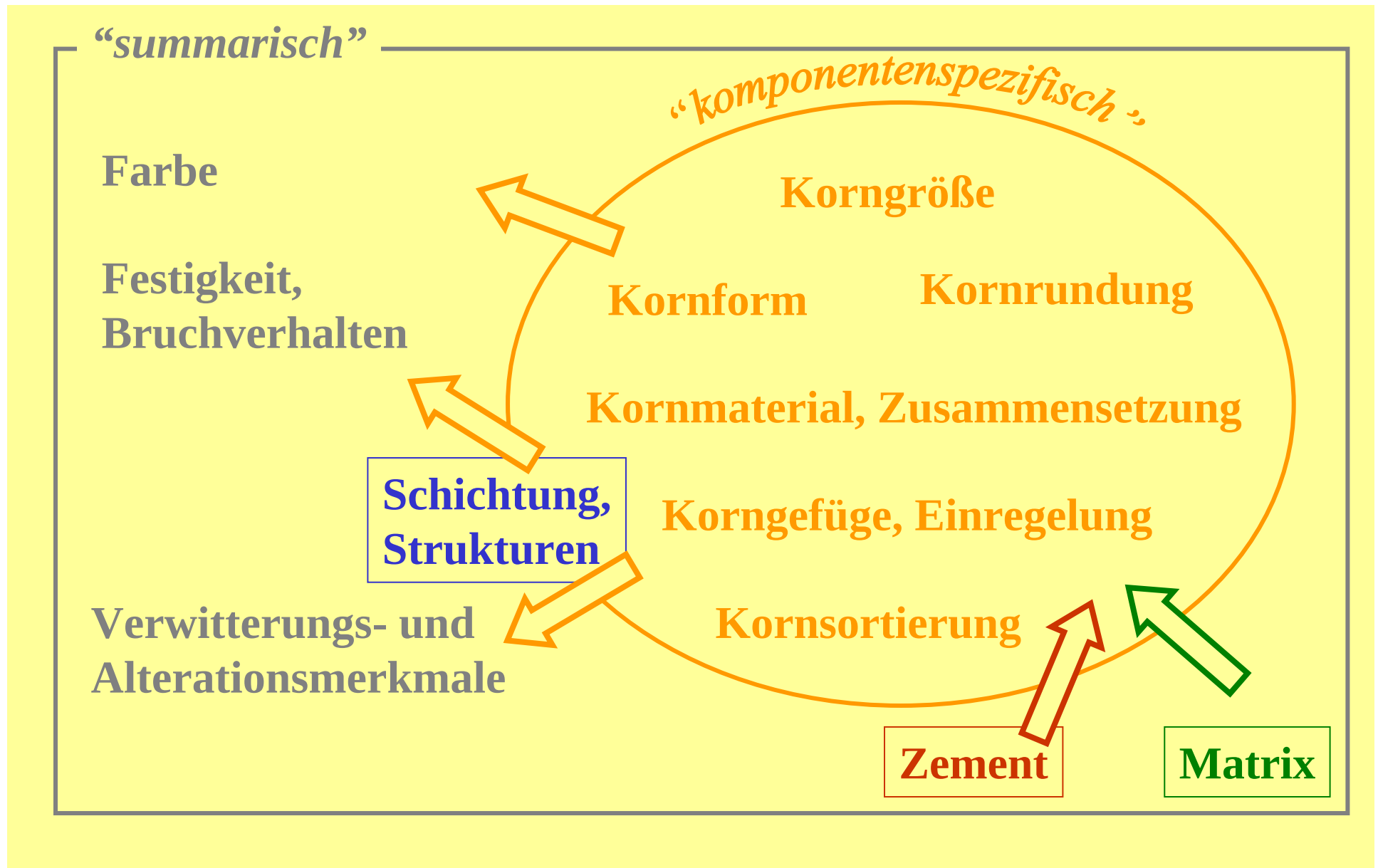


Einteilung der Sedimentgesteine

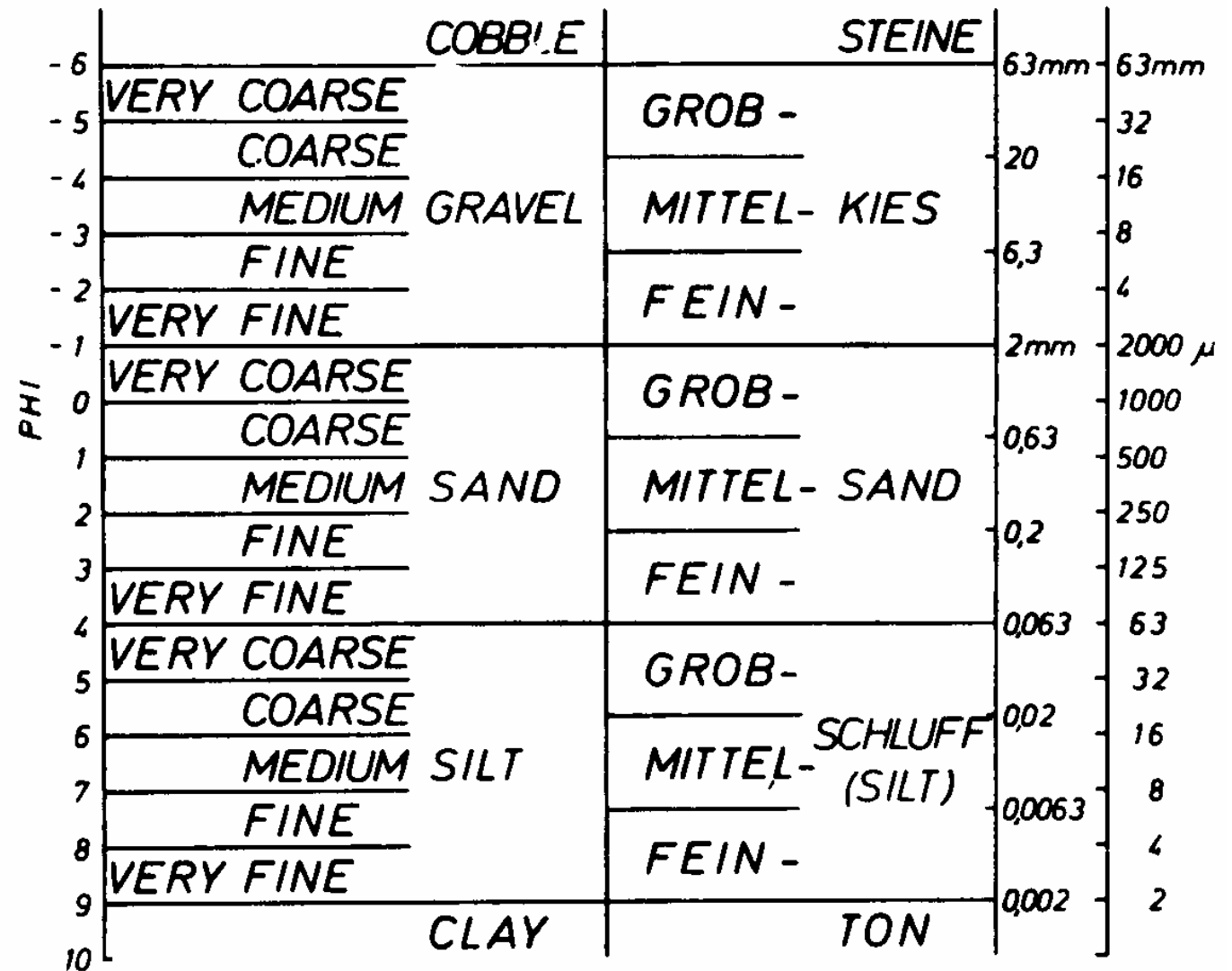
Terrigene (silizi-)klastische Sedimentgesteine	Biogene und organische Sedimentgesteine <- biochemisch ->	Chemische Sedimentgesteine	Pyroklastische Sedimentgesteine
Konglomerate Brekzien Sandsteine Pelite (Tonsteine, Siltsteine)	Kalksteine Dolomite Kieselgesteine (u.a. Radiolarite) Kohle Schwarzpelite ("Ölschiefer") Phosphorite	Evaporite (u.a. Gips, Anhydrit, Halit, Sylvin) eisenreiche Sedimentgesteine (u.a. BIF)	Tuffe/Tuffite Lapillisteine vulk. Brekzien Hyaloklastika Ignimbrite

Beschreibung von Sedimentgesteinen



Korngrößen

Abb. 4-18. Korngrößenbenennung. Links die Skala nach WENTWORTH (1922) und DOEGLAS (1968), rechts diejenige nach DIN 4022.



$$\Phi = -\log_2 d$$

(d = Durchm. in mm)

Korngrößen

mm	phi	Class terms	Sediment and rock terms implying grain size	
256	-8	<u>boulders</u>		
128	-7			
64	-6	<u>cobbles</u>	gravel	
32	-5		rudite	
16	-4	pebbles	rudaceous sedcs.	
8	-3		conglomerates	
4	-2		breccias	
2	-1	<u>granules</u>		
1	0	Sand {	sand sandstones arenaceous sediments arenites	
0.5	1			
0.25	2			
0.125	3			
0.062	4			
0.031	5	Silt {	silt siltstone	} mudrocks
0.016	6			
0.008	7			
0.004	8			
		clay	clay claystone	

				<u>Pelite</u>
--	--	--	--	---------------

Pelite

Kornform

Definition von drei Raumachsen:

mit a als längstmöglicher Achse und

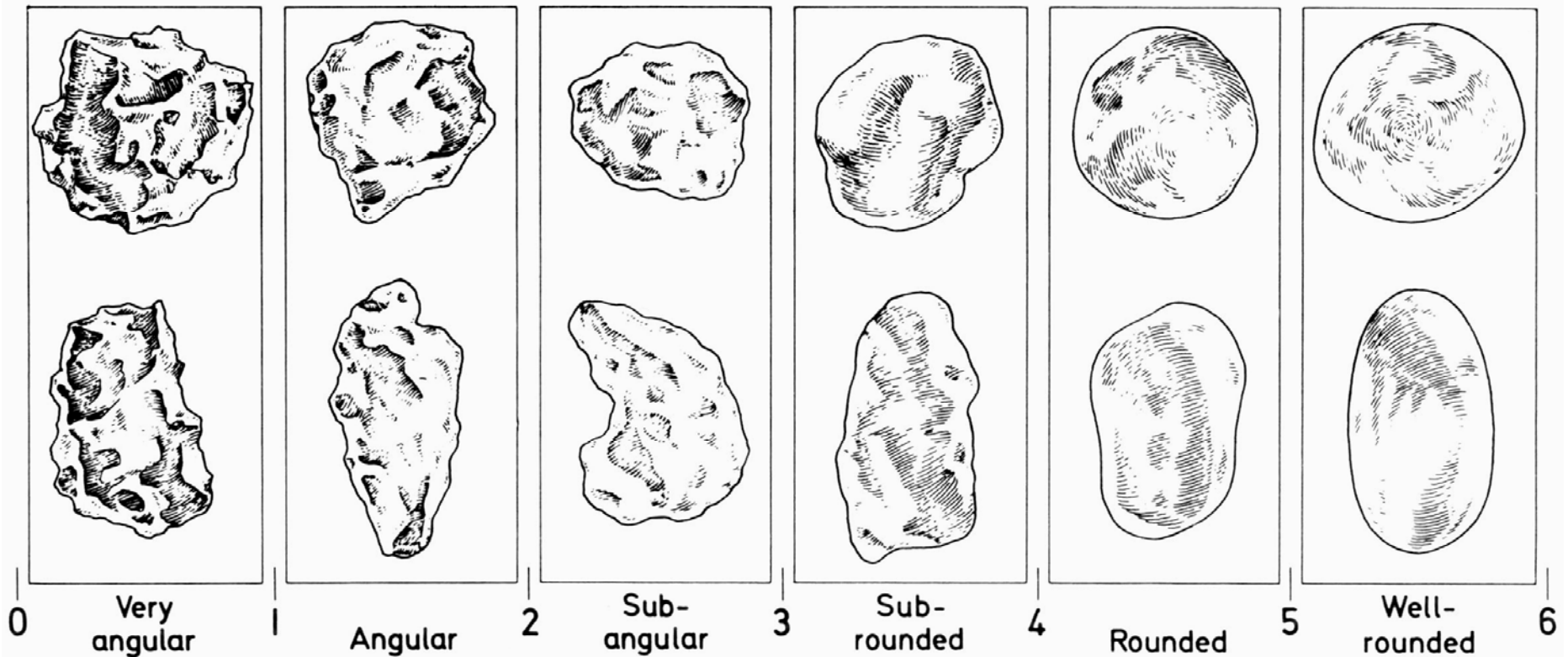
$$\mathbf{a} \perp \mathbf{b} \perp \mathbf{c} \quad \text{und} \quad \mathbf{a} \geq \mathbf{b} \geq \mathbf{c}$$

$\Rightarrow$ z.B.: $a = b = c \quad \Rightarrow$ **kugelig**

$a \gg b \approx c \quad \Rightarrow$ **stengelig**

$a > b \gg c \quad \Rightarrow$ **plattig**

Kornrundung

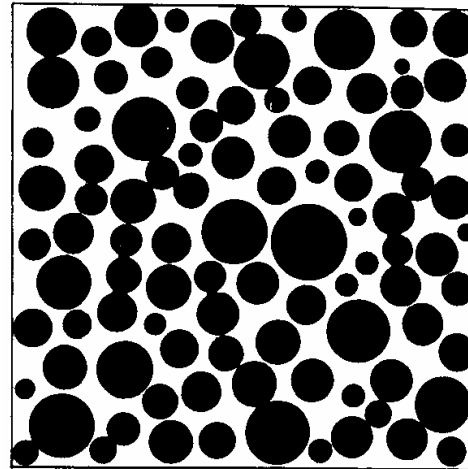


Einstufung nach Vergleichsbildern in 6 Klassen; die Spalten zeigen Körner gleicher Rundungsgrades, aber unterschiedlicher Sphärizität.

