

# Quartärgeologie Paläoklima & mehr

## Kap. 7: Sedimente

### 1) Wo finden wir die mächtigsten Sedimentablagerungen auf der Erde?

- nahe den Kontinenten im Meer, da hier noch viel Material eingetragen werden kann
- mächtigste marine Sedimente: Östlich von Indien im indischen Ozean, Golf von Mexico, Mittelmeer, nördlich des Eurasischen und Nordamerikanischen Kontinent, westlich von Afrika, östliches Nordamerika, nördliches Südamerika
- mit zunehmender Entfernung vom Kontinent, nimmt der Sedimenteintrag ständig ab
- Sedimente auch auf den Kontinenten sehr heterogen verteilt
- Verteilung abhängig vom Klima, Ausgangsgestein (Verwitterungsgeschwindigkeit), Transportwege,...
- an Flussmündungen
- in tektonischen Senkungsgebieten
- Sedimentmächtigkeit schwankt zwischen 0 und 20 km

### 2) Wie geht man üblicherweise vor, um Paläoklima zu rekonstruieren? Welche typischen Laboruntersuchungen kennen Sie?

Das Paläoklima formte einst die Paläoumwelt. Durch die so gebildeten, damaligen Sedimentablagerungen (marin, limnisch, terrestrisch) haben wir die Möglichkeit, durch zielgerichtete Forschungsmethoden (Seismik, Radar, Probennahme im Gelände,...) Material für weitere Untersuchungen im Labor zu beschaffen. Während der Fokus vor wenigen Jahrzehnten noch auf der Geländearbeit lag (10% Labor, 90 % Gelände), ist es heute invers (10% Geländearbeit, 90% Labor):

Im Labor kann man die Proben auf vielfältige Weise näher untersuchen:

- Datierung
- Sedimentologisch (Korngrößenanalyse,...)
- Biochemisch
- Mineralogisch
- anorganische Chemie
- Isotopenstadien
- Kosmogene Nuklide
- Pollen, Sporen
- Diatomeen, Radiolarien,...
- Probenteilung- und Aufbereitung
- Analyse der physikalischen Eigenschaften
- Mikroskopie
- Röntgendiffraktion

Ist dieser Schritt getan, kann man daraus die Paläo-Umwelt interpretieren:

- Ablagerungsmilieu
- Transportprozesse
- Witterung
- Diagenese
- Biogene Produktion
- Vegetation
- Hydrologie

Aus der Paläo-Umwelt lässt sich im letzten Schritt das Paläoklima interpretieren:

- qualitativ (um 2 C° wärmer als / um 10% mehr Niederschlag als...)
- quantitativ (wärmer/feuchter als...)
- semiquantitativ

→ Eine enge Vernetzung vieler Wissenschaften ist unausweichlich!

### 3) Nennen Sie Methoden zur Geländeuntersuchung- Beschreibung!

- Gesteinsansprache und Beschreibung
- Sedimentgefüge (Kugeligkeit, Rundung, Einregelung d. Körner,..)
- Färbung (Je nach Redoxpotential)
- Verfestigung (Dichte, Härte) und Verwitterungsgrad
- Schichtung (parallel, gradlinig, gewellt, unterbrochen)

- Sedimentstrukturen (Erosion, Deformation und Akkumulationsstrukturen)
- Fossilien
- Darstellung und Interpretation der Geländedaten
- Geophysikalische Erkundung
- Probennahme

#### 4) Wie lassen sich klastische Sedimente beschreiben?

##### - Ton- und Siltsteine:

- Nach der Korngrößenverteilung (Sand oder Kies)
- Nach der Verfestigung (Ton->Tonstein)
- Spaltbarkeit (Tonstein->Tonschiefer)

##### Sandsteine

- Korn-Matrix-Verteilung (viel feinkörnige Matrix: Wacken z.B. Grauwacke)
- viel feinkörnige Matrix: Wacke / weniger feinkörnig und mehr Sandkörner: Arenit, z.B. Quarzarenit
- Hauptkornkomponenten: (Quarz, Karbonat,..)
- Zementtyp: Kieselig, karbonatisch, tonig,...
- Fossilgehalt

