

# Dynamische Erde I

## Übung 4 Sedimentologie

### Lernziele:

- ⇒ Die Studierenden kennen die Eigenschaften und den Aufbau der verschiedenen Sedimenttypen
- ⇒ Die Studierenden können Sedimentgesteine unterscheiden und bestimmen

### A) Einleitung

Durch Erosion und Hebung kann Gestein an der Atmosphäre freigelegt werden. Die chemische und physikalische **Verwitterung** sorgt dafür, dass das Gestein auseinanderbricht. Die durch Verwitterungsprozesse gebildeten Gesteins- und Mineralfragmente werden Sedimente genannt. Die **Sedimente** werden durch das Einwirken von Wind, Wasser und Eis in einem anderen Gebiet abgelagert. Sedimentgesteine werden in den verschiedensten Ablagerungsmilieus (Tiefsee, Kontinentalabhang, Schelf, Delta, Fluss, ...) der Erdoberfläche gebildet. **Verwitterungsprozesse** liefern Fragmente oder chemische Gemengeteile, welche anschliessend lithifiziert werden. Gewöhnlich werden Sedimentgesteine in stratifizierten Schichten gebildet, welche die Gesetze nach Steno befolgen (ursprüngliche Horizontalität, laterale Kontinuität, Superposition). Sedimentgesteine zeigen klastische, chemische und organische Unterschiede. Sie speichern oft wichtige Informationen über das **Ablagerungsmilieu**. Ein Sediment kann durch die Anwesenheit von klastischen Gesteinsfragmenten, Fossilien, die lateral verfolgbare Schichtung oder auch die typischen Sedimentstrukturen identifiziert werden. Klastische Sedimente bestehen aus Komponenten der Kies-, Sand-, Silt- und Tonfraktion und werden durch Kompaktion und Zementation gebildet. Bio chemische Sedimente werden aus dem Meerwasser ausgefällt oder durch Organismen wie Korallen oder Muscheln gebildet.

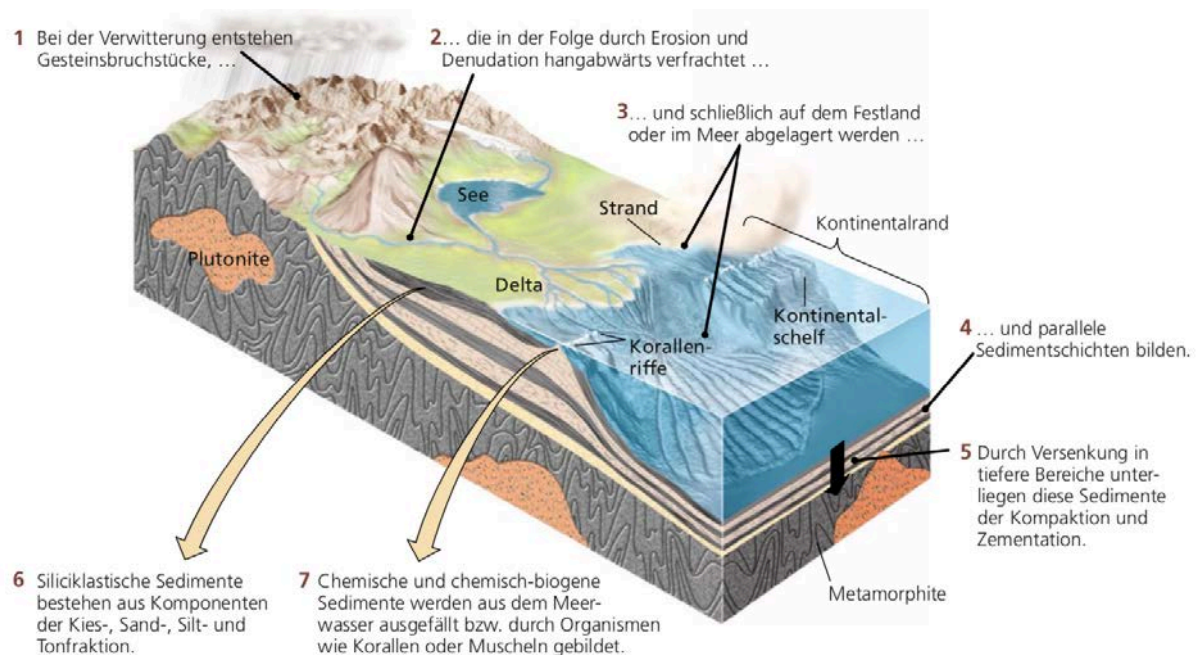


Abbildung 1: Übersicht über die Bildung von Sedimentgesteinen (Press & Siever, 7. Auflage, S. 75)

Sedimente werden im **exogenen Gesteinskreislauf** gebildet: Verwitterung → Erosion → Transport → Ablagerung/Ausfällung → Diagenese → Hebung → Verwitterung ... Bei diesen Prozessen kann es zu stofflicher und/oder Korngrößenbedingter Sortierung kommen.

**Verwitterung:** Physikalische Verwitterung führt zur Zerkleinerung, chemische Verwitterung zur Lösung der Gesteine und zur Neubildung von Mineralen.

**Erosion:** Die bei der Verwitterung entstandenen Gesteinsbruchstücke und Mineralneubildungen werden durch Erosion abtransportiert.

**Transport:** Fließendes Wasser, Wind und Gletscher transportieren die Sedimentbestandteile hangabwärts und nachfolgend stromab.

**Sedimentation:** Nimmt die Transportkraft ab, lagern sich die mitgeführten Sedimentbestandteile ab; im aquatischen Ablagerungsbereich kommt es darüber hinaus zur Ausfällung der Lösungsfracht.

**Versenkung:** Lagern sich Sedimentschichten übereinander ab, unterliegen die älteren Gesteine zunehmend der Kompaktion.

**Diagenese:** Durch Druck, Temperatur und chemische Reaktionen unterliegen die Sedimente zunehmend Veränderungen; dabei werden sie verfestigt und gehen in Sedimentgesteine über.

Abbildung 2: Mehrere der an der Erdoberfläche ablaufenden Prozesse des Gesteinskreislaufs tragen zur Bildung von Sedimentgesteinen bei. (Press & Siever, 7. Auflage, S. 115)

## B) Klastische/Terrigene Sedimente

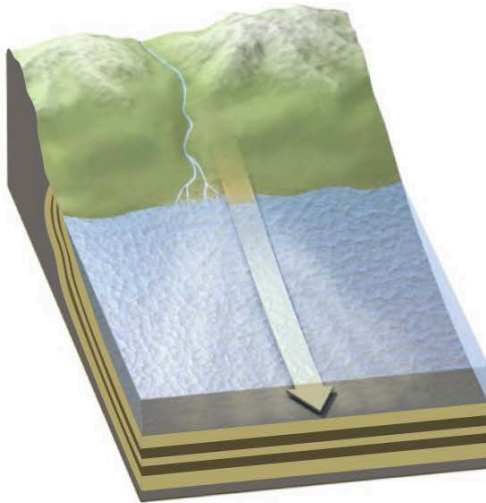
Klastische/terrigen Sedimente werden durch **Erosion kontinentaler Gesteine** geliefert. Flüsse transportieren sandig bis tonige Sedimente in den Ozean. Strömungs- und Gravitationsprozesse verfrachten den Detritus in weiter distale Gebiete wie Kontinentalhang und Ozeanbecken. Die feinsten Tone werden äolisch (durch den Wind) transportiert (-> Ablagerung von rotem Ton, Red Clay). Das Festgestein resultiert durch Konsolidation akkumulierten Lockergesteins. Klastische (detritische) Sedimente enthalten Informationen über die Zusammensetzung des verwitterten Gesteins, das Klima im Einzugsgebiet und die Transportgeschichte.

### Lithifikation: Umwandlung Lockergestein in Festgestein – Begriffe

<b>Diagenese</b>	Alle chemischen und physikalischen Prozesse vom Zeitpunkt der Sedimentation bis zum niedrigsten Grad der Metamorphose <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reduzierung der Porosität durch Kompaktion und Ausfällung authigener Minerale (Zementation)</li> <li>2. Auflösung instabiler Komponenten</li> </ol>
<b>Kompaktion</b>	Die Kompaktion zeichnet sich durch einen Verlust der Porosität, oft hervorgerufen durch die Überlast des vergrabenen Sedimentes, aus.
<b>Zementation</b>	Unter Zementation versteht man die Verfestigung ursprünglich lockeren Sedimentmaterials durch Ausfällung von Bindemittel (Zement, „Klebstoff“) im Porenraum.