Kornsortierung

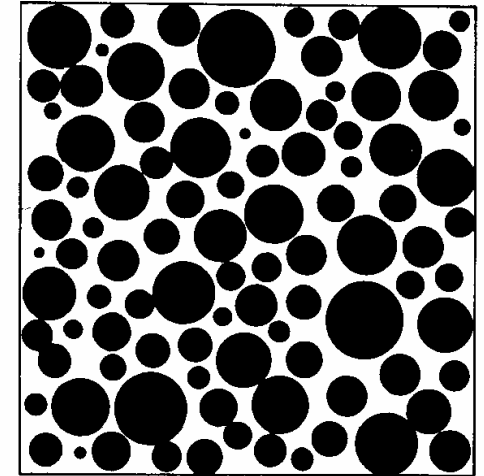
Sortierungsgrad	
σ	
sehr gut sortiert	
0.35	_____
gut sortiert	
0.50	_____
mäßig sortiert	
1.00	_____
schlecht sortiert	
2.00	_____
sehr schlecht sortiert	

0.35

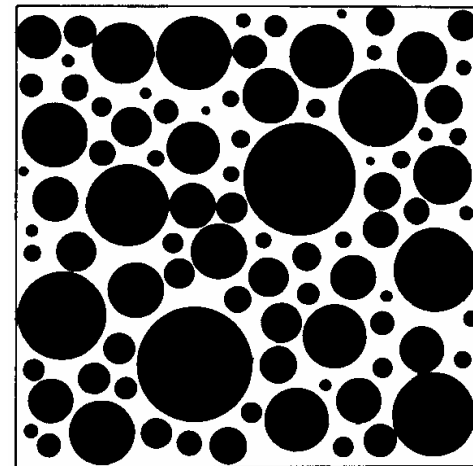


(a)

0.50

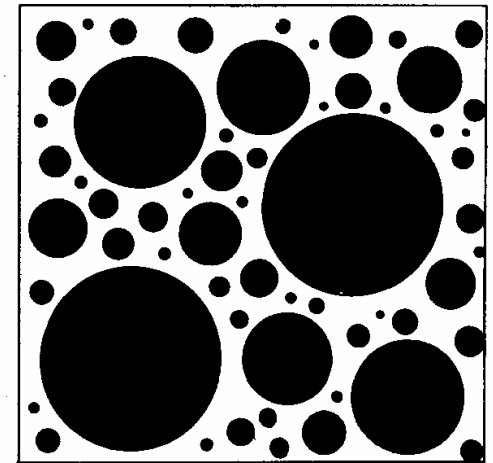


(b)



(c)

1.00



(d)

2.00

Kornsortierung

Vergleichsbilder für Handstücke (mit Lupe)

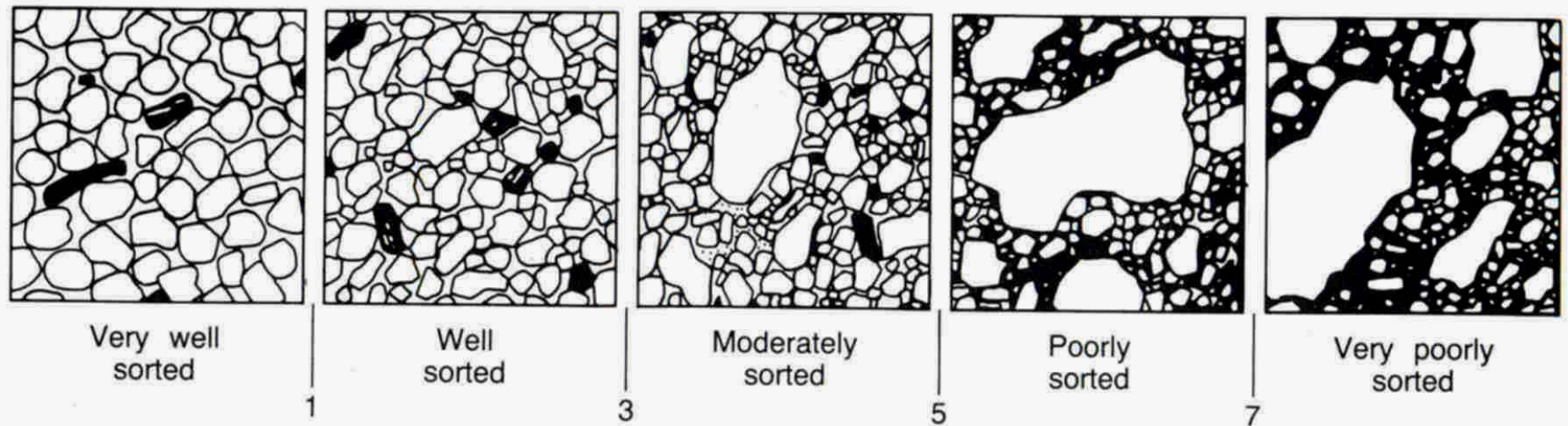


Fig. 2.9. Sorting images and standard terms (from Compton, 1962). The numbers indicate the number of size classes included by *c.* 80% of the material. The drawings represent sandstones seen with a hand lens. (Reproduced by permission of Wiley.)

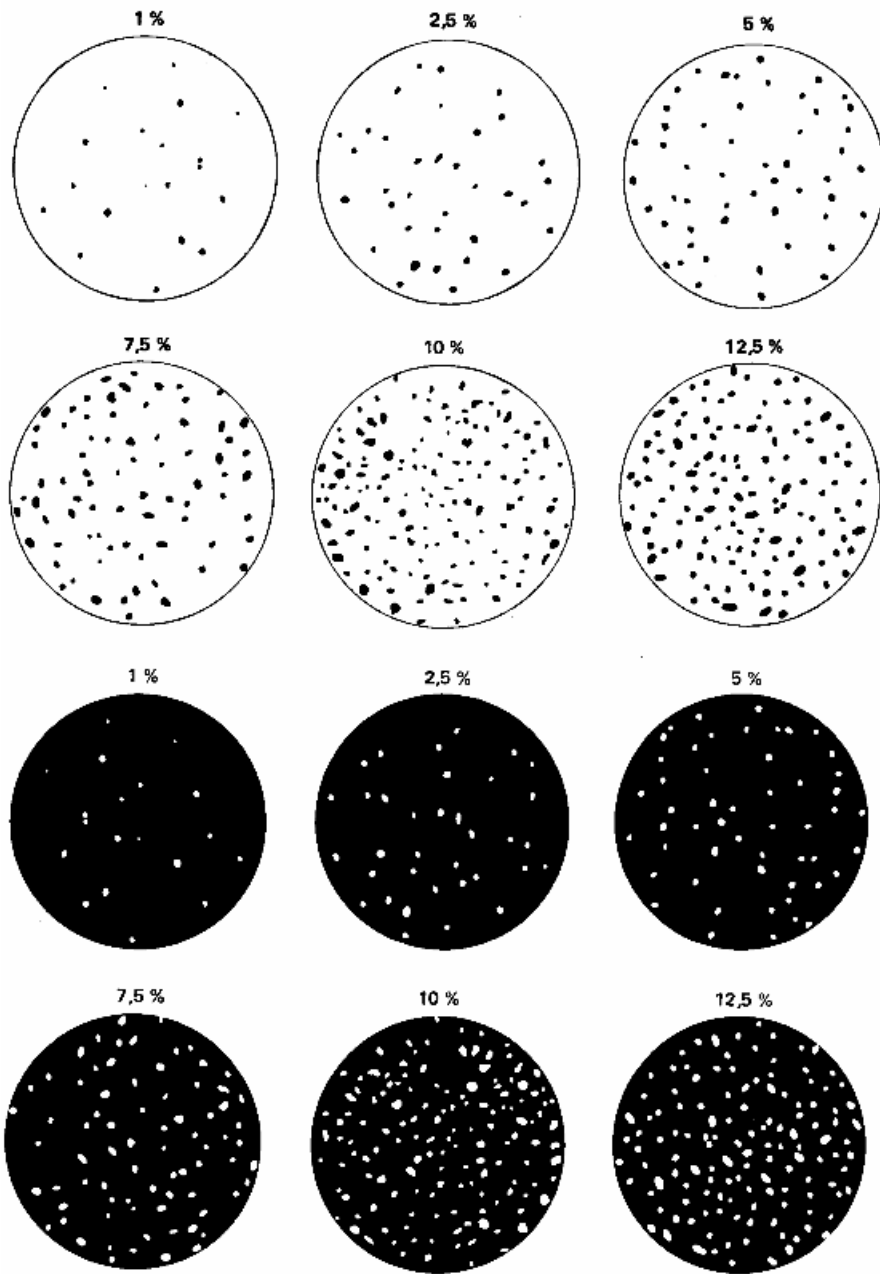


Abb. 26b

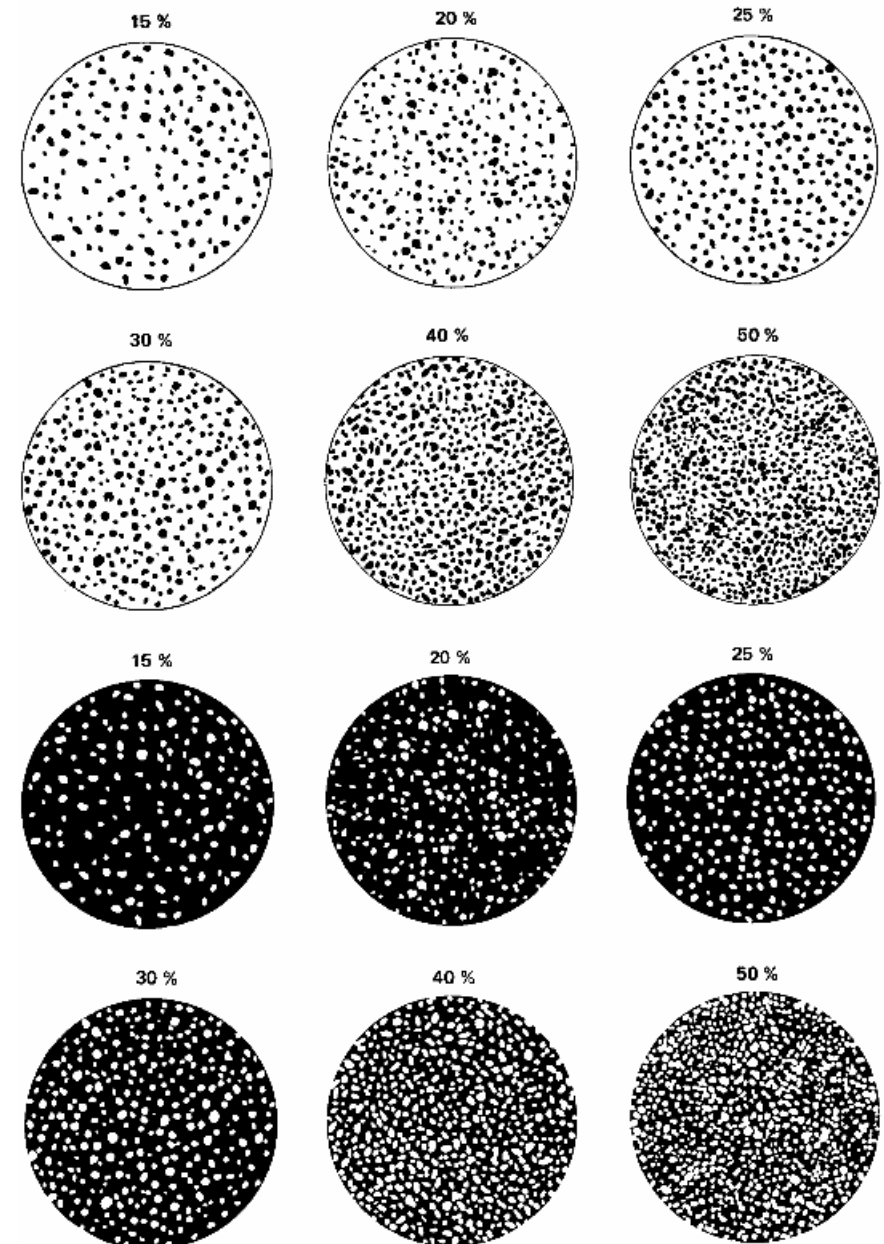


Abb. 26c

K o r n h ä u f i g k e i t

Korngefüge

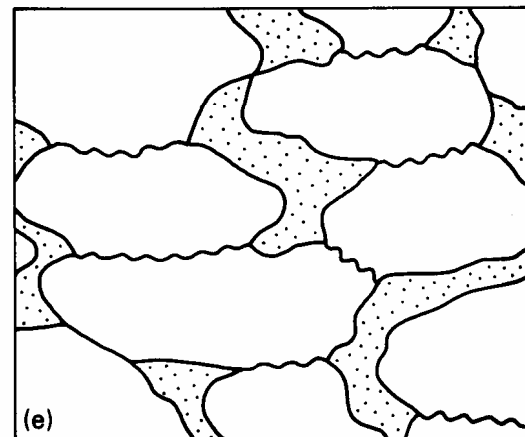
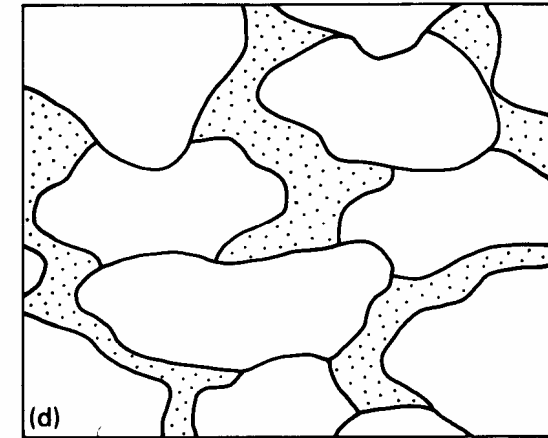
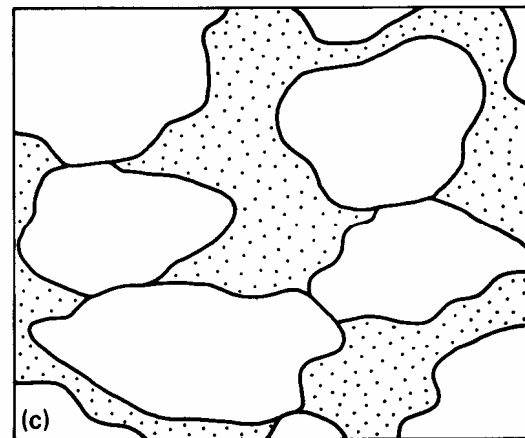
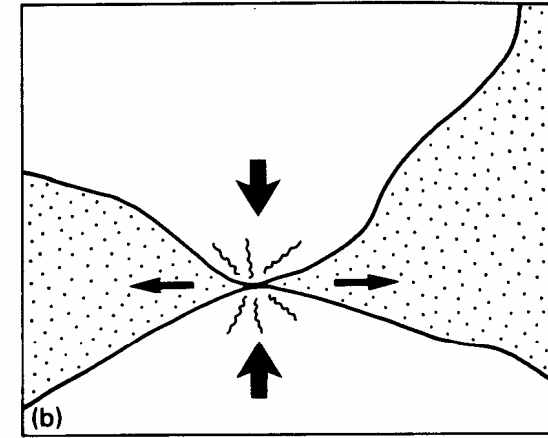
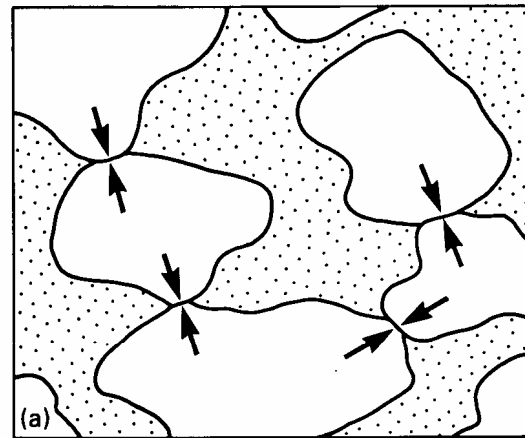
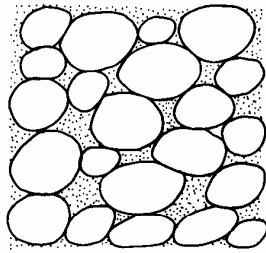


Fig. 5.19. Solution compaction between individual grains (porosity is stippled throughout): (a) Point grain to grain contacts (arrowed). (b) Stressed grain to grain contacts (large arrows), leading to formation of dislocations in crystal lattice and subsequent dissolution, with lateral fluid transport of solutes (small arrows). (c) Planar grain to grain contacts. (d) Interpenetrating grain to grain contacts. (e) Sutural grain to grain contacts.