##### Konglomerate / Brekzien

- nach Geröllgrößen
- nach Struktur- und Texturmerkmalen
- → Sortierung, Struktur der Gerölle, Schichtung, Gradierung,..
- Geröllzusammensetzung
- → extra- intra- formationell: von außerhalb des, bzw. von innerhalb des Sedimentationsbeckens
- Geröllhomogenität
- → oligomikt: wenig verschiedene Gerölltypen, polymikt: viele verschiedene Gerölltypen
- Fossilgehalt

#### 5) Wie lassen sich chemisch-biogene Sedimente beschreiben?

##### → Karbonate

- → Unterscheidung Kalkstein -> Dolomit mit 10% Salzsäure: Kalkstein reagiert heftig, Dolomit wenig
- → Unterscheidung mit 10% Salzsäure, versetzt mit Alizarinrot: Kalkstein wird rot, Dolomit zeigt keine Färbung
- Fossilgehalt
- Sedimentstrukturen

##### → Kieselige Sedimentgesteine

- Geräusch, Ritzfest, Hammer,...

##### → Evaporite

##### → Corq – reiche Sedimente (Torf, Kohle, Sapropel)

#### 6) Was machen Konglomerate bzw. Brekzien aus?

Mehr als 50% Geröllanteil

#### 7) Wie lässt sich das Sedimentgefüge genauer Beschreiben?

- Korngröße: Steine, Sand, Silt, Ton -> Rückschlüsse auf Transportbedingungen
- (Deutsche Klassifizierung und genauerer: Udden-Wentworth-Skala
- Kornform: gerundet (kugelig) bzw. länglich (sphärisch) und Variationen davon; Oberflächenstrukturen (Ritzung, Löcher,..)

#### 8) Welche Kornform erwarten wir bei glazialen Transportbedingungen?

- starke Ritzung, Löcher im Gestein

#### 9) Welche Kornform erwarten wir bei Strandgeröllen?

- nur sehr kleine Einschlaglöcher, kaum Ritzung

#### 10) Ein breites bzw. enges Korngrößenspektrum bei der Sedimentsortierung lässt auf was schließen?

- breit: schlechte Sortierung; Ablagerung: Gletscher oder Grundmoräne
- eng: gute Sortierung; Ablagerung: Meer, Strand, Ufer, oft äolisch transportiert

**11) Wie übersetzt man „Sedimenttextur“ und „Korngröße“ in der englischsprachigen Literatur?**

- Fabric
- Texture

**12) Was bedeutet Sedimenttextur?**

- Anordnung der Körner im Sediment: geneigt, gekippt, Längstachseneinregelung,...

**13) Wie misst man die Längstachseneinregelung im Sediment?**

- man nimmt nur doppelt so lange wie breite Körner mit einem Einfallswinkel kleiner 60°
- Geröll aus Aufschluss lösen
- Stift entsprechend Geröllorientierung in den Hohlraum stecken
- Winkel in Richtung des Einfallens am Stift messen

**14) Wo und bei welcher Sicht kommt es zu welchen Längstachseneinregelung von Geröllen?**

Grundmoräne

- von oben betrachtet: Längsteinregelung zur Fließrichtung (L)
- von der Seite: Dachziegellagerung zur Fließrichtung (DZ)

Schotter

- von oben betrachtet: Quereinregelung zur Fließrichtung (Q)
- von der Seite: Dachziegellagerung zur Fließrichtung (DZ)
- Somit kann man die Transportprozesse und Richtungen rekonstruieren: Gletscher, Fließerden, Schmelzwasser,...

**15) Wie kann man die Sedimenttextur darstellen?**

- mit Kreisdiagrammen (Richtungsrosen) A: nur Richtung B: Richtung und Einfallen

**16) Womit lässt sich die Färbung idealer Weise bestimmen?**

Munsell Farbskala

- 323 unterschiedliche Farbtypen lassen sich objektiv definieren
- auch Farbscanner werden verwendet

**17) Welche Ursachen hat die Färbung der Sedimente?**

- unterschiedliches Redoxpotenzial:  
Unter anoxischen Bedingungen: dunkle bis graue Töne  
Unter oxischen Bedingungen: helle Töne

**18) Was steht bei der Munsell Farbskala in der 1) Horizontalen, was in der 2) Vertikalen?**

- 1- Chroma – Farbintensität
- 2- Value – Farbhelligkeit

**19) Worauf muss man bei der Farbbestimmung achten?**

Immer frische Sedimente anschauen. Rezente Verwitterung kann die Färbung überprägen