## Lithifikation: Umwandlung Lockergestein in Festgestein – Übersicht

**1** In geringer Tiefe der Erdkruste unterliegen die Sedimente der Kompaktion und Lithifizierung.



**2** Unter dem Begriff Diagenese werden alle chemischen und physikalischen Prozesse zusammengefasst, durch die Lockersedimente in Festgesteine übergehen.

### Kompaktion

Durch Versenkung kommt es zur Kompaktion und Abgabe von Porenwasser.

50–60% Wasser

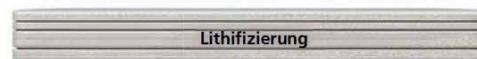


10–20% Wasser



### Zementation

Durch Ausfällung neuer oder Weiterwachsen vorhandener Minerale kommt es zur Zementation der Sedimentkomponenten.



**3** Aus unterschiedlichen Sedimenten entstehen entsprechend unterschiedliche Sedimentgesteine.

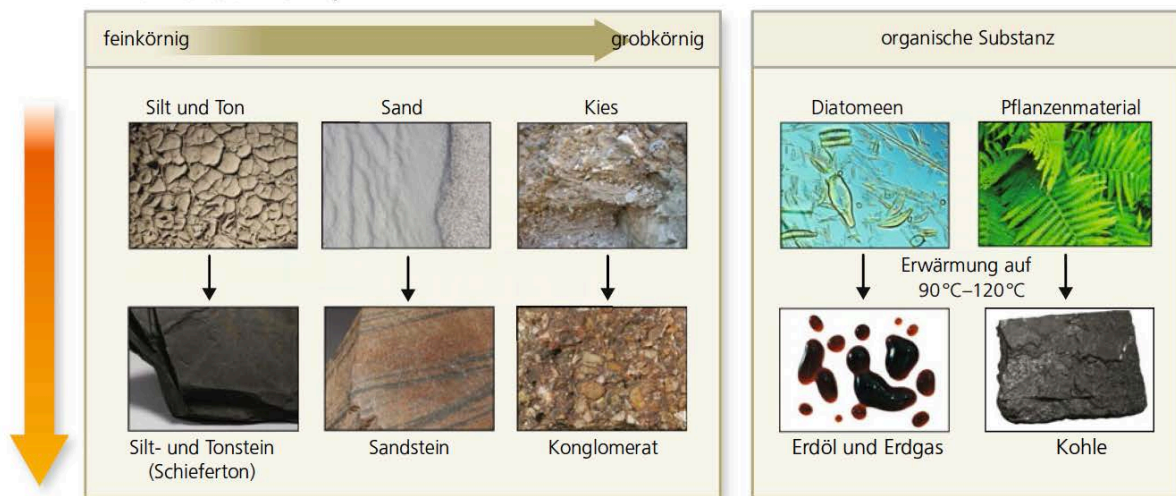


Abbildung 3: Illustration der Lithifikation (Press & Siever, 7. Auflage, S. 131)

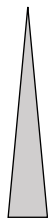
## C) Gesteinsbestimmung klastischer Sedimente

### 1. Mineralogie der gesteinsaufbauenden Komponenten

- a. **Quarz:** an der Erdoberfläche stabilstes
- b. **Feldspat:** chemische Verwitterung während Transport möglich
- c. **andere:** Glimmer (Biotit und Muskovit), Schwerminerale, lithische Fragmente, ...

### 2. Korngrösse

Heute wird allgemein die sogenannte Wentworth-Skala für den mittleren Korndurchmesser verwendet. Prinzipiell kann man zwischen Komponenten (größere Kornfraktion) und Grundmasse (feine Kornfraktion und diagenetisch ausgefüllte Hohlräume) unterscheiden.

	<b>Ton</b>	(<2µm, clay, Körner nicht erkennbar)
	<b>Silt</b>	(2-63µm, Körner mit Lupe erkennbar, knirschen auf den Zähnen)
	<b>Sand</b>	(0.063-2mm, Körner von Auge erkennbar)
	<b>Kies</b>	(2-63mm, gravel and pebble)
	<b>Stein</b>	(63-200mm, cobble)
	<b>Block</b>	(>200mm, boulder)

### 3. Grundmasse

Die Beziehung Komponenten-Grundmasse (Anlagerungsgefüge) ist für die Gesteins-Interpretation (Genese, Fazies) wichtig.

- |                    |          |                |
|--------------------|----------|----------------|
| a. <b>primär</b>   | → Matrix | → sedimentär   |
| b. <b>sekundär</b> | → Zement | → diagenetisch |

**Matrix:** Feinkörniger (tonig-siltiger) detritischer Anteil, der mit den größeren Körnern zusammen sedimentiert oder nachträglich in den Porenraum eingeschwemmt wird. Die Matrix wird also gleichzeitig mit den Komponenten abgelagert.

**Zement:** Unter diagenetischen Bedingungen im ursprünglichen Porenraum ausgefälltes mineralisches Material, das die detritischen Körner unter Minderung der Porosität miteinander verkittet (wichtig sind Quarz und Calcit). Zement entsteht also erst nach der Ablagerung der Komponenten. Für Zement wird häufig auch der Begriff Bindemittel verwendet.

## 4. Textur

### a. Form der Klasten

- Rundung: eckig-gerundet
- Spherizität (=Kugeligkeit): isometrisch, länglich, stängelig, plattig, tafelig

### b. Sortierungsgrad (Granulometrie)

Der Grad der Sortierung liefert wesentliche Hinweise zur Art des Transport - und Sedimentationsmechanismus. Gute Sortierung wird durch kontinuierlich fließendes Wasser, langen Transportweg oder gleichmässig wehenden Wind bewirkt. Schlechte Sortierung ist Ausdruck kurzzeitiger, turbulenter bis chaotischer Ablagerungsmechanismen oder auch der Ablagerung durch Gletscher- bzw. Inlandeis.

- |                     |                              |
|---------------------|------------------------------|
| - schlecht sortiert | → Gletschersedimente         |
| - moderat sortiert  | → Fluss- und Strandsedimente |
| - gut sortiert      | → Windsedimente              |

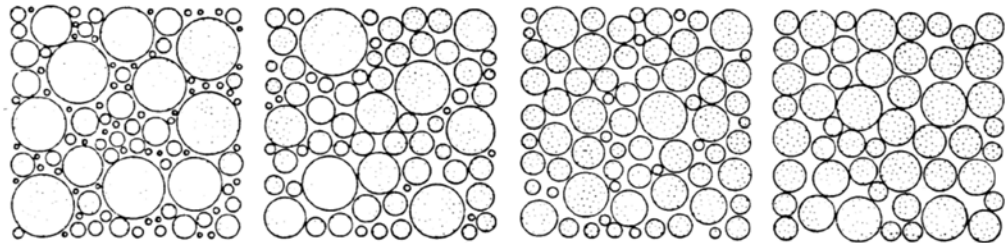


Abbildung 4: Schematische Skizzen verschiedener Sortierung von klastischen Sedimenten. Der Sortierungsgrad nimmt von links nach rechts zu.

### c. Grundmasse: Klasten-Verhältnis

- |                     |                                 |
|---------------------|---------------------------------|
| - Klasten-gestützt: | Klasten berühren einander       |
| - Matrix-gestützt:  | Klasten sind von Matrix umgeben |

### d. Reife

Verwitterungsprozesse und Sedimenttransport sind von grösster Wichtigkeit, um die Reife eines Gesteins zu bestimmen. Die mechanische Reife hängt vom Sortierungsgrad und der Form der Körner ab. Die Mineralogie der gesteinsaufbauenden Komponenten legt die chemische Reife fest.

- |                 |  |
|-----------------|--|
| - <b>reif</b>   | → viel Quarz (verwitterungsresistent) gut gerundet, gut sortiert   |
| - <b>unreif</b> | → viele Feldspäte/Glimmer/Olivine sowie Gesteinsbröckchen schlecht gerundet (eckig), schlecht sortiert (verschiedene Korngrößen) |



## 5. Nomenklatur

Die Komponenten mit dem dominierenden Anteil geben dem Gestein den Namen.