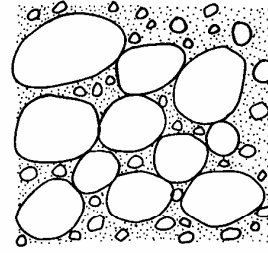
Korngefüge

Schichtung

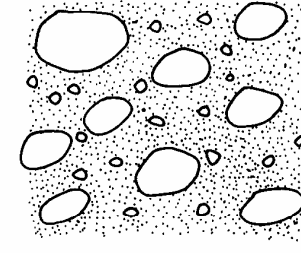
1 Sorting size distribution



Clast supported
bimodal
matrix well sorted

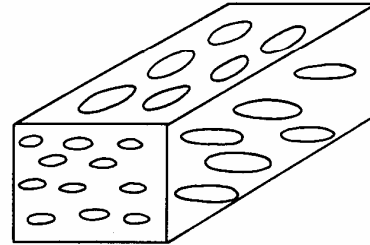


Clast supported
polymodal
matrix poorly sorted

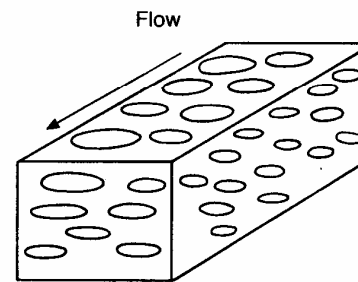


Matrix supported
polymodal

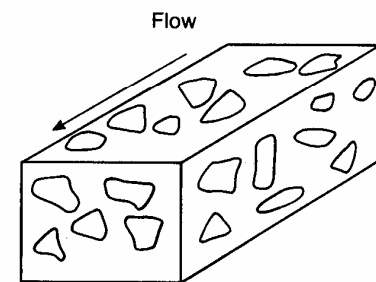
2 Fabric



a (p) a (i)

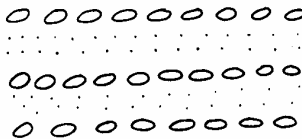


a (t) b (i)



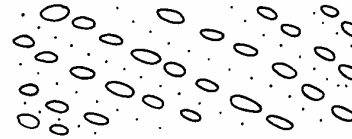
Unordered fabric

3 Stratification



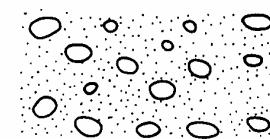
Horizontal

„schräg“



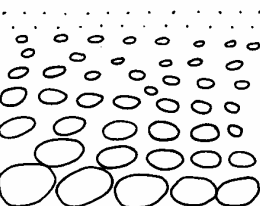
Inclined

„massig“

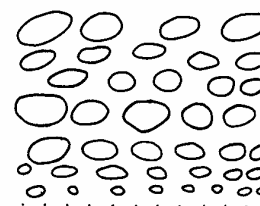


Unstratified

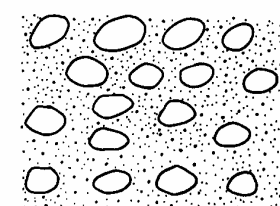
4 Grading



Normal

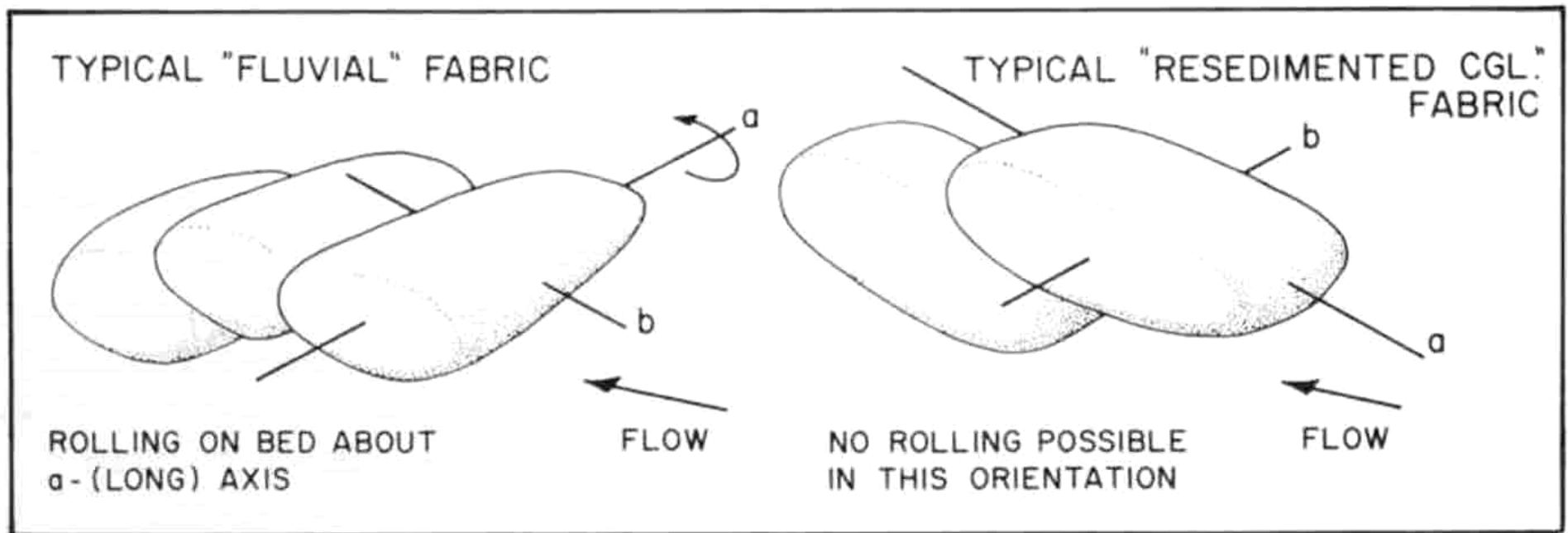


Inverse



Ungraded

Korngefüge / Imbrikation



Schichtung - Lamination

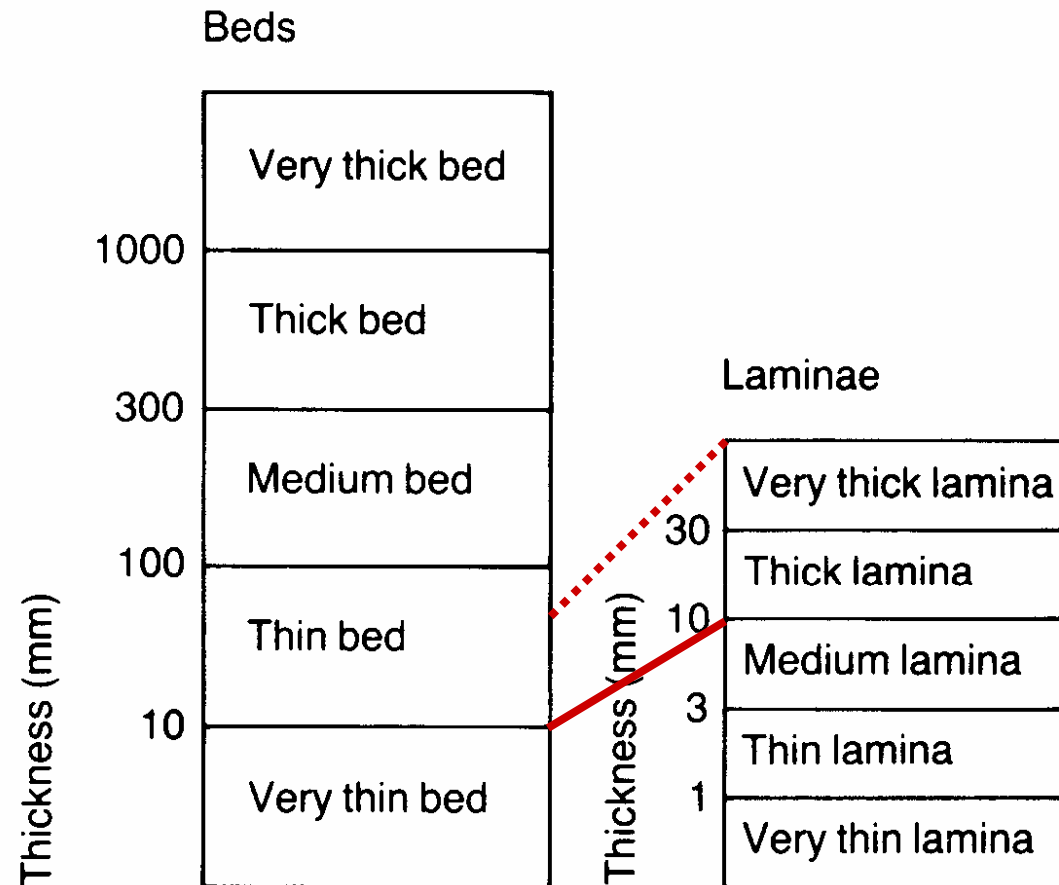


Fig. 2.13. Terminology for thickness of beds and laminae (modified after Ingram, 1954, Campbell, 1967 and Reineck & Singh, 1975). (Reproduced by permission of Springer.)

Terrigene klastische Sedimente

Entstehung terrigener klastischer Sedimentgesteine

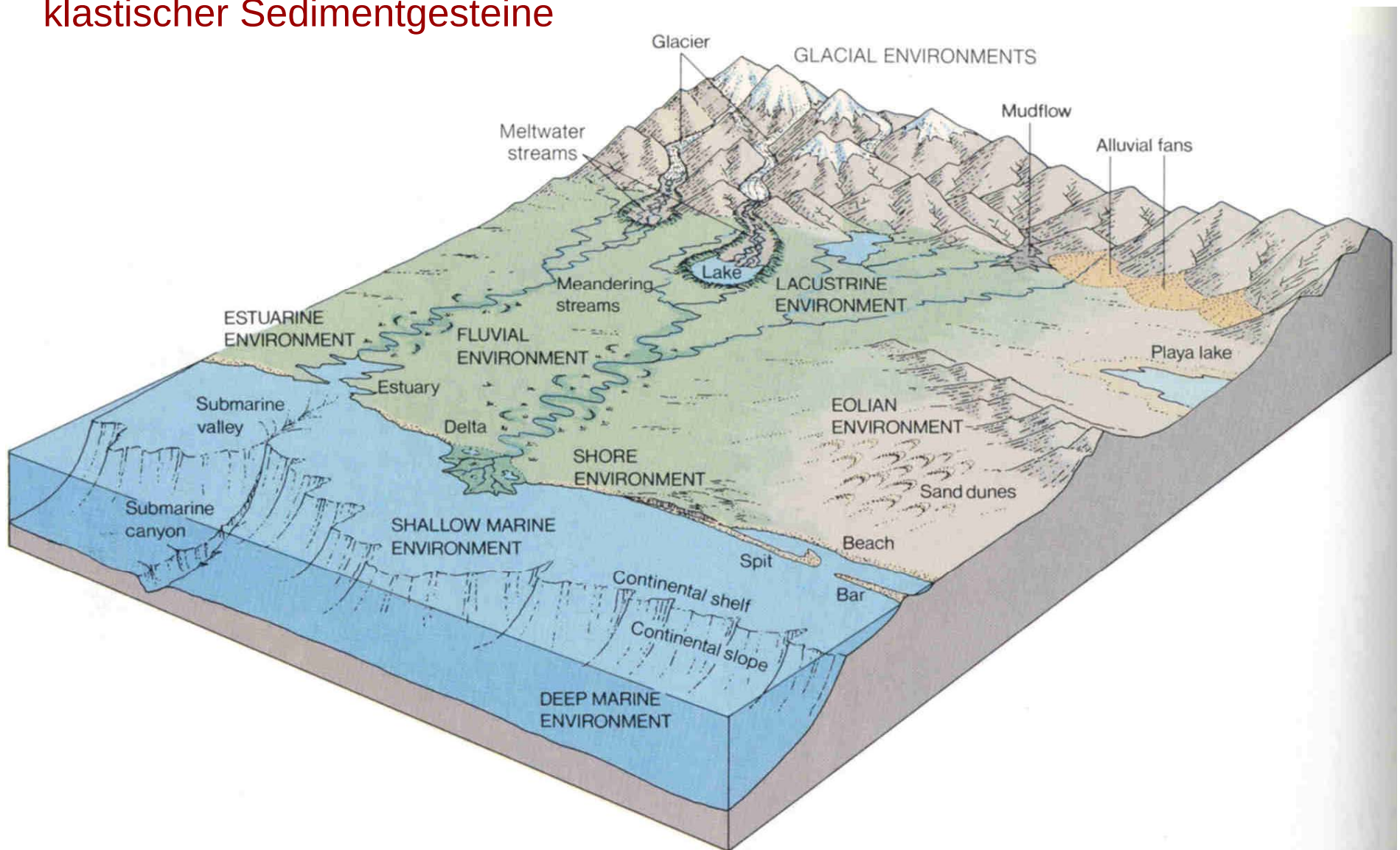


FIGURE 4.16 Various depositional environments occurring across the edge of a continent and the adjacent margin of an ocean basin.

Skinner 1989

A: Konglomerate und Breccien (Psephite)

Komponenten > 2mm:

monomikt ↔ oligomikt ↔ polymikt
(z.B. Granit-Konglomerat) (z.B. „Bunte Breccie“)

extraformationelle Klasten ↔ intraformationelle Klasten
(„Intraklast-Konglomerate“)

Komponenten - gestützt ↔ Matrix - gestützt
(Ortho-)Konglomerat Parakonglomerat
Diamiktit
Geröllsandsteine
Geröllpelite

Bestimmung der Gerölle, Oberflächenstruktur, Geröllform, Orientierung, Kompaktion, ...

B: Sandsteine (Psammite, Arenite)

allgemein:

Benennung nach
Herkunft und Art
der Komponenten

Zuffa 1980

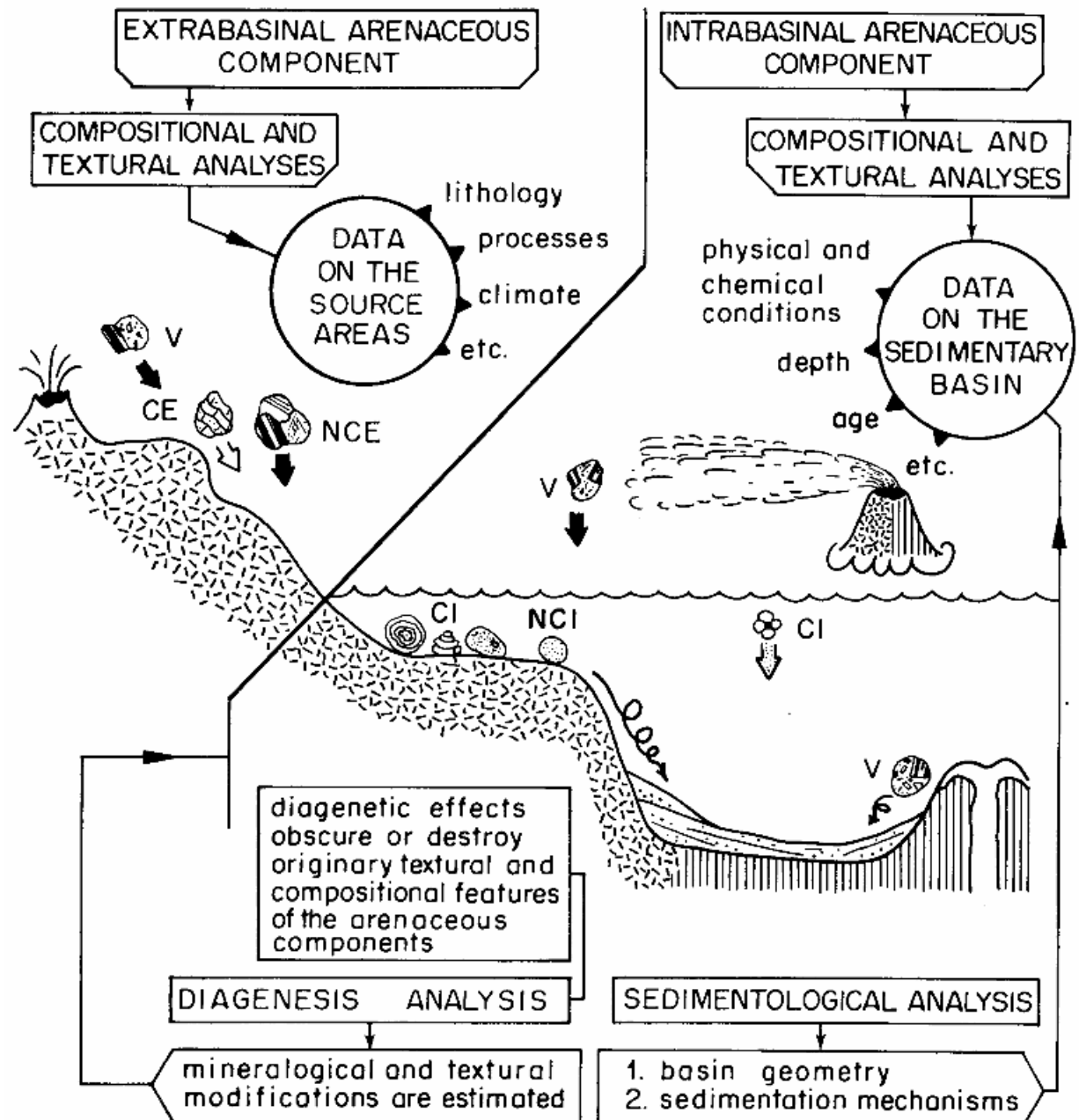
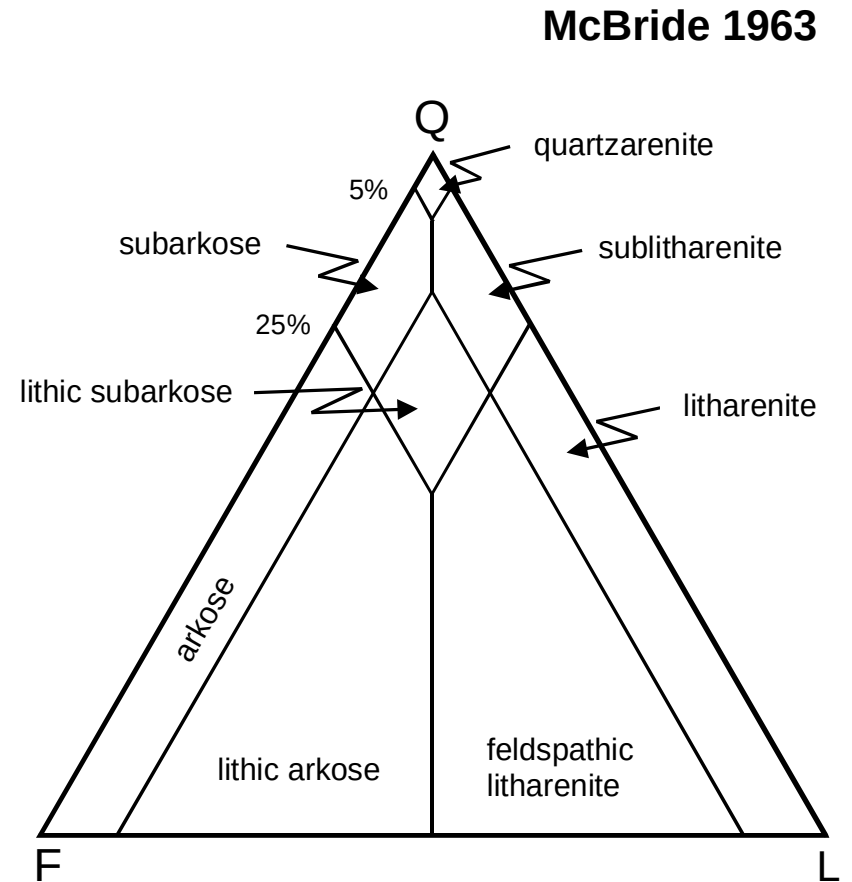
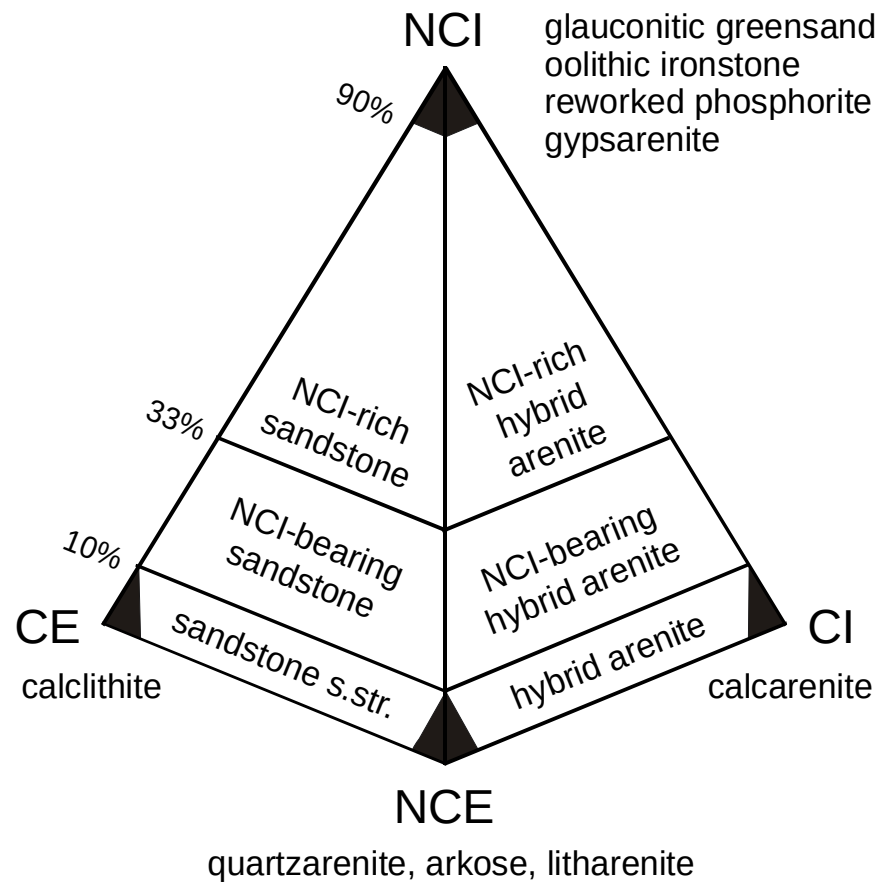


FIG. 1.—Schematic relationship between arenaceous components and data provided by the optical and sedimentological analyses of a marine arenite. NCE: noncarbonate extrabasinal grains; CE: carbonate extrabasinal grains; NCI: noncarbonate intrabasinal grains; CI: carbonate intrabasinal grains; V: volcanic grains.

B: Sandsteine (Psammite, Arenite)



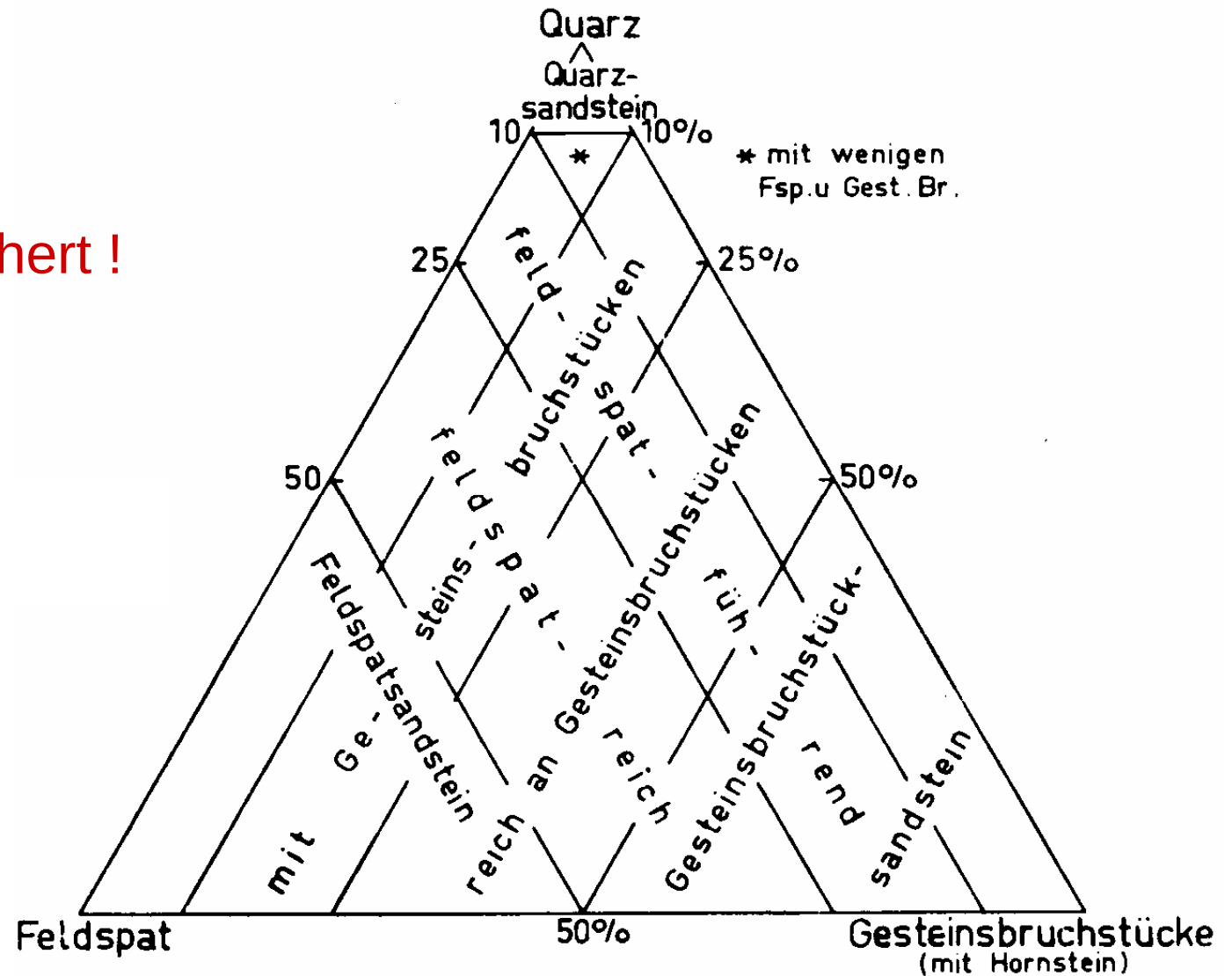
Garzanti 1991

1.

2.

B: Sandsteine (Psammite, Arenite)

Achtung: chert !



B: Sandsteine (Psammite, Arenite)

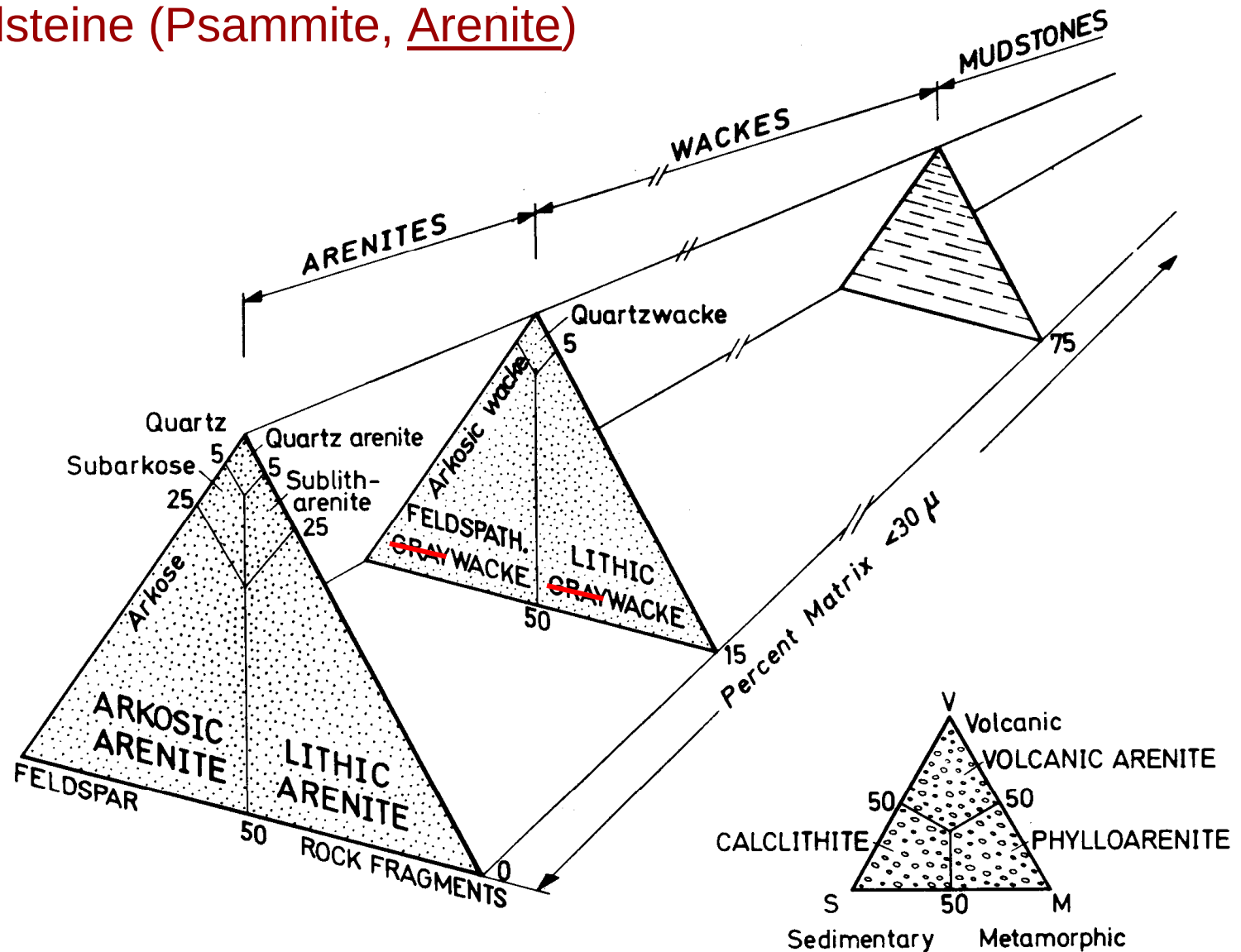
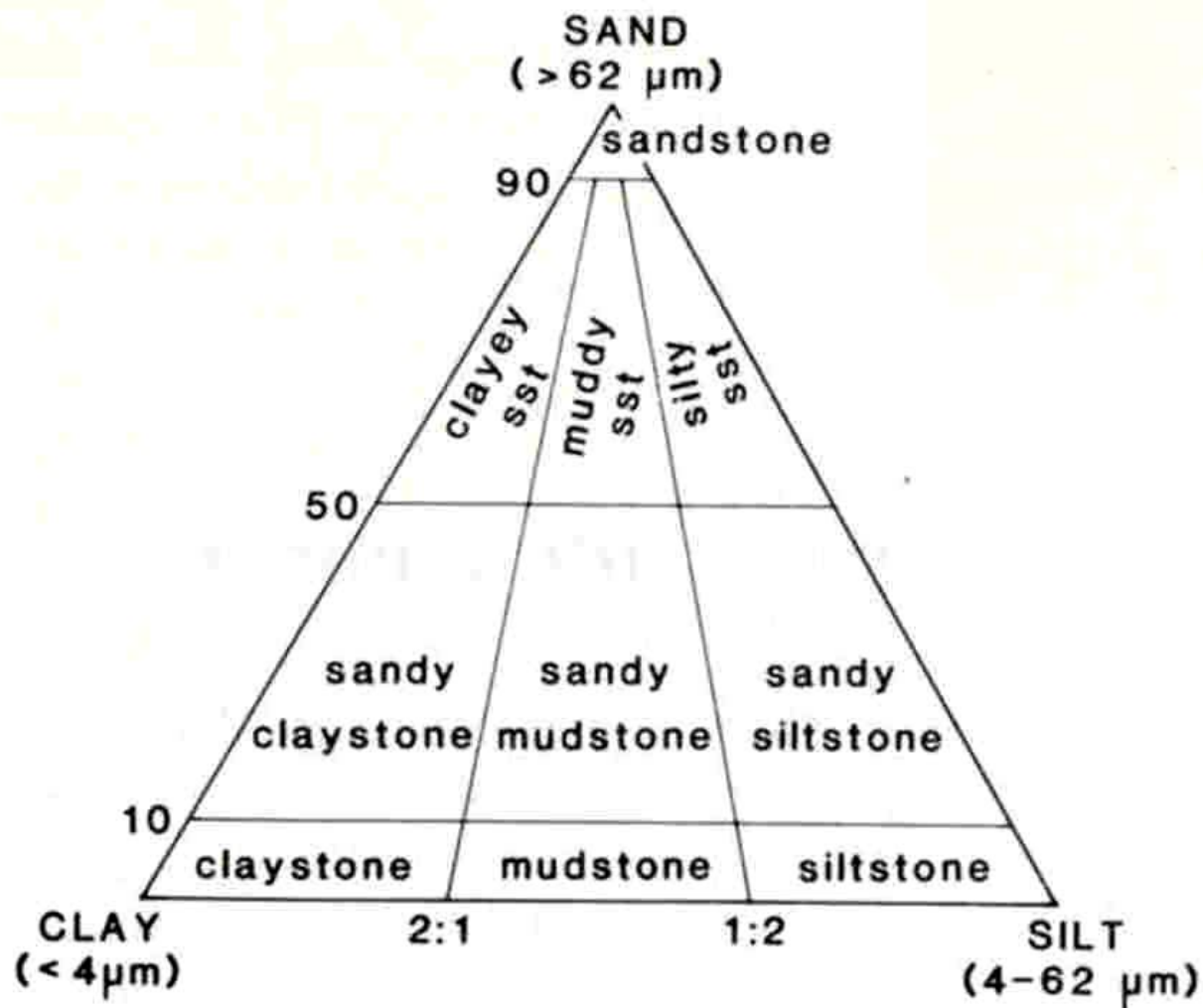