**20) Wie lässt sich die Verfestigung (Härte) eines Sedimentes erfassen?**

Deskriptiv, für trockene Sedimente zum Bsp. nach folgendem Schema:

unverfestigt: Sediment ist locker

stark krümelig: zerkrümelt leicht zwischen den Fingern

krümelig: reiben mit Finger lässt einige Körner lösen, leichter Hammerschlag lässt Probe zerkrümeln

hart: Körner können mit Meißel losgeschlagen werden, Probe zerbricht leicht unter Hammerschlag

sehr hart: Körner lassen sich kaum durch Meißel losschlagen, Probe mit Hammerschlag schwer zu zerbrechen

extrem hart: zum Zerschlagen Handfäustel erforderlich, Probe zerbricht quer durch die Körner

**21) Was ist Verwitterung? Welche Arten kennen Sie? Beschreiben Sie in Kürze!**

Alle Sedimente sind Verwitterungsprodukte. Sinnvoll ist dennoch eine Aufnahme von speziellen Verwitterungserscheinungen, die Aussagen zur Genese der zu untersuchenden Sedimente erlauben:

→ **physikalische Verwitterung**

- > Frostsprengung bei Geröllen durch Wasser (Volumenzunahme um 9 % bei Gefrieren)
- > Es muss Wasser, Grundwasser oder Tau vorhanden gewesen sein und eine hohe Anzahl von Frost und Tauzyklen (in den gemäßigten Klimazonen (Spitzbergen) gegeben, nicht jedoch in hochpolaren Breiten)

### **- Windkanter bei Geröllen**

-> es muss sedimentbeladener Wind und ausreichende Zeit zur Schaffung der Kanten vorhanden gewesen sein (z. Bsp. Gerölle in eisfreien Gebieten in der Antarktis)

### **→ chemische Verwitterung**

- Zersetzungserscheinungen bei Geröllen durch aggressive Salzlauge (angeätzte Mineraloberflächen)

-> es muss ein arides Klima geherrscht haben, z. Bsp. in den trockenkalten eisfreien Gebieten der Antarktis

- Hämatitbildung

-> es muss Wasser und gelöster Sauerstoff vorhanden gewesen sein

-> Eisenpyroxen + Wasser →→ Hämatit + gelöstes Silicat

→ Verwitterungsprodukte:

-> Paläoböden: Je nach Niederschlag und Temperatur entstehen andere Paläoböden

### **→ biologische Verwitterung (steht hier nicht im Schwerpunkt)**

### **22) Was ist die Sedimentschichtung?**

- Schichtung in Sedimenten und Sedimentgesteinen reflektiert Veränderungen in den Ablagerungsbedingungen

- Schichtung kann sehr unterschiedlich ausgeprägt sein

### **23) Was macht Schichtung aus? Welche Arten gibt es?**

Um Schichtung interpretieren zu können, müssen wir zunächst wissen, was Schichtung ausmacht:

- Schichtung ist das Produkt aus Materialveränderungen

- Unterschiedliche Schichten in:

-> Zusammensetzung, Korngröße, Form, Orientierung, Packungsdichte, Färbung, etc...

### **24) Wie lässt sich die Schichtung beschreiben?**

- Unterteilung in 1) parallel und 2) nicht parallel

- Ferner jeweils Unterscheidung in 1) gradlinig 2) gewellt 3) gebogen

- Ferner Unterscheidung aller in kontinuierlich oder diskontinuierlich

### **25) Welche Sedimentstrukturen kennen Sie?**

→ Erosionsstrukturen

Kolkmarken / Korasionskolken,..

→ Akkumulationsstrukturen

- Warven, Rippel,..

→ Deformationsstrukturen

Eiskeilpseudomorphosen, Flammenböden, Trockenrissen, Bioturbationen)

### **26) Was sind Sohlmarken?**

Sedimentstrukturen, die infolge strömungsbedingter Erosion sowie durch grundberührende Objekte auf der Oberfläche eines meist pelitischen Sediments entstehen. In der Regel sind nur deren Ausfüllungen an der Basis des überlagernden, meist sandigen Sedimentes erhalten. Zu den Sohlmarken gehören Kolkmarken und Gegenstandsmarken.

### **27) Was ist ein pelitisches Sediment?**

Feinkörniges Sediment mit Korngrößen unter 0,02 mm (Ton bis Mittelschluff).