	Abgelagertes Sediment	Korngröße	Festgestein
grob ↑	Blöcke	200 mm	Konglomerat, Brekzie
	Steine		
	Kies	63 mm	
	Sand	2 mm	
		0,063 mm	
fein ↓	Schlamm {		Sandstein
		0,002 mm	
	Silt (Schluff)		Siltstein
	Ton		Tonstein (zerbricht in unregelmäßigen Stücken)
			Schieferton (zerbricht entlang von Schichtflächen)

Abbildung 5: Klassifikation der klastischen Sedimente nach der Korngröße (DIN EN ISO 14688-1)  
(Press & Siever, 7. Auflage, S. 133)

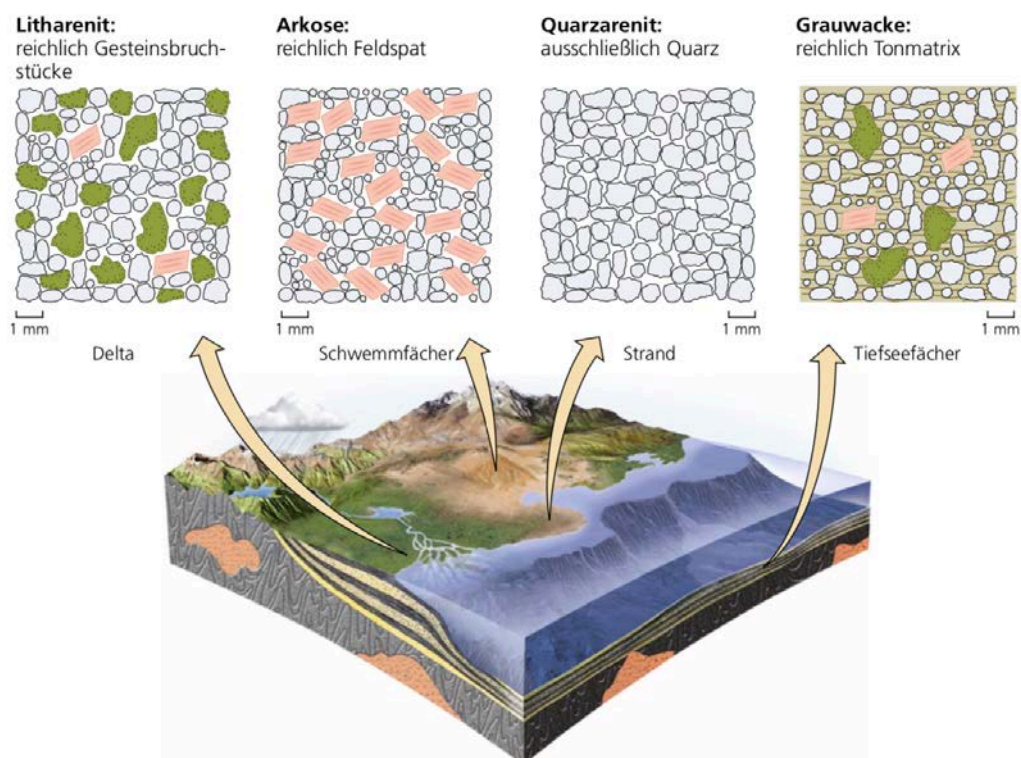


Abbildung 6: Mineralogische Zusammensetzung und Ablagerungsmilieus der vier wichtigsten Sandsteingruppen  
(Press & Siever, 7. Auflage, S. 135)

### Aufgabe 1:

⇒ Wie unterscheidet sich ein Konglomerat von einer Brekzie? Wo werden sie gebildet? Was ist eine Nagelfluh?

## 6. Zusammensetzung Klasten (wichtig bei Konglomeraten)

- **monomikt:** Klasten einer einzigen Lithologie
- **oligomikt:** Klasten einiger verschiedener Lithologien (2-3 Lithologien)
- **polymikt:** Klasten vieler verschiedener Lithologien

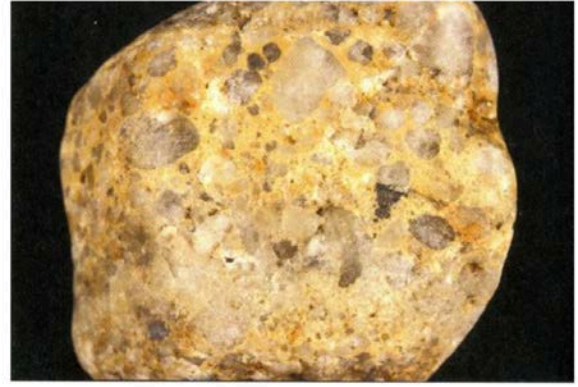


Abbildung 7: Polymiktes (<http://library.thinkquest.com>) und monomiktes (Quarz-Klasten; Vinx, 2008) Konglomerat.

## 7. Sedimentstrukturen

Sedimentstrukturen sind wichtig um Ablagerungsmilieus, Ablagerungsprozesse und Orientierung von Sedimentgesteinen zu bestimmen.

- Stratigraphische Schichtung (Stratifikation)
- Lamination (besonders feinmassstäblich ausgebildete Schichtung)
- Kreuzschichtung (→ unterschiedlich geneigte Materialgrenze)
- Rippeln (symmetrische Wellenrippeln, asymmetrische Strömungsrippeln  
→ Wellenbewegung und Fließ-/Strömungsrichtung)
- Strömungsmarken (flute clasts)
- Gradierte Schichtung (gradueller Korngrößenwechsel  
→ nachlassende/zunehmende Strömungsenergie)
- Gestörte Schichtung (Instabilität im Lockersediment oder Seismotektonik)
- Trockenrisse
- Bioturbation (völlige oder teilweise Zerstörung primärer Strukturen durch Durchwühlen)
- Abdrücke (Regentropfen, Fussabdrücke, ...)



Abbildung 8: Syntsedimentäre Faltung (links; Vinx, 2008) und Schrägschichtung (rechts; Vinx, 2008).