FIGURE 5-1. Classification of terrigenous and sandstones. (Modified from Dott, 1964, Fig. 3)

C: Pelite (Feinklastika)



shale vs. slate

Schwarzpelite
(„black shales“):
ca. 3% - >10% C_{org}

Farbe:

C_{org} + Pyrit

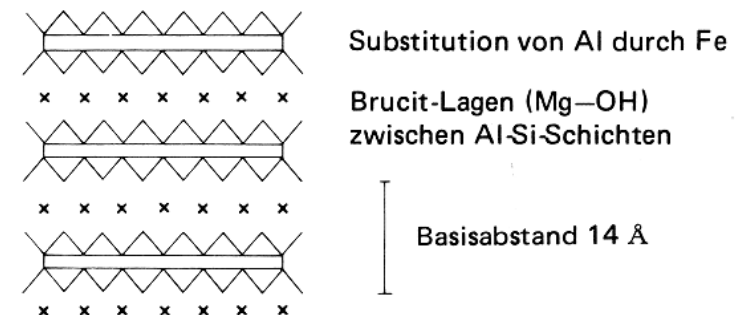
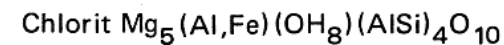
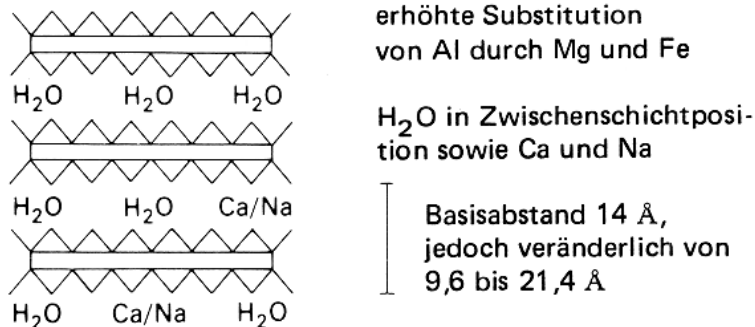
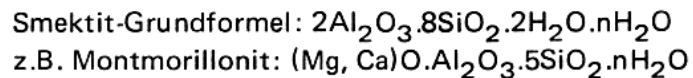
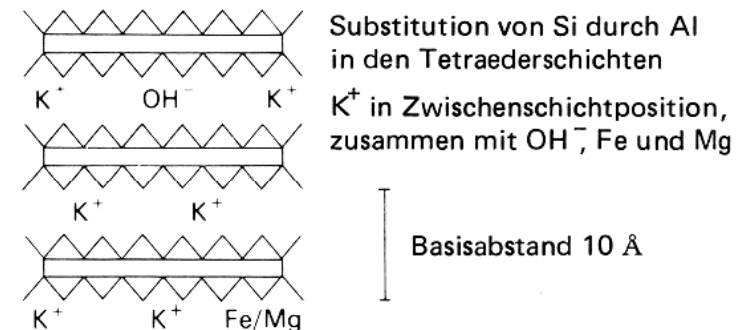
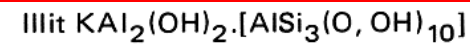
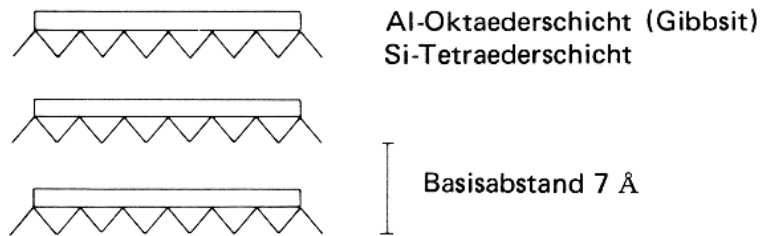
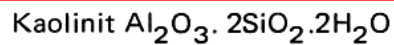
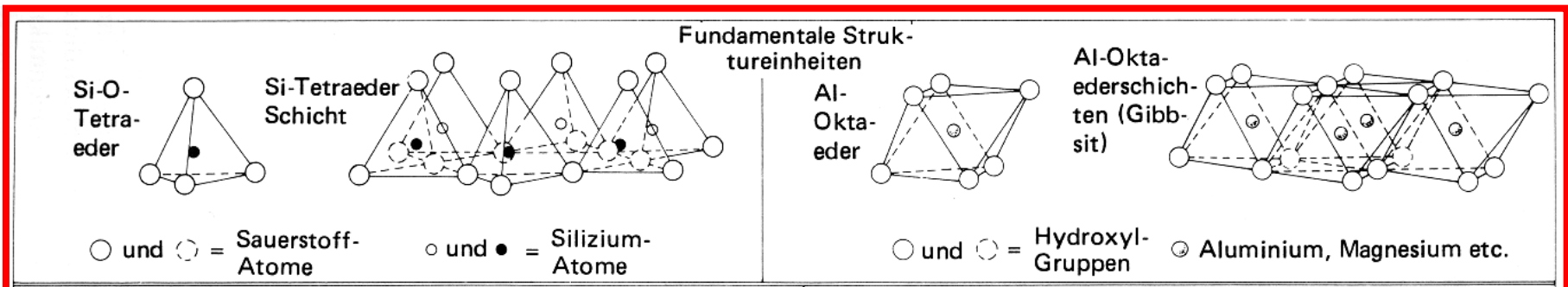
grau	rot-braun
schwarz	grün

Löss:

Silt-Fraktion,
20 - 50μm, gut sortiert,
Quarz-reich, gelb-grau

Tucker 1991

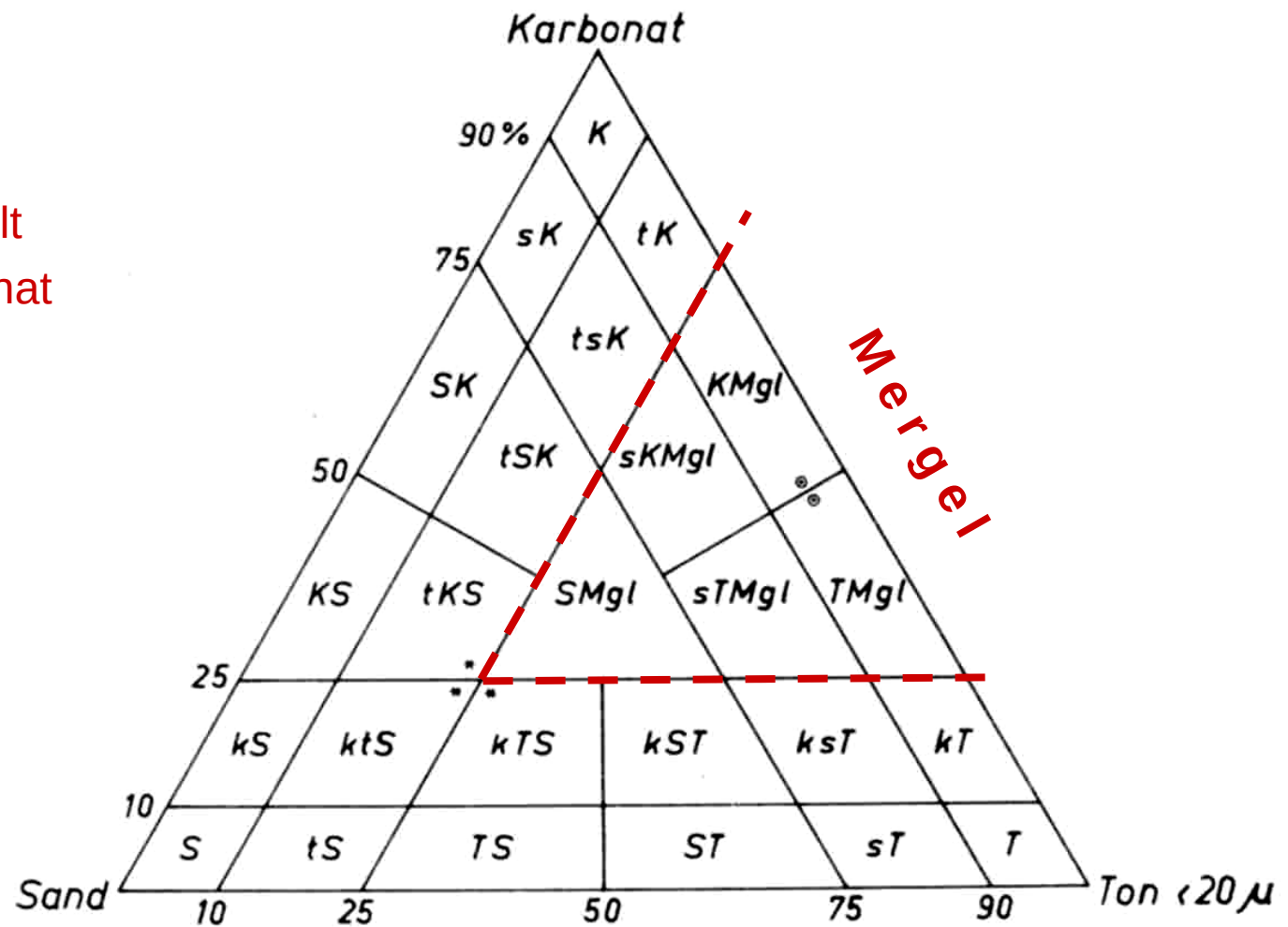
Die Tonminerale (Schichtsilikate)



Feinklastika (Pelite) mit Karbonat

→ **Mergel**

- > 25% Ton/Silt
- > 25% Karbonat
- < 50% Sand



Füchtbauer 1988

Biogene / Organische Sediment(gestein)e

A. Kieselgesteine / cherts

- feinkörnige Sedimente aus SiO_2 , sowohl biogenen und biochemischen, Ursprungs, vereinzelt auch rein chemisch (anorganisch)
- dichtes, sehr hartes Gestein mit muschelrig-splittigem Bruch
- zwei Haupttypen:
 - (1) geschichtete Kieselgesteine (bedded cherts), Akkumulation von Kieselskeletten, z.B. von Radiolarien, v.a. in abyssalen Gebieten unterhalb der CCD („carbonate compensation depth“)
 - (2) knollig-knotige Kieselgesteine (nodular cherts), z.B. Flint, i.d.R. assoziiert mit Karbonaten, diagenetischen Ursprungs
- Ausgangsmaterial: Radiolarien- und Diatomeenschlämme, auch Kieselschwämme, vereinzelt auch anorganische Bildung (pH-Wert!)

A. Kieselgesteine / Chert

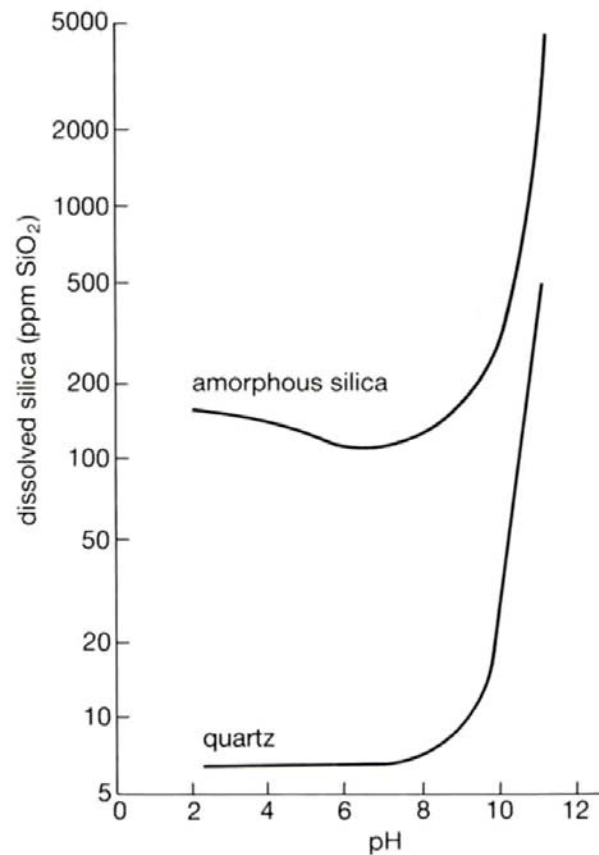


Fig. 9.8 The solubility of quartz and amorphous silica at 25°C. At pH values less than 9, the silica is in solution as undissolved orthosilicic acid (H_4SiO_4); above pH 9, this dissociates into $\text{H}_3\text{SiO}_4^{2-}$ and $\text{H}_2\text{SiO}_4^{2-}$. For further information, see Berner (1971) and Krauskopf (1979).