### **28) Wie entstehen Sohlmarken / Kolkmarken?**

1) Erosion der Grundsicht kerbartig

2) Ablagerung in Kerbe mit sandigen Sedimenten

3) Versenkung und Verfestigung

4) Verkipfung und Erosion der tonigen Grundsicht

5) Sandstein bleibt erhalten, Sohlmarke kann als ehemaliger Grund gedeutet werden

### **29) Welche Arten von Kontaktmarken gibt es?**

- Aufschlag

- Mehrfachaufschlag

- Schleifen

- Rollen

→ es entstehen unterschiedliche Sedimentstrukturen!

### 30) Was sind Bändertone / Warven?

#### Akkumulationsstrukturen

Als Bänderton bezeichnet man in der Geologie ein feinkörniges Sediment, das infolge regelmäßiger Wechsellagerung von hellen und dunklen Tonlagen im Querschnitt gebändert aussieht. **Bändertone** entstehen in **Eisstaesen und Seen** oder Tümpeln **am Rande des Eis**, und sind damit an kalte Klimate gebunden. Aktuell bilden sie sich in vergletscherten Gebieten. Während des Pleistozäns wurden sie aber auch an zahlreichen Stellen innerhalb der damals vom Eis bedeckten Gebiete abgelagert. Sie sind in **Norddeutschland** daher sehr weit verbreitet.

Bändertone entstehen durch jahreszeitlich schwankende Wasser- und Sedimentzufuhr, wobei die helleren Lagen aus dem Sommer (Zeit der Eisschmelze) stammen, in dem sich viel Sediment absetzte. Die dunklen Lagen wurden im Winter abgelagert, wenn wenig Material angeliefert wurde, das zudem reich an organischen Stoffen war. Wenn der See im Winter komplett eisbedeckt ist, ist der Sedimenteintrag und die Durchmischung durch Winde gegen Null und es kommt zur stetigen Sedimentation. Eine helle und eine dunkle Lage bilden zusammen jeweils eine Jahresschicht (**Warve**). Ihre Mächtigkeit schwankt in weiten Grenzen. Sie hängt vor allem von der Materialzufuhr mit dem Schmelzwasser und von der Entfernung zum Eisrand ab und liegt meist zwischen 0,5 und 50 Zentimetern. Sowohl höhere als auch niedrigere Werte sind möglich.

In den meisten Bändertenvorkommen ist über die Auszählung der einzelnen Jahreslagen die Ermittlung der Zeit möglich, die sie zu ihrer Ablagerung brauchten. Durch den Vergleich charakteristischer Lagen und Abfolgen verschiedener Vorkommen ist das Aufstellen einer für ein größeres Gebiet gültigen **Warvenchronologie** möglich.

### 31) Was sind Rippel?

#### Akkumulationsstruktur

Rippelmarken sind von einem fließenden Medium hervorgerufene annähernd parallele Strukturen an der Grenzfläche zu einem feinkörnigen Sediment wie einem Silt oder Sand (Düne). Bei der Rippelmusterbildung unterscheidet man zwei Prinzipien: Strömungsrippel und Oszillationsrippel.

#### **Strömungsrippel**

entstehen aus einer ersten minimalen Erhöhung entsteht ein Hindernis in der Oberfläche des Sandbodens, an der sich von der Strömung mitgerissene Sandkörner anlagern können. Je größer das Hindernis, desto mehr Körner lagern sich an (Positive Rückkopplung). Das Ergebnis sind asymmetrische Strömungsrippel mit einer **flachen Luv- und einer steilen Leeseite**. Aquatische Strömungsrippel entstehen in Sand, wenn die Strömungsgeschwindigkeit knapp über der kritischen Geschwindigkeit liegt. Die Höhe von Rippeln liegt im Durchschnitt bei 3–5 cm, ihre Wellenlänge bei 4–60 cm. Damit Rippel entstehen, benötigt man eine Mindestwassertiefe von etwa 3-facher Rippelhöhe. Da die Rippelbildung von den Prozessen in der Grenzschichtlage bestimmt wird, ist die Maximaltiefe für die Rippelbildung nach oben hin nicht begrenzt. Rippeln und Großrippeln (von großen Körnern) sind nicht stationär, sondern wandern in Richtung der Strömung.