## 8. Ablagerungsmilieu/Interpretation

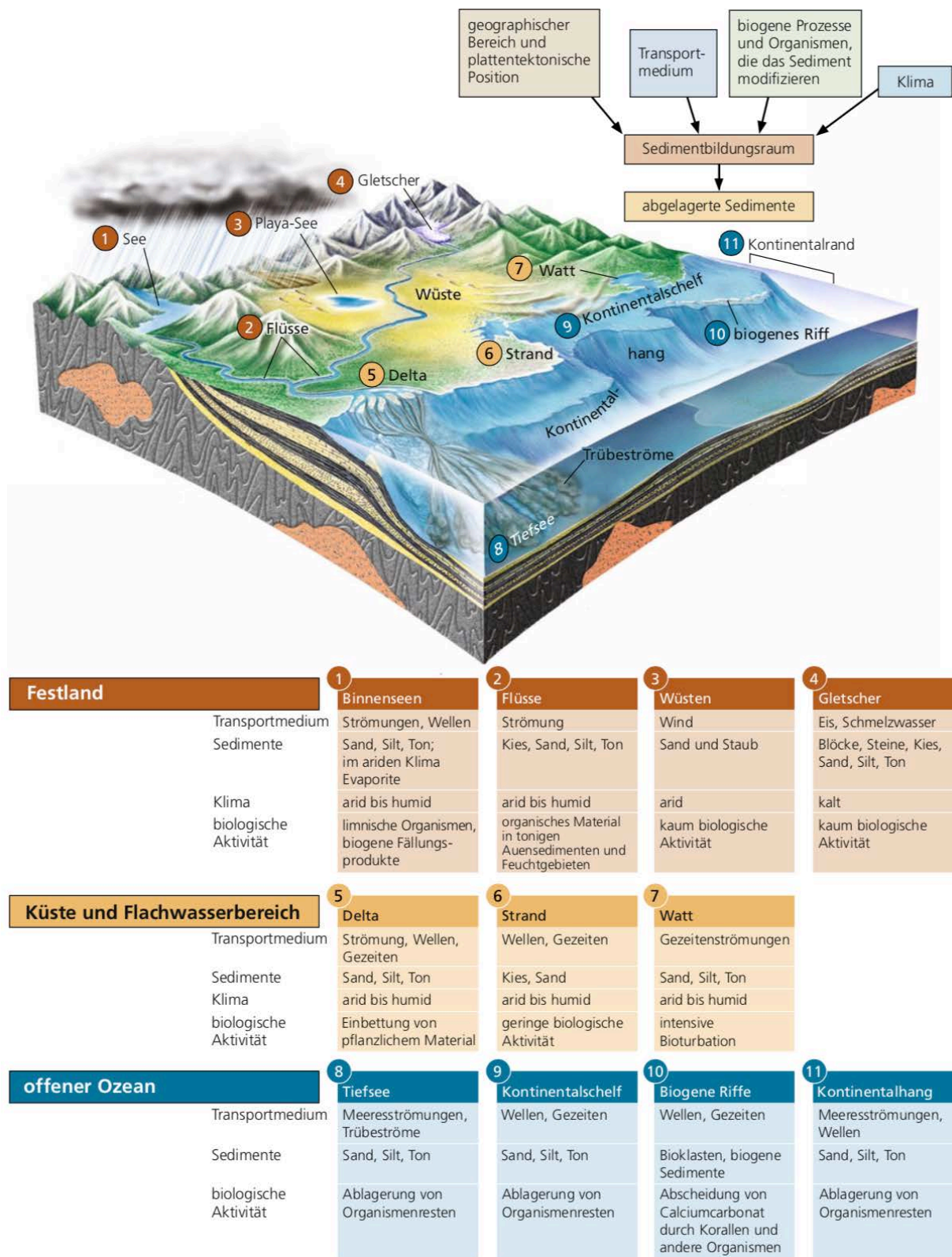


Abbildung 9: Ablagerungsmilieus. Sie entstehen durch das Zusammenwirken zahlreicher Umweltfaktoren (Press & Siever, 7. Auflage, S. 123).



**a. Bildungsmilieu**

- Umgebung
- Klima
- Erosion und Transportenergie (Informationen über die Zusammensetzung des verwitterten Gesteins) → Wind, Wasser, Eis
- Diagenese: Matrix oder Zement

**b. Ablagerungsumfeld**

- Hydrodynamik (Paläowassertiefe, Wasserenergie)
- Biologie und Chemie

**Aufgabe 2:**

⇒ Worüber geben Kornform, Rundung und Sortierung Auskunft? Gib typische Ablagerungsräume (Fazies) an, in denen die verschiedenen Eigenschaften der Komponenten vorkommen.

⇒ Diskutiere den Begriff „reifer Sandstein“ sowohl in Bezug auf die Komponenten wie auch auf die Grundmasse. Findest du Beispiele in den ausgeteilten Handstücken? Wo findet man heute reife Sande?

⇒ Welches der Quarzkörner in Abb. 10 stammt aus einem hochenergetischen Strandmilieu, einer glazialen Ablagerung und einem Wüstensand?

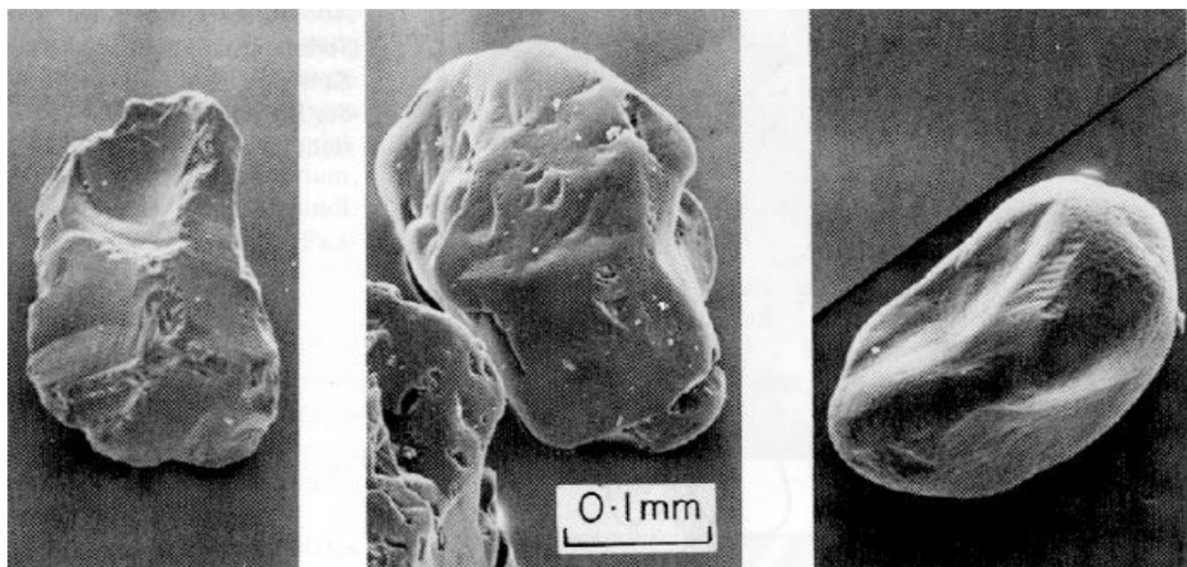


Abbildung 10: Quarzkörner aus drei rezenten Ablagerungsmilieus.

## D) Der Turbidit

Unter einem Turbidit versteht man klastisches Sediment, das von einem Trübestrom abgelagert worden ist. Der Trübestrom ist dabei eine Mischung aus Wasser und in Suspension gehaltenem Sediment. Lagert sich dieser Strom ab, entsteht eine Bouma-Sequenz. Die unten aufgezeichnete Abfolge und Strukturen einer Turbiditablagerung wurden von Bouma bestimmt. Die Mächtigkeit eines Turbidites variiert von einigen wenigen Zentimetern bis zu mehr als einem Meter. A-D gehört zum Trübestromereignis selber, E umfasst die Ablagerungen in ruhigen Zeiten. Dabei ist zu beachten, dass in den mächtigen Turbiditablagerung weniger Zeit steckt als in den geringmächtigen pelagischen Ablagerungen, welche teilweise vom nächsten Turbidit erodiert werden.

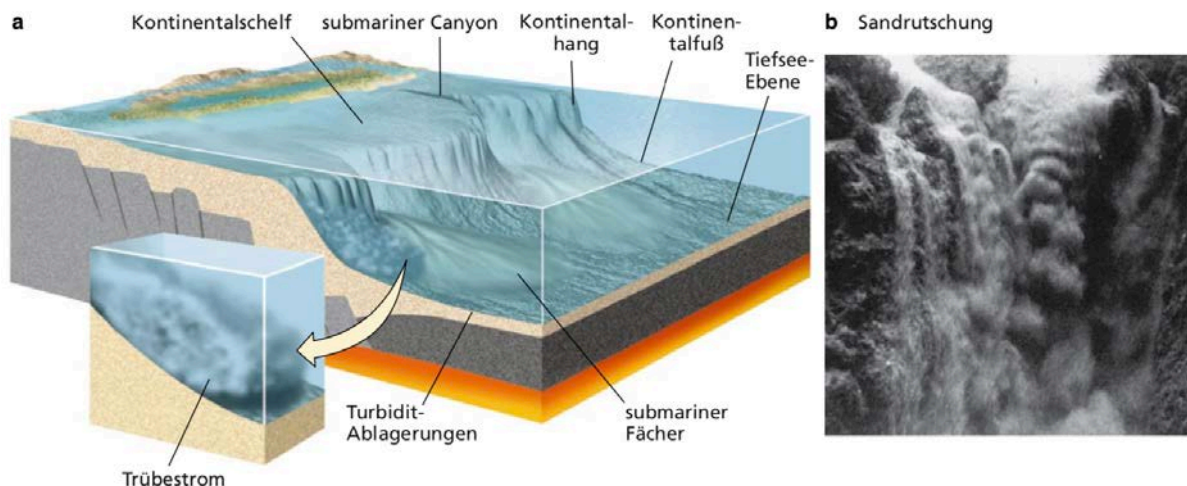


Abbildung 11: Trübestöme transportieren Sedimentmaterial vom Kontinentalschelf in tieferes Wasser. a Rutschungen am Kontinentalrand führen zur Entstehung von Trübestömen, die große Mengen Sediment über den Kontinentalhang und den Kontinentalfuß bis auf die Tiefsee-Ebene transportieren. b Rutschung am Beginn eines in den Schelfrand eingeschnittenen submarinen Canyons (Foto: US Navy) (Press & Siever, 7. Auflage, S. 578).