Tucker 1991

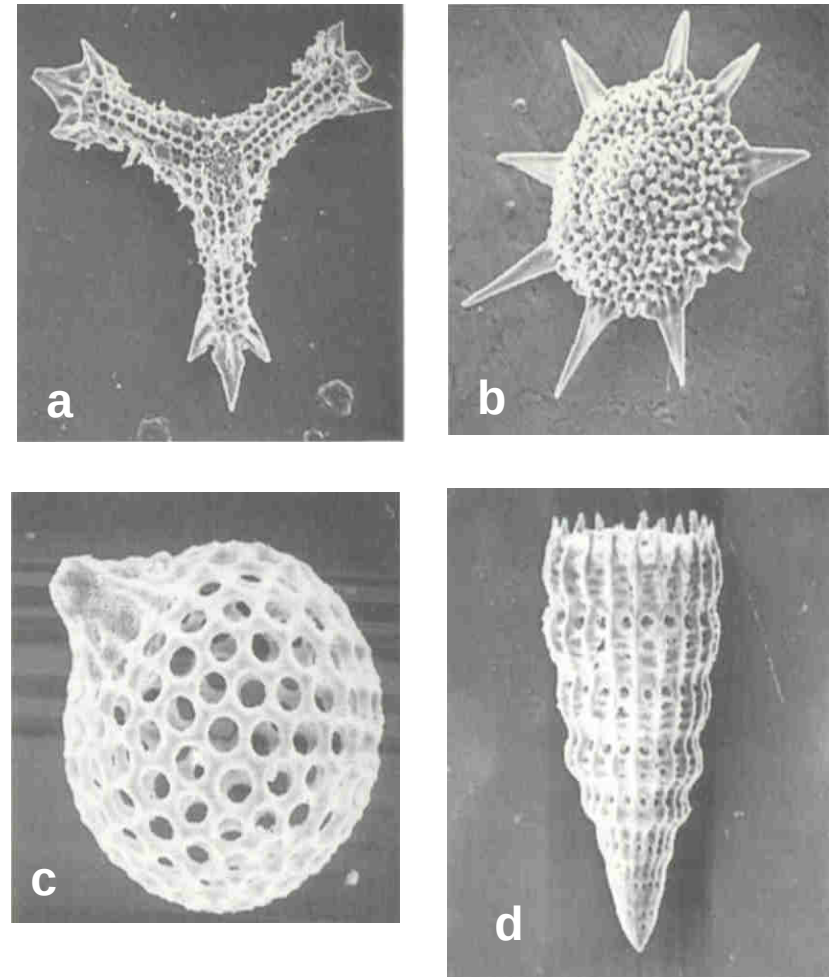
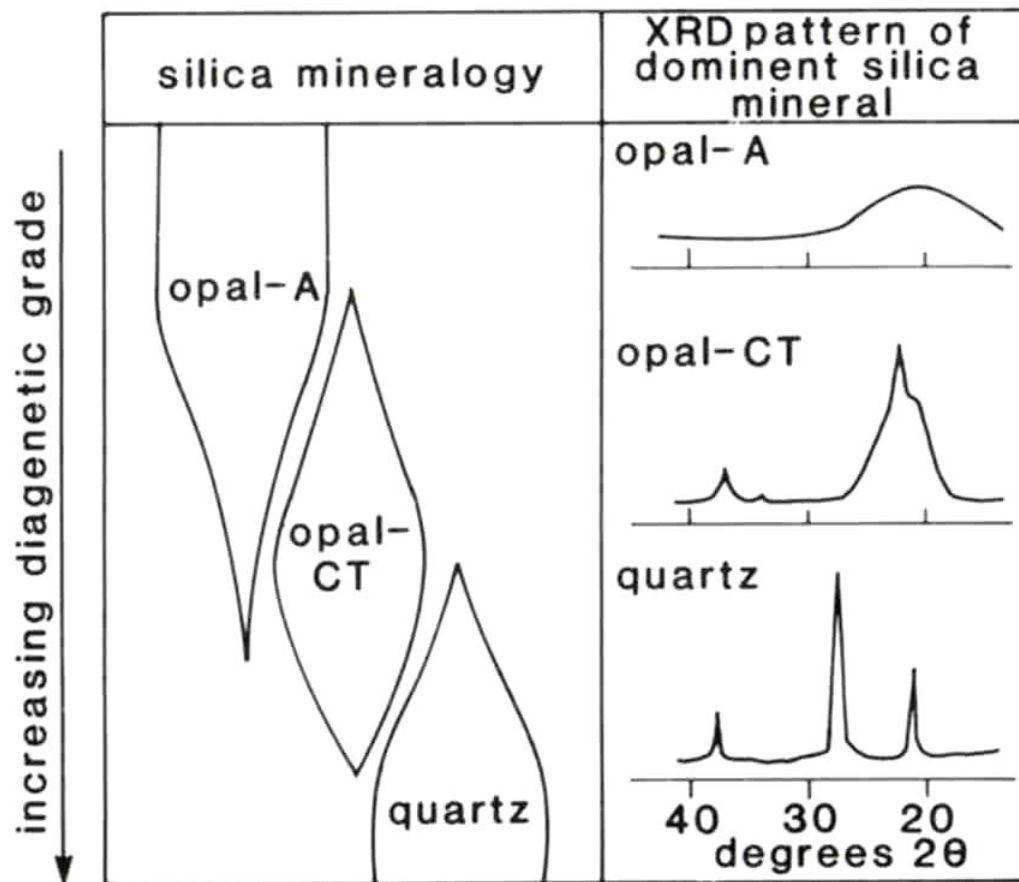


Fig. 9.3 Scanning electron micrographs of radiolarians, illustrating variety of shape. All from the Upper Cretaceous of Cyprus and between 200 and 300 μm across. (a) *Paronaella* sp. (b) *Pseudoaulophacus* sp. (c) *Cryptamphorella* sp. (d) *Dictyomitra* sp. Courtesy of Alastair Robertson.

A. Kieselgesteine / Chert



amorphe Kieselsäure, $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$
 Wassergehalte der Kiesel­schlämme
 11-14 wt.-% (Radiolarien)
 bzw. 2-10% (Diatomeen)

„metastabile“ Phase, 0.5-7% H_2O

Chalcedon oder kryptokristalliner
 Quarz: 0-2% H_2O ;
 „Normal“-Quarz, reines SiO_2 ,
 $\pm 0\%$ H_2O

Tucker 1991

Fig. 9.6 Schematic changes in silica mineralogy with increasing diagenesis, and X-ray diffraction patterns for opal-A, opal-CT and quartz showing the increasing crystallinity. After Pisciotto (1981).

B. Karbonate

Reaktionsgleichung zur Karbonat-Löslichkeit:



→ CO_2 – Entzug führt zur Karbonatausscheidung (hier: Ca-Karbonat, Calzit)

CO_2 kann dem Wasser entzogen werden durch:

- (1) Temperaturerhöhung (tropische / subtropische Breiten)
- (2) Druckerniedrigung (z.B. Quellsinter → vgl. Sprudel, Tiefwasser)
- (3) hohe organische Aktivität (Photosynthese)

Meerwasser hat höhere CaCO_3 -Löslichkeit als Süßwasser
(lineare Zunahme des Löslichkeitsprodukts mit dem Salzgehalt)

pH-Wert-Erhöhung verringert CaCO_3 -Löslichkeit
(z.B. NH_3 -Bildung durch bakteriellen Protein-Abbau, $\rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$)

skeletal grains

Mineralogie

- orthorhombic
 < 0.5 mol-% MgCO_3 ,
 bis zu 1% SrCO_3

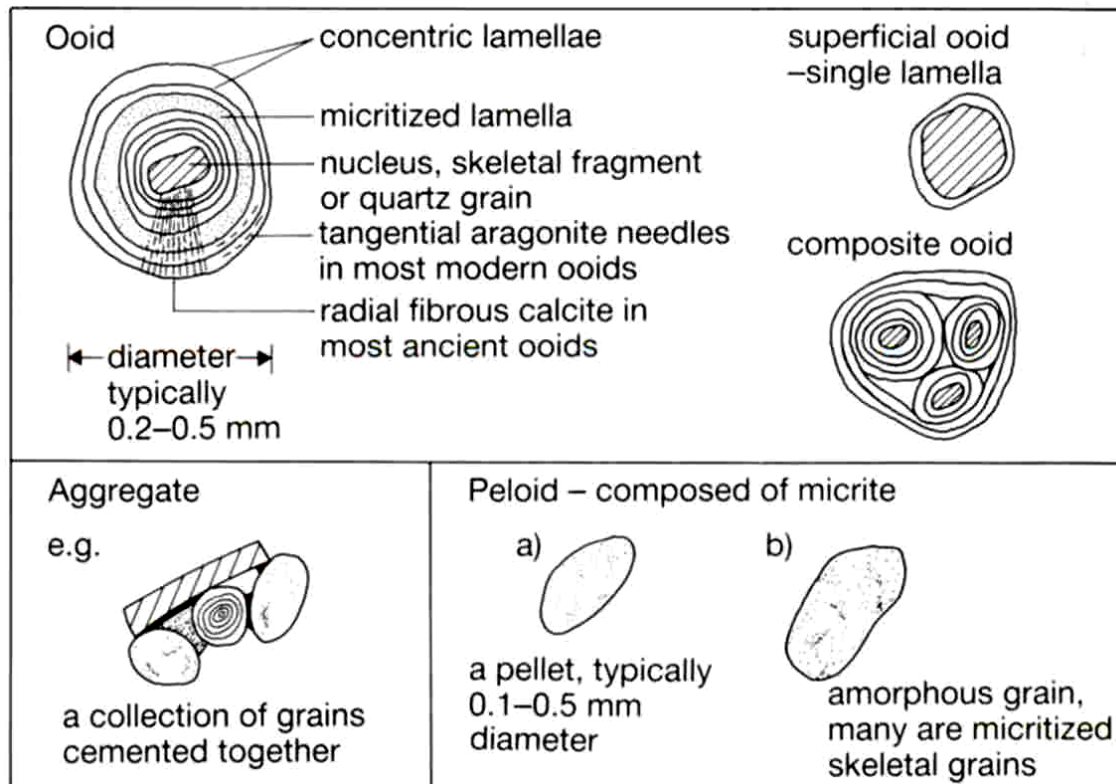
- trigonal
- < 4 mol-% MgCO_3

- trigonal
- 11-19 mol-% MgCO_3

Organism	Aragonite	Low-Mg calcite	High-Mg calcite	Aragonite + calcite
Mollusca:				
bivalves	x	x		x
gastropods	x			x
pteropods	x			
cephalopods	x		(x)	
Brachiopods		x	(x)	
Corals:				
scleractinian	x			
rugose + tabulate		x	x	
Sponges	x	x	x	
Bryozoans	x		x	x
Echinoderms			x	
Ostracods		x	x	
Foraminifera:				
benthic	(x)		x	
pelagic		x		
Algae:				
coccolithophoridae		x		
rhodophyta	x		x	
chlorophyta	x			
charophyta		x		

Komponenten

non-skeletal grains



Tucker 1991

Fig. 4.1 The principal non-skeletal grains in limestones: ooids, peloids and aggregates.

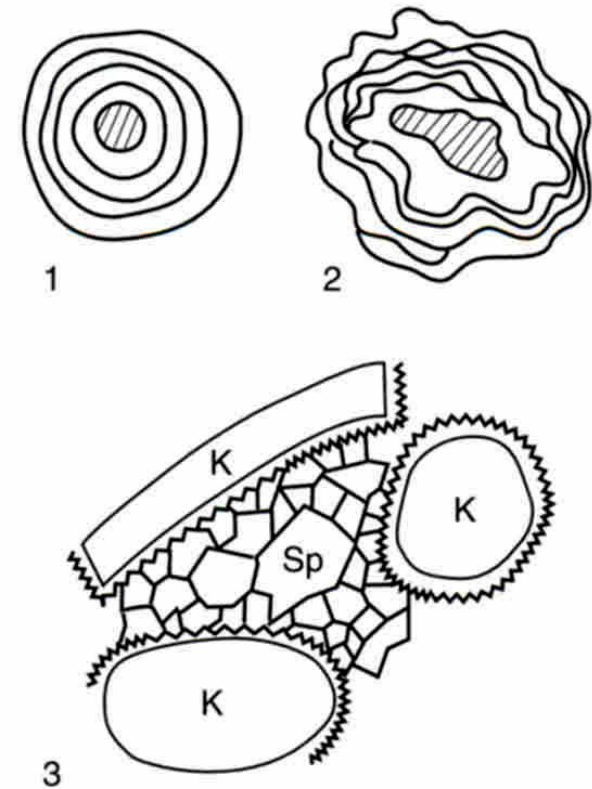


Abb. 5.21

Ooide (1) sind durch eine regelmäßige Anlagerung von Kalkhüllen um einen Kern (schraffiert) gekennzeichnet. Onkoide (2) zeigen hingegen einen unregelmäßigen Aufbau. Die Laminae überlappen einander. Am Aufbau können Organismen beteiligt sein. Verbleibende Hohlräume werden mit Zementen ausgekleidet (3). Letztere können mehrphasig in unterschiedlichen Zementgenerationen entstehen und variieren dann z.B. in ihrer Kristallgröße und -form (K – Komponenten, Sp – Sparit als Zement).

Jacobshagen et al. 2000

Klassifikation

Karbonate bestehen texturell aus Komponenten (s.o.: skeletal vs. non-skeletal)

plus

Mikrit: feinkörnige, i.d.R. dunkle Matrix, <4 µm (Mikrosparit ~ 5-15 µm)

