6	0.509	12.1	87.9
90 - 106	5.76	11.5	0.719	23.6	76.4
106 - 125	3.87	7.7	0.407	31.3	68.7
125 - 150	5.36	10.7	0.428	42.0	58.0
150 - 180	6.54	13.1	0.435	55.1	44.9
180 - 212	4.46	8.9	0.278	64.0	36.0
212 - 250	3.89	7.8	0.204	71.8	28.2
250 - 400	7.59	15.2	0.101	86.9	13.1
400 - 630	3.29	6.6	0.029	93.5	6.5
630 -99999	3.26	6.5	0.000	100.0	0.0

Rueckwaage (g) : 50.08 Siebverlust (g) : 0.05 ==> 0.1 %

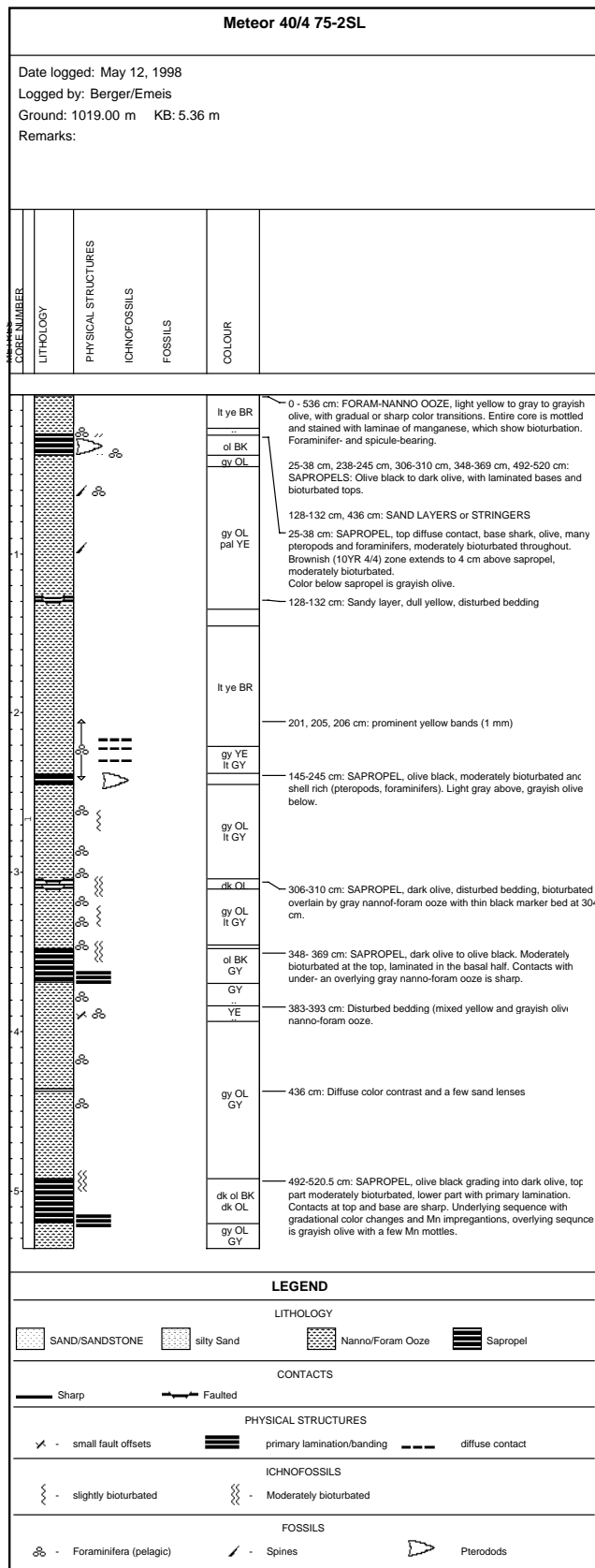
Unterschrift :

SP1000, Copyright Retsch GmbH, 1993 All rights reserved

Abbildung 13: Beispiel eines Ausdrucks von Siebergebnissen

Literatur:

Holler, P. 1995. Arbeitsmethoden der marinen Geowissenschaften. Enke-Verlag, Stuttgart, 150 S.



Anhang 1: Beispiel eines Kernlogs, das mit Hilfe des Programms APPLECORE von einem Kern aus dem Mittelmeer angefertigt wurde.





































Anhang 2: Formblatt zur genauen Beschreibung kurzer Kerne oder Kernabschnitte

Multicorer/Sektionsbeschreibung

Station: _____ Datum: _____ Bearbeiter: _____
 Position: _____ °N/ _____ °E Wassertiefe: _____ m

	Lithologie	Strukturen	Farbe	Proben	Beschreibung
0					
10					
20					
30					
40					
50					
60					
70					
80					
90					
100					

Anhang 3: Symbole zur Beschreibung von Sedimentstrukturen

	Wenig gestört		Intervallkennzeichnung
	Mäßig gestört		Strömungsrippeln
	Sehr gestört		Mikro-Kreuzschichtung
	Suppig		Parallele Laminierung
	Leicht gebrochen		Flaserschichtung
	Mäßig zerbrochen		Linsenförmige Schichtung
	Stark zerbrochen		Wellenartige Schichtung
	Brekziös		Slumps
			Load casts
			Erosiver Kontakt
			Kolkmarken
			Scharfer Kontakt
			Normale Gradierung
			Inverse Gradierung
			Verwürgte Schichtung
			Entwässerungsspuren
			Mudcracks
			Gradierter Kontakt
			Kreuzschichtung
			Feiner nach oben
			Feiner nach unten
			Bioturbation: gering (<30% Oberfläche)
			mäßig (30%-60% Oberfläche)
			stark (> 60% Oberfläche)
			Konkretionen
			Schalen komplett
			Schalenfragmente
			Holzreste

Deformations- und Struktursymbole

Smear Slide Beschreibung

Bearbeiter:

Kern	Sekt.	Intervall	

Sedimenttyp:

Hauptlithologie

Nebenthologie

Textur %

Sand	Silt	Ton

Zusammensetzung %

% Fläche	Bestandteil
	Quarz
	Feldspat
	Gesteinsfragmente
	Glimmer
	Ton
	Vulkanisches Glas
	Inorg. Calcit
	Dolomit
	Gips
	Zement
	Pyrit
	Phosphorit
	Glauconit
	Opake Minerale

% Fläche	Bestandteil
	Foraminiferen
	Nannofossilien
	Diatomeen
	Radiolarien
	Schwammnadeln
	Silicoflagellaten
	Fischreste
	Pflanzenreste
	Ooide
	Pellets
	Bioklasten
	Intraklasten
	Sparitischer Zement
	Mikrit

Bemerkungen:

ACHTUNG: TEXTUR und ZUSAMMENSETZUNG müssen je 100% ergeben!