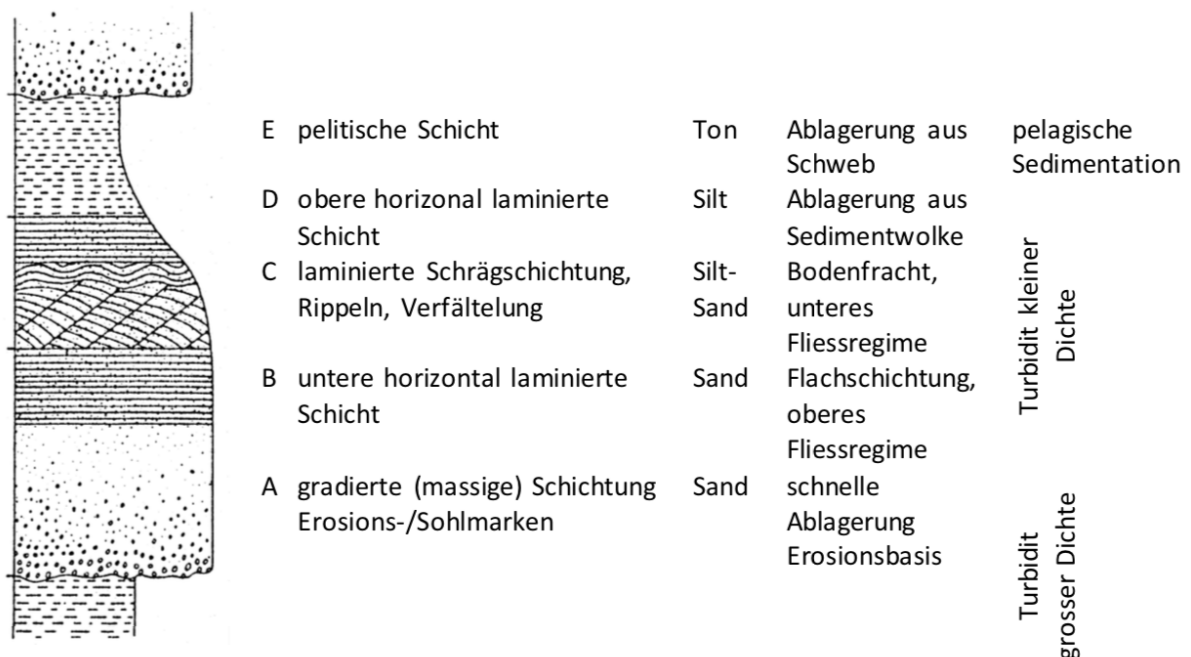


Abbildung 12: Turbidit mit Sequenzen nach Bouma.

**Aufgabe 3:**

- ⇒ Welche sedimentologischen Kriterien helfen uns bei der Bestimmung von oben und unten in einer Sedimentserie unbekannter Lagerung?
- ⇒ Wir vermuten, dass eine Sandsteinabfolge in einem Küstengebiet abgelagert wurde. Welche Sedimentstrukturen sollte man finden? Gibt es noch weitere Kriterien, nach denen wir suchen könnten, um unsere Hypothese zu stützen?
- ⇒ Wie können wir uns die Entstehung einer fein laminierten Mergelabfolge, die mit bioturbidierten Kalken wechsellagert, erklären?
- ⇒ Was sagt das unten angefügte Hjulström-Diagramm (Beziehung Korngröße zu Fließgeschwindigkeit) über die Ablagerungsmilieus aus?

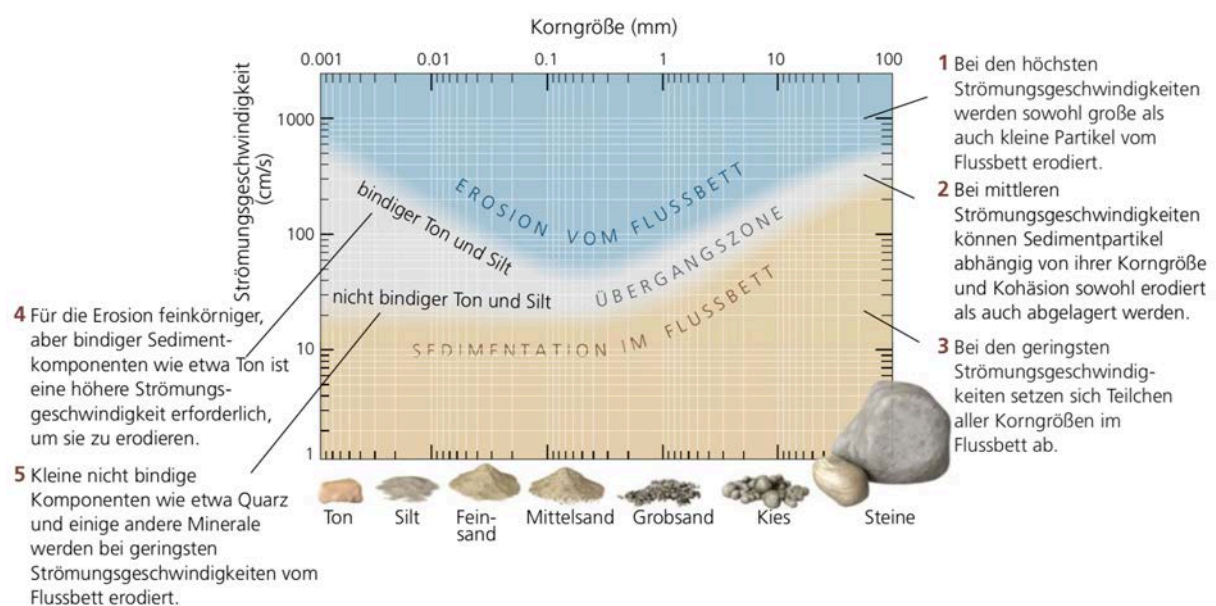


Abbildung 13: Hjulström-Diagramm (Press &amp; Siever, S. 517)

## E) Biochemische Sedimente (nicht-detritische)

Fallen Mineralien aus einer Lösung durch organische oder anorganische Prozesse aus, entstehen biochemische Sedimente. Sie zeichnen die Bedingungen des Klimas und der Umwelt des Ablagerungsbeckens auf.

### 1. Biogene Sedimente: Karbonate als Beispiel

Karbonate unterscheiden sich von klastischen Sedimenten. Klastische Sedimente resultieren aus Verwitterung, Erosion, Transport und Ablagerung, währenddessen Karbonate an Ort und Stelle gebildet werden. Die Karbonat-Bildung erfolgt durch Skelette von marinen Organismen oder direkt durch Ausfällung aus dem Meereswasser (dann allerdings als chemische Sedimente). Karbonate sind anfällig auf Lösung und Zementation. Die Mehrheit der Karbonate wurde und wird in Form von hochstrukturierten Organismenskeletten ausgefällt (biogen).

Pelagische Karbonate treten in intermediären Wassertiefen (z. B. Flanken von Ozeanrücken) auf, nicht aber in sehr tiefen Gewässern. In grossen Tiefen wird die Förderrate der sinkenden pelagischen Karbonatkörner der seichten photischen Zone durch die Karbonatlösung balanciert. Die Tiefe, in welcher dies passiert, ist als Carbonate **Compensation Depth (CCD)** bekannt, welche sich gewöhnlich bei etwa 3000-4000 m befindet.

Die beste Klassifikation der Karbonate erfolgt nach Dunham. Korn- und Matrix-Anteil spielen dabei eine fundamentale Rolle.

nach Dunham 1962 (modifiziert, aus Bosellini 1996)






Ablagerungsgefüge sichtbar					nicht sichtb.
Zusammengeschwemmte biotritische Komponenten Weniger als 10% der Körner mit Korngrößen > 2 mm			Autochtoner Bio- detritus durch Kalk verkittet (z.B. Korallen, Schwämme, etc.)		Rekristallisierter Karbonat
Kalkmatrix (Korndurchmesser < 0,03 mm)		keine Matrix			
Matrixgestützt		Korngestützt			
< 10% Körner	> 10% Körner				
Mudstone	Wackestone				
		Packstone	Grainstone	Boundstone	
					

Abbildung 14: Klassifizierung der Karbonate nach Dunham. Die Wasserenergie (Strömung, Wellen, ...) nimmt von links nach rechts zu.