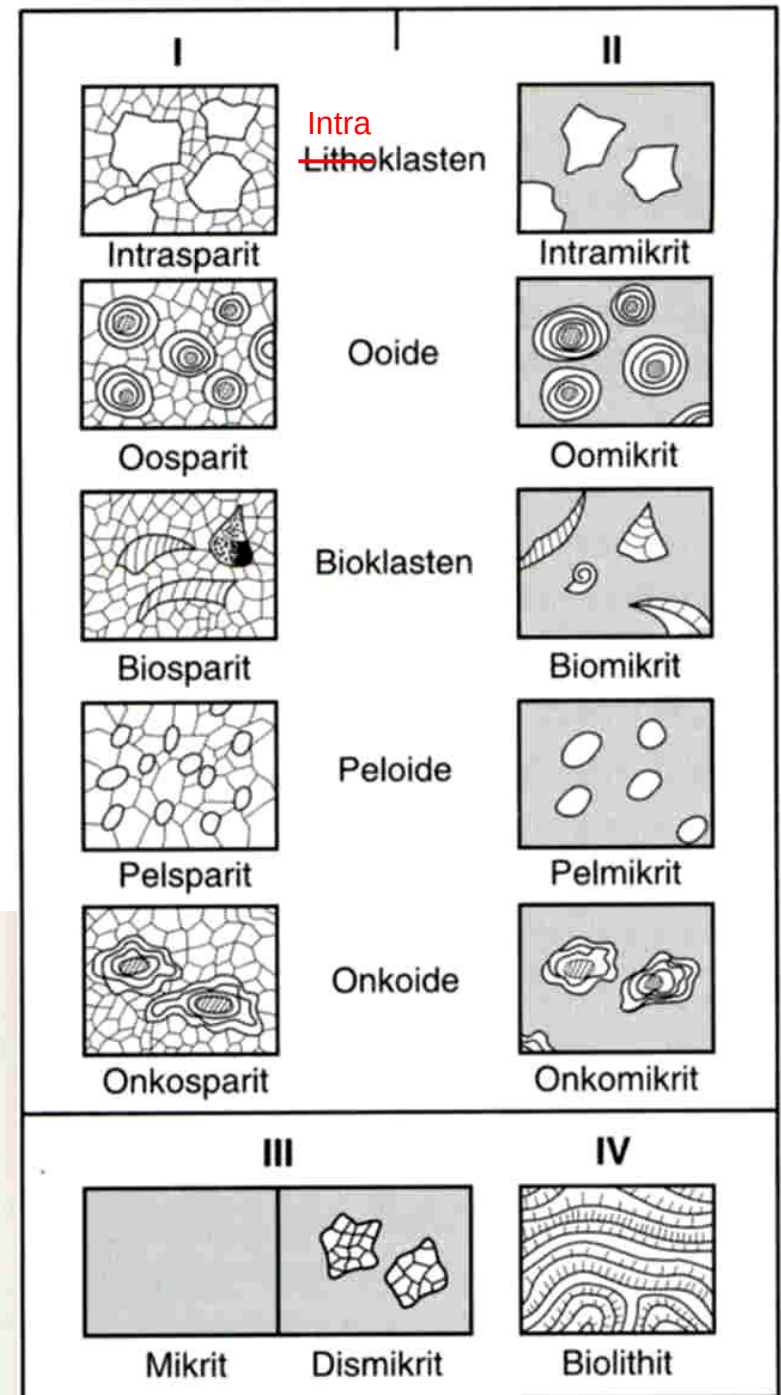
und/oder

Sparit: gröberer (> 15 µm) Calzit, i.d.R. als Zement zwischen Körnern

aus:
Jacobshagen
et al. 2000

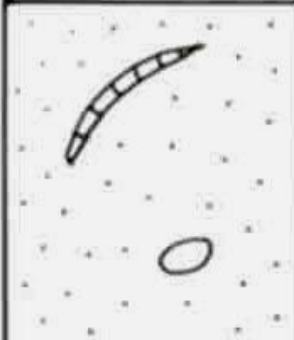
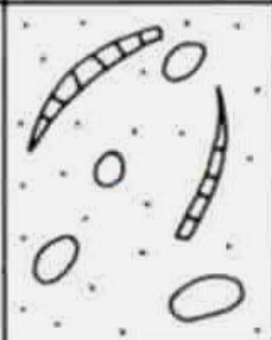
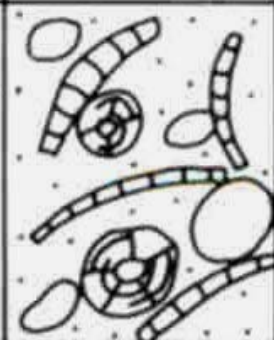
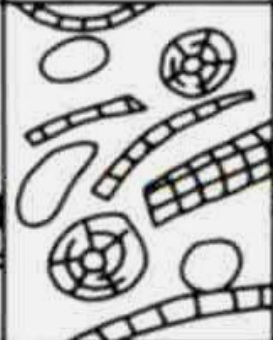
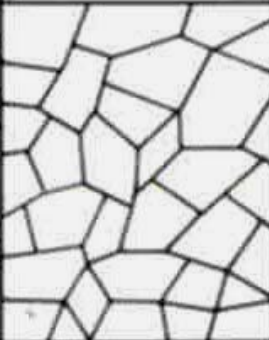
Abb. 5.20

Karbonatklassifikation nach FOLK, ergänzt nach FLÜGEL (1982). Gruppe I und II: Neben der Art der Komponenten geht die vorherrschende Grundmasse in die Gesteinsbezeichnung ein. Kalke mit weniger als 10% Komponenten werden z. B. als ooidhaltiger Mikrit bzw. -Sparit und entsprechend bei den anderen Bestandteilen benannt. Gruppe III: Kalke mit weniger als 1% Komponenten werden als Mikrit bezeichnet. Solche, die sparitgefüllte Hohlräume aufweisen, als Dismikrit. Gruppe IV: Riffkalke werden auch Biolithit genannt. Sekundäre Dolomite sind nicht dargestellt.



Klassifikation

Klassifikation der Kalksteine basierend auf der Textur (nach Dunham 1962):

original components not bound together during deposition				original components bound together	depositional texture not recognizable
contains lime mud		grain-supported	lacks mud and is grain supported		
less than 10% grains	more than 10% grains				
mudstone	wackest.	packstone	grainstone	bound stone	crystalline
					

Tucker 1991

Rezente Verbreitung

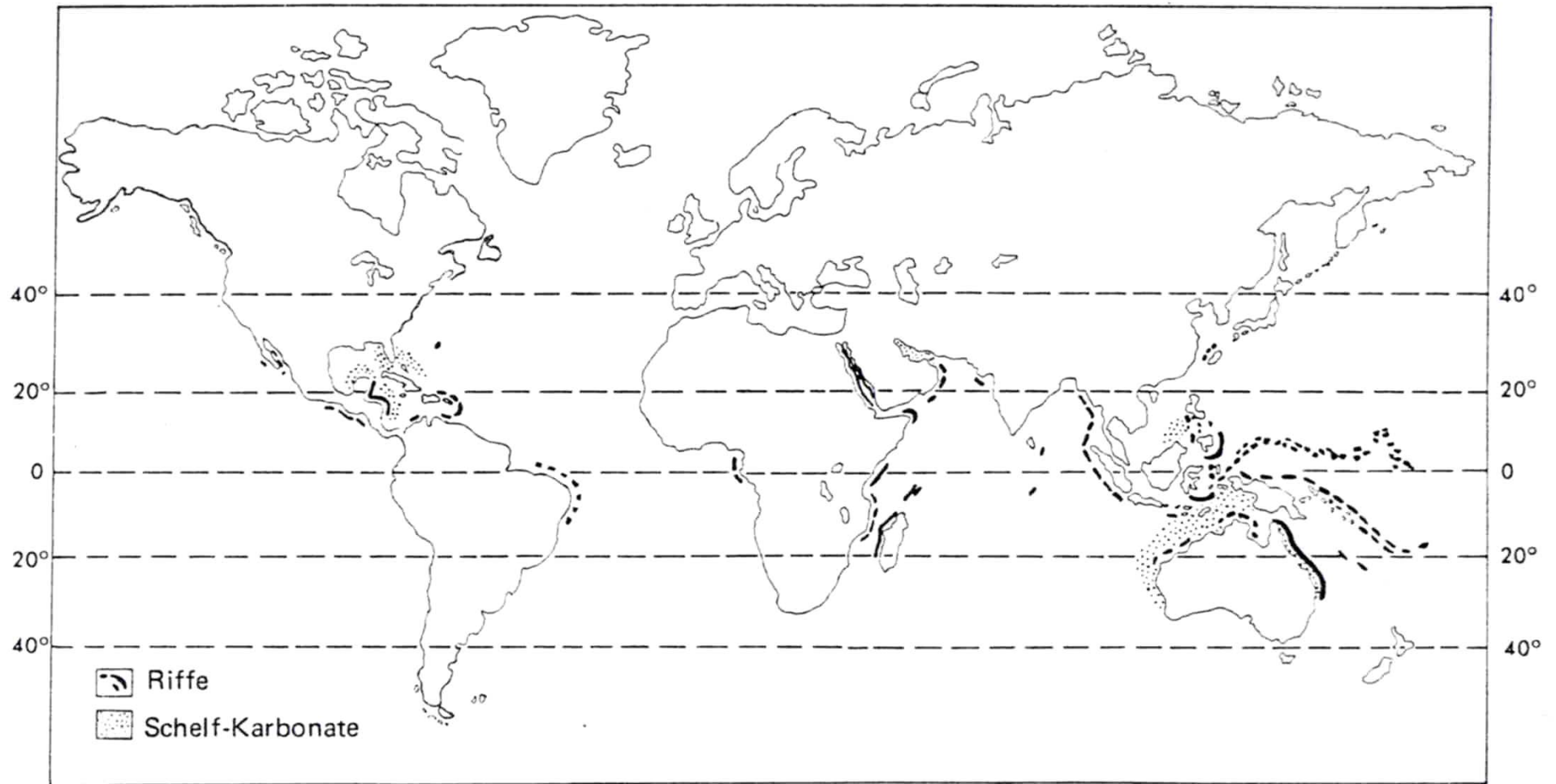


Abb. 4. Die Karbonatsedimentation in rezenten Flachmeergebieten (Schelfkarbonate und Riffe) ist auf den Bereich zwischen dem 30. Grad nördlicher und dem 30. Grad südlicher Breite konzentriert. Nach Wilson (1975)

C. Torf/Kohlen (Kaustobiolithe)

Table 8.1 The rank stages of coal with approximate values of various parameters used to estimate rank

Rank stages	Carbon content % dry ash free	Volatile content %	Calorific value (kJ g ⁻¹)	Vitrinite reflectance in oil
Peat	<50	>50		
Lignite	60	50	15–26	0.3
Sub-bituminous coal	75	45	25–30	0.5
Bituminous coal	85	35	31–35	1.0
Semi-anthracite	87	25	30–34	1.5
Anthracite	90	10	30–33	2.5
Graphite	>95	< 5		

Torf

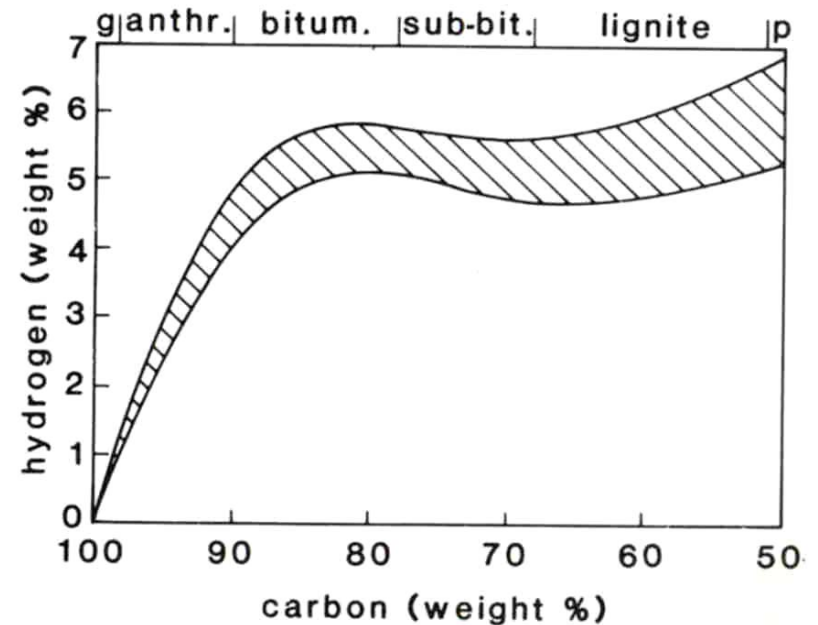
Braunkohle, relativ weich,
Pflanzenreste erkennbar,
rel. jung (Tertiär, Kreide)

„Glanzbraunkohle“

Steinkohlen,
schwarz, hart, rechteckiges
Bruchverhalten, starker Glanz

Tucker 1991

Fig. 8.1 Graph showing broad relationship between hydrogen and carbon content of coal with increasing rank.



Chemische Sedimentgesteine

A. Evaporite

Marine evaporite minerals		Non-marine evaporite minerals	
halite	NaCl	halite, gypsum, anhydrite	
sylvite	KCl	epsomite	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
carnallite	$\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	trona	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
kainite	$\text{KMgClSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	mirabilite	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
anhydrite	CaSO_4	thenardite	NaSO_4
gypsum	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	bloedite	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
polyhalite	$\text{K}_2\text{MgCa}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	gaylussite	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
kieserite	$\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	glaucoberite	$\text{CaSO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$

Ausscheidungsabfolge:

Normale Ausscheidungs-Abfolge bei der Eindunstung von Meerwasser:

Löslichkeit:

CaCO_3 (Aragonit bzw. Calcit)

CaSO_4 (Gips bzw. Anhydrit)

NaCl (Steinsalz, Halit)

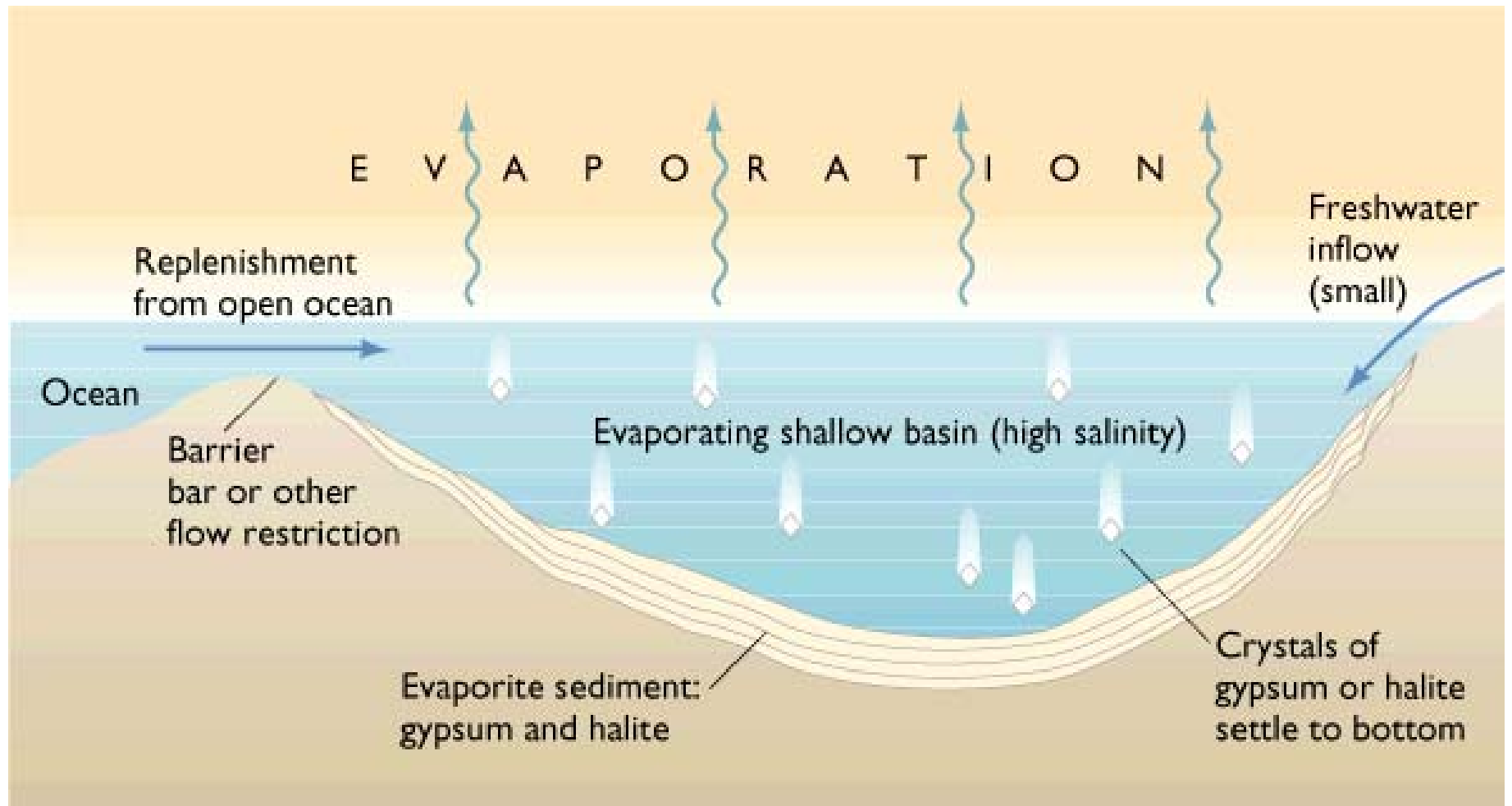
K-,Mg-Salze

2g / Liter

358g / Liter

543g / Liter (MgCl_2)