Ist die kritische Strömungsgeschwindigkeit für die Bewegung von Sandkörnern erreicht, beginnen sich die Körner zu bewegen und in kleinen *Clustern* zusammenzuballen. Dadurch bilden sich wenige Körner dicke Unregelmäßigkeiten auf der Sedimentoberfläche, die die Strömung in der Grenzschicht beeinflussen. Über den Unregelmäßigkeiten, die kleine Hügel bilden, liegen die Stromlinien näher zusammen und die Strömungsgeschwindigkeit nimmt zu. Sedimentkörner können dadurch rollend oder springend die Luvseite des kleinen Hügels hinauf transportiert werden und akkumulieren am Top. Werden zu viele Körner angehäuft, wird die Lage instabil und die Körner rutschen den Leehang hinab und werden dort abgelagert. Diese dünnen Kornlagen werden als **Leebblätter** bezeichnet und bilden den natürlichen Böschungswinkel von ungefähr **30–35°** ab. Durch Wiederholung dieses Vorganges bildet sich Lage auf Lage, getrennt und laminiert durch Zwischenlagen feineren Sediments, das aus der Suspension ausfällt. Es entsteht allmählich ein Rippel. Am Top der Rippel spaltet sich die Strömung auf. Ein Teil der Strömung fließt weiter über die Sedimentoberfläche hinweg. Der andere Teil bildet auf der Leeseite unregelmäßige Wirbel bzw. trifft auf der Sedimentoberfläche auf, wo erhöhte Turbulenz und Erosion die Tröge zwischen den Rippeln ausbilden. Ein Teil der erodierten Körner kann durch den Rückstromwirbel an den Fuß des Leehanges transportiert werden und dort als dünne Lage abgelagert werden. Der andere Teil wird entweder in das Fluid aufgenommen oder wieder über den Luvhang der Rippel transportiert. Wird ein Teil der Körner an der Luvseite abgelagert, dann bildet sich das sogenannte **Luvblatt**.

#### **Oszillationsrippel**

Diese auch Wellen- oder Gezeitenrippel genannten Strukturen entstehen, wenn die Strömung über den Sand oszilliert, d. h., abwechselnd aus unterschiedlichen, im Idealfall entgegengesetzten Richtungen kommt. Der Idealfall ist z. B. an einem flachen Strand gegeben, auf dem das Wasser im entgegengesetzten Sinn in die Richtung zurückläuft, aus der die antransportierende Welle hereinkam. Aber auch jede Oberflächenwelle erzeugt auf dem Boden Hin- und Herbewegung. Das Ergebnis dieser Pendelbewegungen sind Rippelmarken mit einem **symmetrischen Querschnitt**. Nach ihrer Größe werden Rippel in drei Gruppen unterteilt:

- Rippel, meist zwischen 3 und 5 cm hoch und mit einer Wellenlänge von 4–60 cm
- Großrippel, zwischen 6 cm und 1,5 m hoch und mit einer Wellenlänge zwischen 0,6 und 30 m
- Riesen- oder Megarippel, zwischen 1,0 und 8,0 m hoch, mit einer Wellenlänge größer als 30 m

Nur Riesenrippel sind stationär, die übrigen Rippel wandern mit der Strömung.

Rippelmarken sind – im Gegensatz zu Belastungsmarken – Strukturen an der *Oberseite* einer Sedimentschicht. Beide können somit zur Bestimmung der ursprünglichen Lagerung des Sedimentes dienen.

### **Schneerippel**

Es bilden sich auch Schneerippel bei Pulverschnee aus, ebenfalls senkrecht zur Windrichtung.

### **32) Nennen Sie Deformationsstrukturen**

#### **- Trockenrisse**

→ bei tonreichen Böden

#### **- Entwässerungsstrukturen**

- Flammenstruktur: Wenn z. Bsp. Turbidit über pelagischen Sedimenten aufliegt und es vor der Verfestigung zur Entwässerung kommt

#### **- Eiskeilpseudomorphosen**

→ Verfüllung eines abschmelzenden Eiskeiles -> Paläoböden oder Frostböden

#### **- Bioturbationen**

→ Durchwühlen von Sediment von Kleintieren, ist Bioturbation zu stark, kann das Sediment nicht mehr genau beschrieben werden)

### **33) Was sind Chemofossilien?**

Chemofossilien sind chemische Spuren von Lebewesen, die im Archaikum- 3.800- 2500 mya gelebt haben. In der Evolution folgten darauf die Prokaryoten - Archaeen und Bakterien - und später die einzelligen, zellkernhaltigen Eukaryoten.