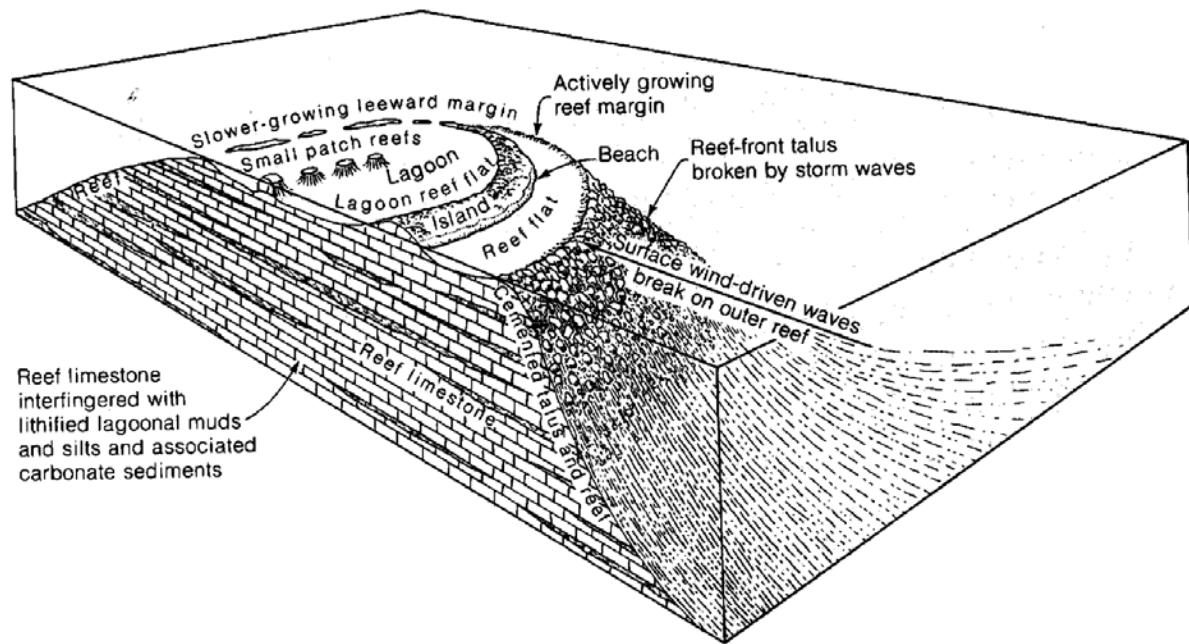


Abbildung 15: Ablagerungsräume in der Umgebung eines rezenten Riffes (Press & Siever, 1982).

#### Aufgaben 4:

⇒ In welchen Teilen des Riffs erwartest du die verschiedenen Arten von Karbonatgesteinen? Wie variiert die Wasserenergie im abgebildeten Raum, und wie beeinflusst dies den Karbonattypen? Was unterscheidet Tiefwasserkalke von den hier abgebildeten Flachwasserkalken?

⇒ Kalkstein dient als Baustein für verschiedene Denkmäler. Was für Nachteile birgt diese Art Baustein? Schreibe eine mögliche chemische Reaktion auf, die eine mögliche Problematik erläutert.

## 2. Biogene Schlämme (Biogenic oozes)

Biogene Schlämme sind schalenhaltige, einzellige planktische Organismen. Dazu gehören die Coccolithen, Foraminiferen, Diatomeen und Radiolarien.

### Hauptgruppen des skeletthaltigen ozeanischen Planktons als Quelle der pelagischen Sedimentation

	Calcit ( $\text{CaCO}_3$ )	Opal ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ )
Phytoplanton	Coccolithophoren	Diatomeen
Zooplankton	Foraminiferen	Radiolarien

Quarz-Schlämme (siliceous oozes), wozu die Diatomeen und Radiolarien gehören, werden durch Silica ( $\text{SiO}_2$ ) dominiert. Sie werden wie folgt gebildet:

- Akkumulation von Silica-ausscheidenden Organismen wie Diatomeen, Radiolarien oder andere Typen von Spongien (Schwämmen) -> layered chert
- gelöstes Silica ersetzt das Karbonat im Kalk über chemische Reaktionen -> chert interbeds

## 3. Chemische Sedimente: Evaporite

Chemische Sedimentgesteine entstehen durch Ausfällung aus wässriger Lösung ohne massgebliche Beteiligung von Organismen.

**Evaporite** werden durch anorganische chemische Ausfällung aus einer Lösung gebildet. Die Ausfällung kann mit der Lösungssättigung begründet werden: Der Solvent kann keine gelösten Ionen mehr halten. Usiglio hat 1849 experimentell herausgefunden, bei welcher Salinität sich welches Gestein herauslöst. Folgende Evaporitausfällungsreihe gilt:

Calcit → Dolomit → Gips → Anhydrit → Steinsalz → andere Salze

35-37 ‰	hochsalines Meereswasser
60-80 ‰	Carbonat ( $\text{CaCO}_3$ )
185-200 ‰	Gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )
350 ‰	Halit ( $\text{NaCl}$ )
> 350 ‰	Bittersalze ( $\text{KBr}$ , $\text{CaCl}_2$ , $\text{MgSO}_4$ , ...)

## Chemische Sedimente – Model Lagune (Evaporite, Salzminerale)

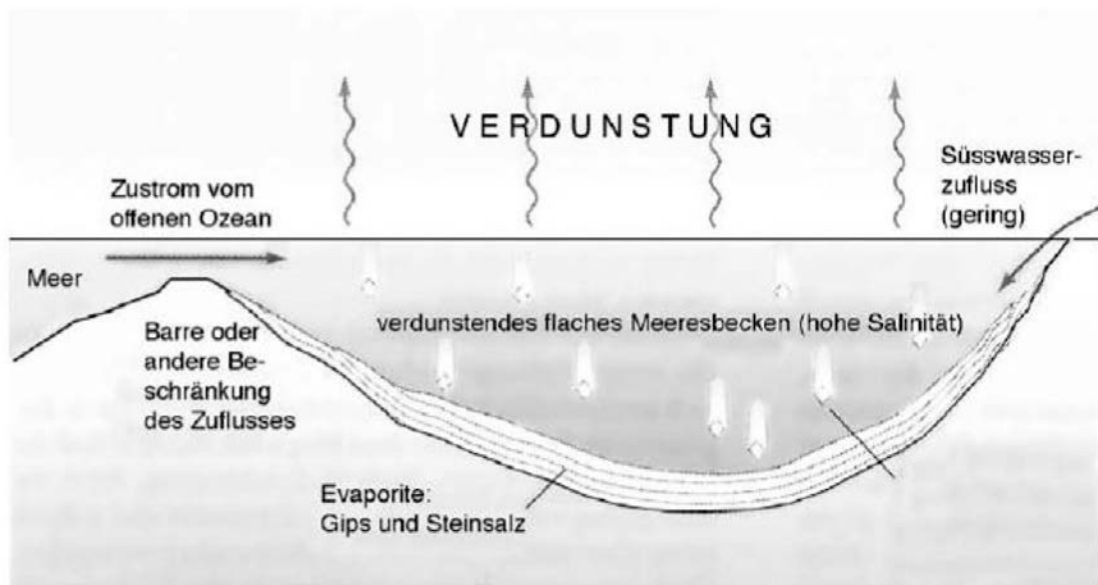


Abbildung 16: Model Lagune: Eine Möglichkeit zur Bildung von Evaporiten.

### Aufgabe 5:

⇒ Zeichne ein mögliches stratigraphisches Profil der Ablagerungen einer Lagune.

**Organische Sedimente** entstehen durch Zusammendrücken alterierter Überbleibsel ehemaliger Organismen. Organische Sedimente werden in sauerstoffarmen (reduzierenden) Umgebungen gebildet. Der bakterielle Zerfall wird so verhindert. Die Diagenese organischer Sedimente läuft wie folgt über folgende Prozesse ab:

- Kompression und Entwässerung
- Entsorgen volatiler Elemente (O, N, H)
- Konzentration von C

## SEDIMENTGESTEINE, BIOGEN, CHEMISCH

<b>Kalk</b>	Mineralbestand CaCO <sub>3</sub> (Calcit, Aragonit, Mg-Calcit)	Komponenten, Strukturen >Biogene; Ooide, Pelloide, Extraklasten, >Mikrit (mikrokristalliner Calcit): -biogen (Kalkalgen) -chemisch (Seekreide) >Zement (diagenetisch) Sedimentstrukturen, je nach Ablagerungsmilieu Mikrit	Erkennung Salzsäure (10%), gut ritzbar
<b>Dolomit</b>	CaMg (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Stromatolithe, Trockenrisse zellig-porös (im Alpenraum): <b>Rauhwaacke</b>	Salzsäure (10%): braust nicht
<b>Silex, Hornstein</b>	SiO <sub>2</sub> (Quarz)	Biogene: -Radiolarien: <b>Radiolarit</b> -Diatomeen: <b>Diatomit</b> -Silexknollen (Silifizierung von ursprünglich nicht-kieseligem Material) z.T. gemischt mit Dolomit	nicht ritzbar, keine Reaktion mit Salzsäure
<b>Gips, Anhydrit</b>	Ca(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O (Gips)	Corg: biogene Herkunft knollig, lagig, oft zusammen mit Kalk	leicht ritzbar, faserig, spätig, z.T. dicht oft dicht, z.T. "chicken wire" Strukturen schwarz, z.T. glänzend schwarz, dunkle Flecken im Kalk, kein Brausen mit Salzsäure
<b>Kohle</b>	Ca(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (Anhydrit)		
<b>Phosphorit</b>	detritische Mineralien und Corg Ca-Phosphat (Apatit)		

### Sedimentstrukturen:

- >Stromatolithe, Algenlamination : Cyanobakterien bilden organogene Lagen in Gezeitenablagerungen (Karbonatmilieu)
- >Trockenrisse: "TeePee-Strukturen" (karbonatisches Milieu)
- >Rippeln, Dünen, Kreuzschichtung: Strukturen, je nach hydrodynamischem Regime in Kalk, Hornstein, Dolomit
- >Rutschungsfalten (Kalke, Hornsteine)
- >Bioturbation: in Kalk, Hornstein, Dolomit, je nach Milieu: Wühlspuren, Grabspuren, Wohnbauten
- >diagenetische Strukturen: Knollen (Bsp. Knollenkalk, Silexknollen)

Abbildung 17: Überblick der biochemischen Sedimentgesteine.



## F) Relative Stabilität der Mineralien gegenüber Verwitterung

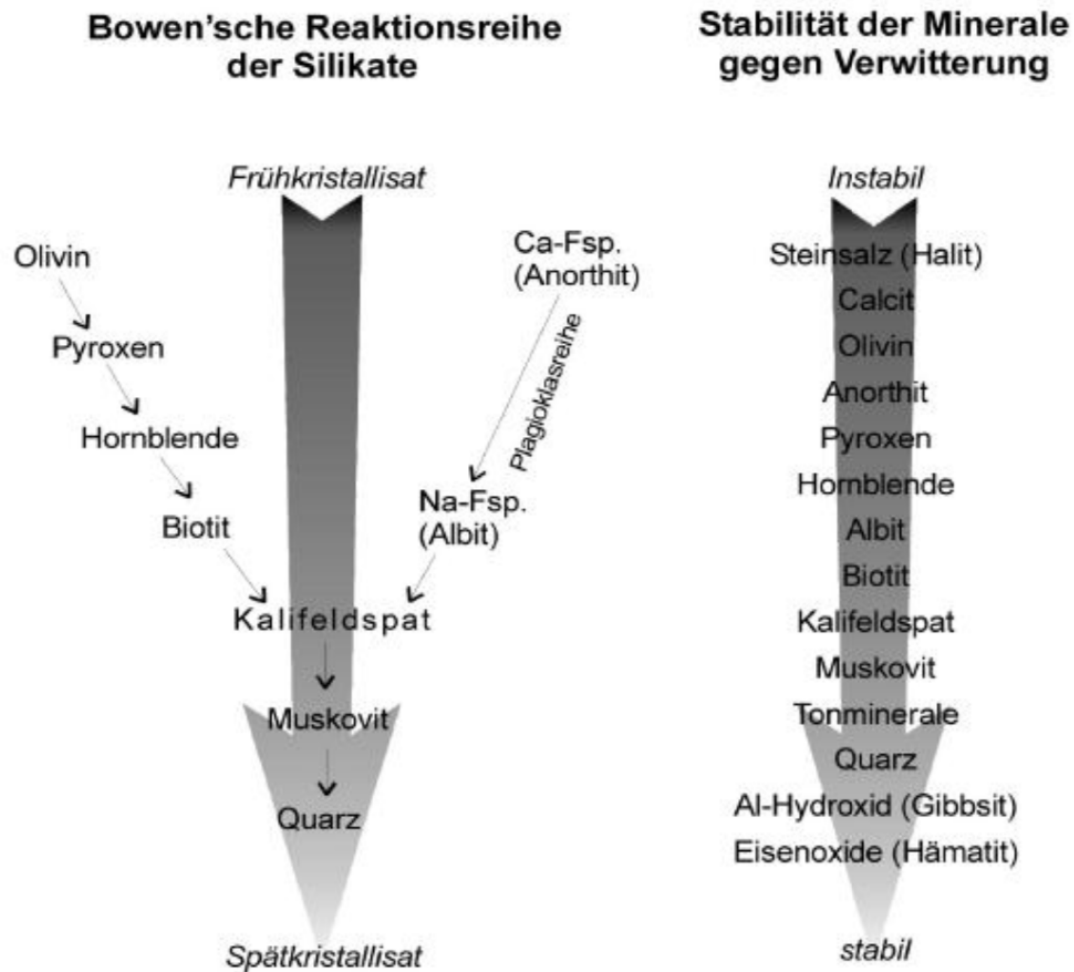


Abbildung 18: Stabilität der Mineralien gegenüber Verwitterung. Die Bowen'sche Reaktionsreihe zeigt an, in welcher Reihenfolge die Silikate durch Abkühlung auskristallisieren.

**Aufgabe 6:**

- Gibt es Parallelen zwischen der Fraktionierungsreihe nach Bowen und der Verwitterung und Genese klastischer Gesteine?

## G) Übersicht der Sedimentgesteine

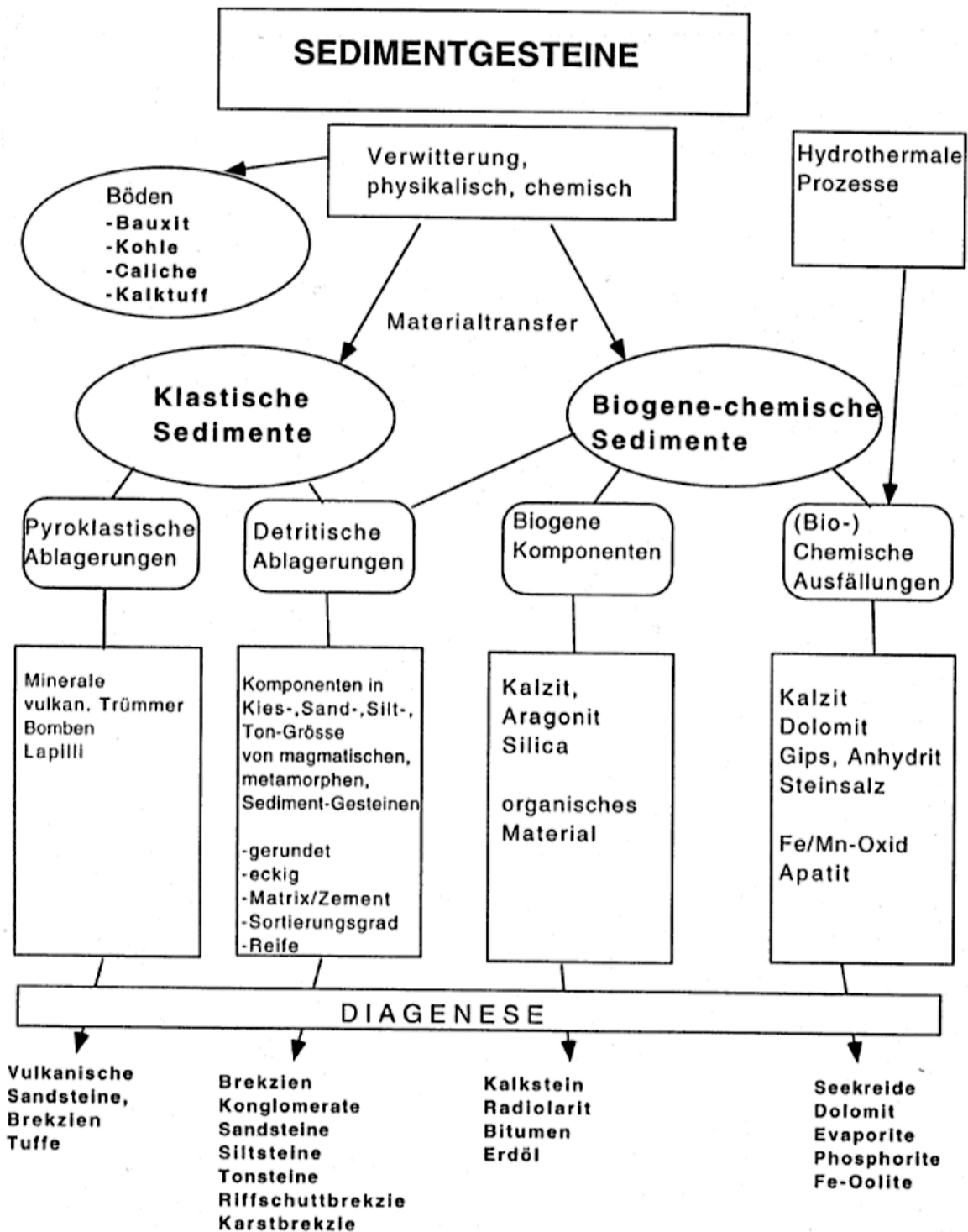


Abbildung 19: Zusammenfassende Nomenklatur der Sedimentgesteine.

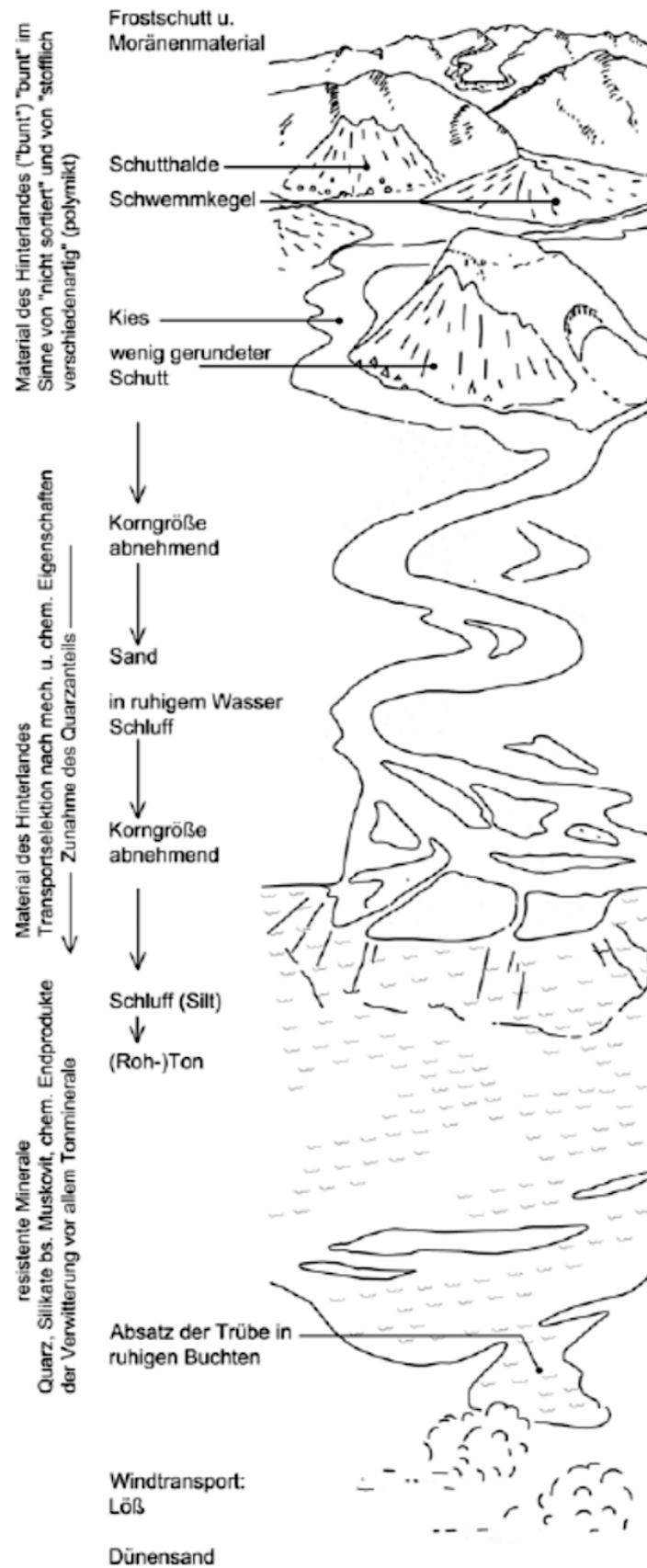


Abbildung 20: Ablagerungsmilieus mit ihren zugehörigen klastischen Sedimenttypen im Source-to-sink- System.

Name	Merkmale	Bildungsmilieu
<b>Schieferton</b>	Feine Lamination durch Einregelung der Schichtsilikate	Tiefsee
<b>Siltstein</b>	Feine Lamination durch Einregelung der Schichtsilikate	See oder entlang des Kontinentalabhangs
<b>Quarzsandstein</b>	Gefüge: komponentengestützt Komponenten: gut gerundete Quarzkörner (<2mm) Chemisch und mechanisch (sehr) reif Färbung durch Fe-Oxidationen in verschiedenen Oxidationsstufen	Strand, Delta, Flachmeer
<b>Arkose</b>	Komponenten: gerundete Quarzkörner, verwitterter Feldspat (grünlich und rötliche Komponenten) Chemisch unreif, mechanisch reif	Delta, Wüste
<b>Kristallinkonglomerat</b>	Gefüge: matrixgestützt Komponenten: angerundete Quarzkörner Matrix: Silt und Ton Schlecht sortiert Chemisch und mechanisch unreif	Murgang
<b>Kristallinbrekie</b>	Gefüge: matrixgestützt Komponenten: Quarz, Muskovit Matrix: Silt Schlecht gerundete Komponenten chemisch und mechanisch unreif	Murgang
<b>Quarzkonglomerat</b>	Gefüge: korngestützt Komponenten: gut gerundete Quarzkörner Matrix: Silt und Ton Gut sortiert, chemisch und mechanisch reif	Strand, Fluss
<b>Kalkkonglomerat</b>	Gefüge: korngestützt Komponenten: gerundete Kalkklasten Matrix: Mikrit Schlecht sortiert Chemisch und mechanisch unreif	Fluss
<b>Grauwacke</b>	Gefüge: korngestützt Komponenten: Quarzkörner Matrix: Ton Chemisch unreif, mechanisch reif	Turbidit
<b>Vulkanischer Tuff</b>	Gefüge: matrixgestützt Komponenten: diverse Gesteinsbruchstücke Matrix: feine Aschenpartikel Schlecht sortiert Chemisch und mechanisch reif	in der Umgebung von Vulkanen

Abbildung 21: Einige klastische Sedimentbeispiele (Quelle: Gesteinssammlung der Erdwissenschaften ETHZ).

## Referenzen:

- Allgemeine Geologie. Press, F. & Siever, R. Springer-Verlag. 5. Auflage. 2008.
- Allgemeine Geologie. Press, F. & Siever, R. Springer-Verlag. 7. Auflage. 2014.
- Gesteinsbestimmung im Gelände. Vinx, R. Springer-Verlag. 2. Auflage. 2008.
- Vorlesungsunterlagen Dynamische Erde I/Teil Sedimentologie. Prof. Dr. G. H. Haug. 2011.