Press & Siever 1997

Playa-Ablagerungen

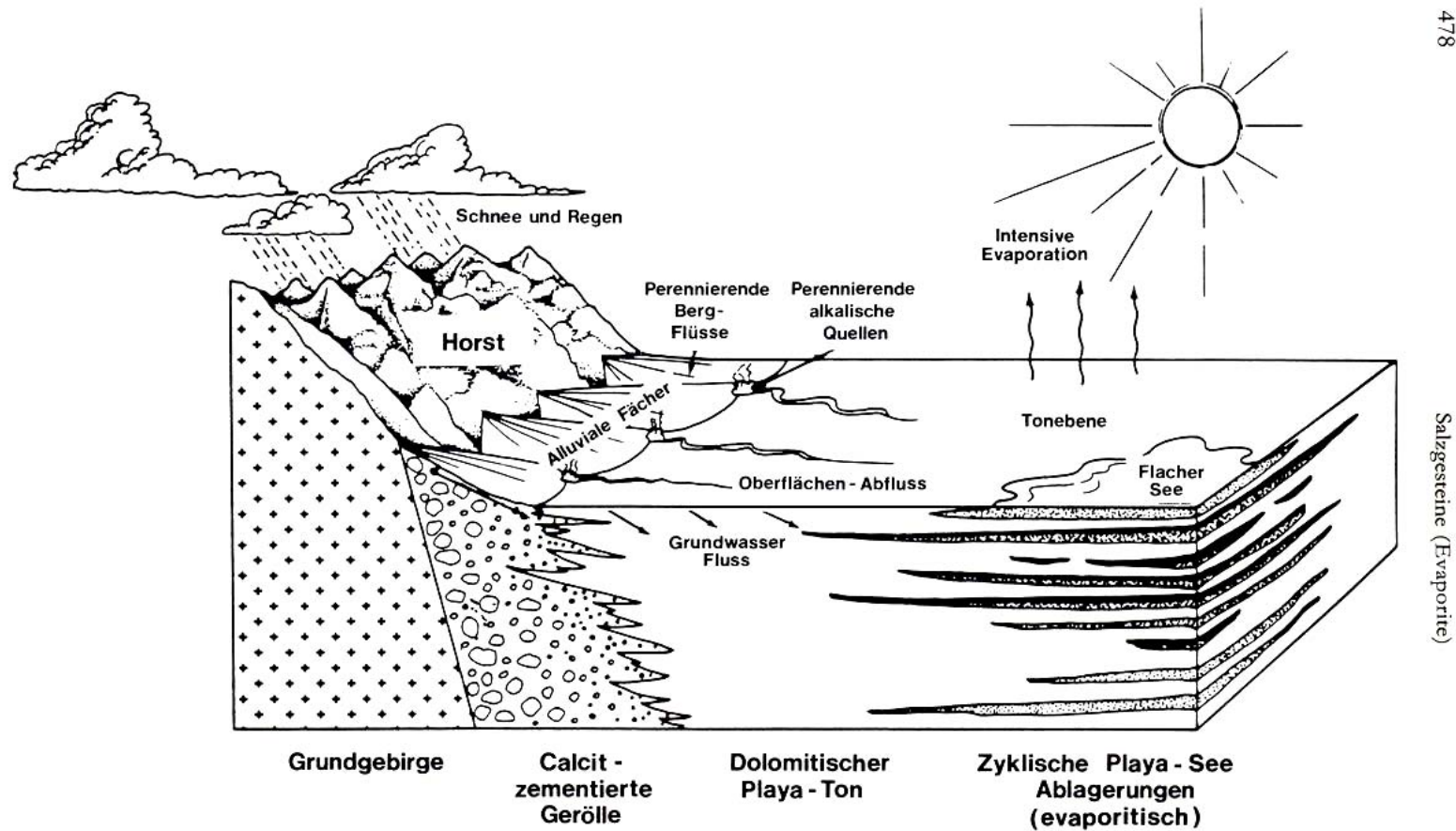


Abb.7-24. Schematisches Block-Diagramm der Ablagerungsverhältnisse in einem Playa-See-Komplex. Ein kleiner See wird von karbonatischen Tonebenen umgeben, die von alluvialen Fächern umringt sind (nach EUGSTER & HARDIE 1975).

Füchtbauer (1988)

Zechstein-Becken

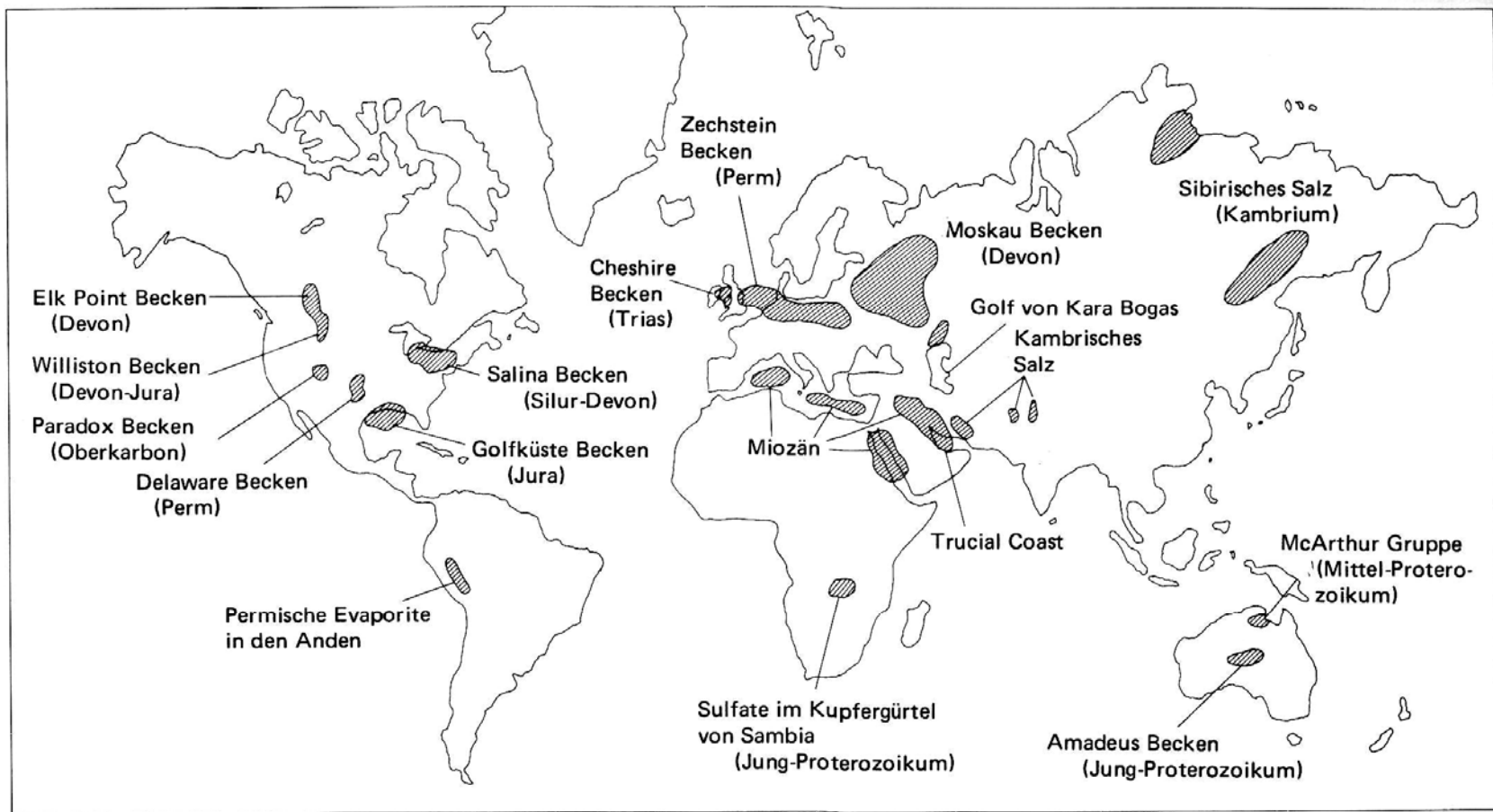


Abb. 5.1 Karte der Verbreitung und Altersstellung der größeren Evaporitvorkommen der Erde. Ebenfalls dargestellt ist die Trucial Coast, Arabischer Golf, wo sich rezente Sabkha-Sulfalte bilden, sowie der Golf von Kara Bogas auf der Ostseite des Kaspischen Meeres, der am ehesten als rezentes Beispiel für ein durch eine Barre abgetrenntes Becken gelten kann

Tucker (1985)

Table 5.3 The theoretical thickness of salts precipitated from sea water compared with the thickness of these salts in the Permian Zechstein of Germany, expressed as 100 m of precipitated evaporite. Note that there is much more CaSO_4 and much less Mg and K salts in the Zechstein deposits compared with the theoretical. Also shown is the approximate thickness of the various salts produced by the evaporation of a column of sea water 1000 m high. After Borchert & Muir (1964)

Component	Mineral	Thickness in 100 m of evaporite		Salt thickness from 1000 m of sea water
		from sea water	Permian Zechstein	
MgCl_2	in bischofite and carnallite	9.4	0.5	1.5
KCl	sylvite and in carnallite	2.6	1.5	0.4
MgSO_4	in kieserite	5.7	1.0	1.0
NaCl	halite	78	78	12.9
CaSO_4	anhydrite	3.6	16	0.6
CaCO_3	calcite	0.4	3	0.1
$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	dolomite			

Tucker 1991

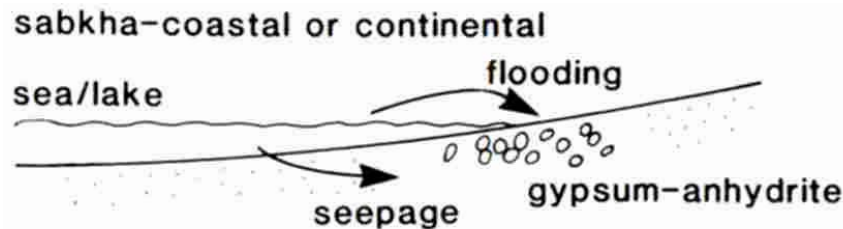
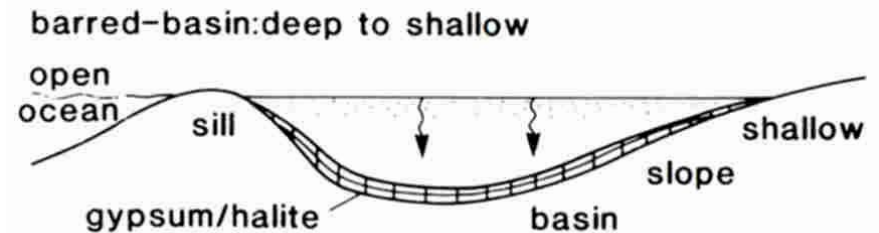
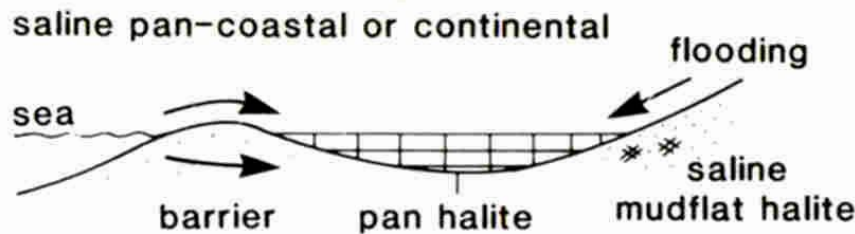


Fig. 5.2 Principal depositional environments of evaporites.

Tucker 1991

B. Eisenreiche Sedimentgesteine

→ fast ausschließlich fossile Vorkommen, d.h. keine rezente Bildung (wenige Ausnahmen !)

Präkambrium:

weltweit verbreitet: **BIF = banded iron formation**, bestehen überwiegend aus Hämatit, Magnetit und chert; auch Siderit und *greenalite*

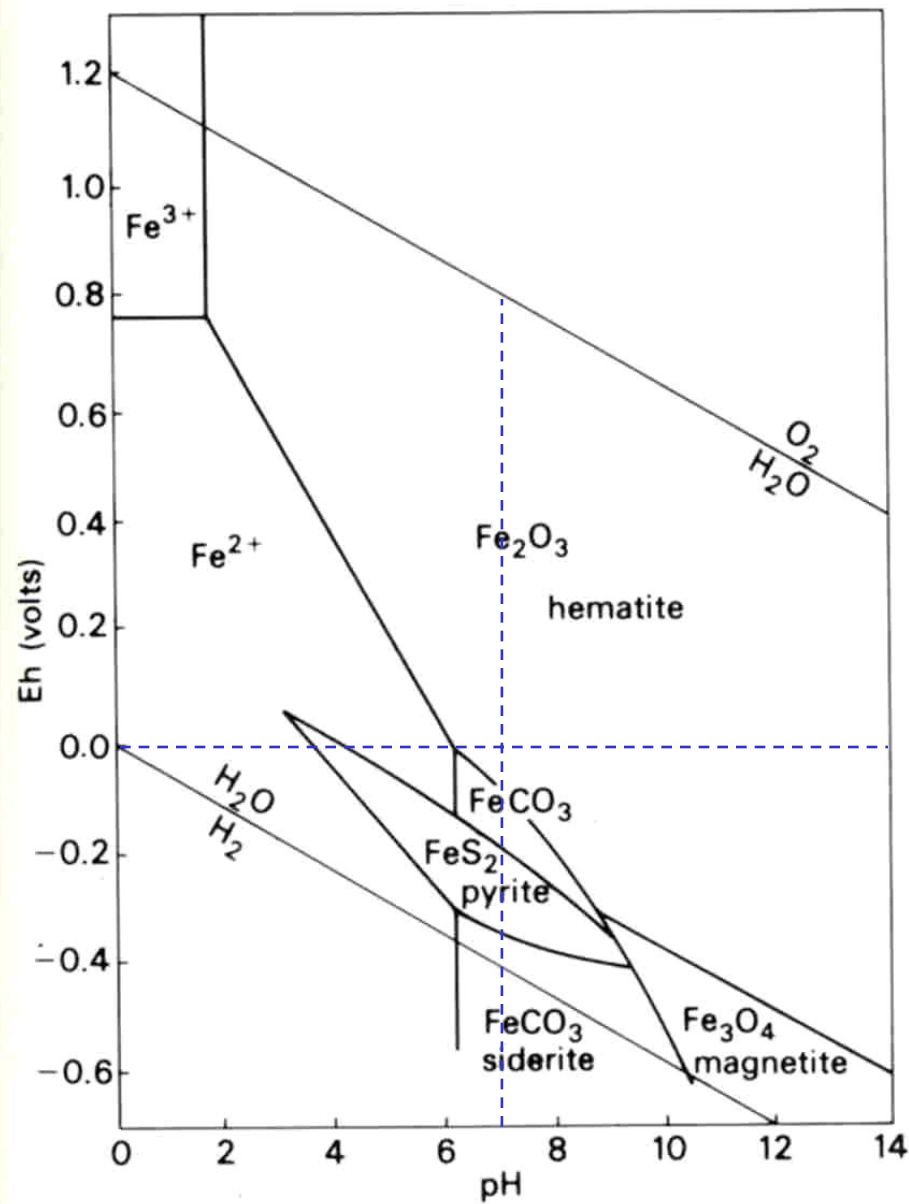
Phanerozoikum:

Vor allem **Eisenoolithe**, konzentriert im Altpaläozoikum und im Jura (Dogger-Eisenerze); diese bestehen überwiegend aus Hämatit bzw. Goethit, Siderit und Chamosit

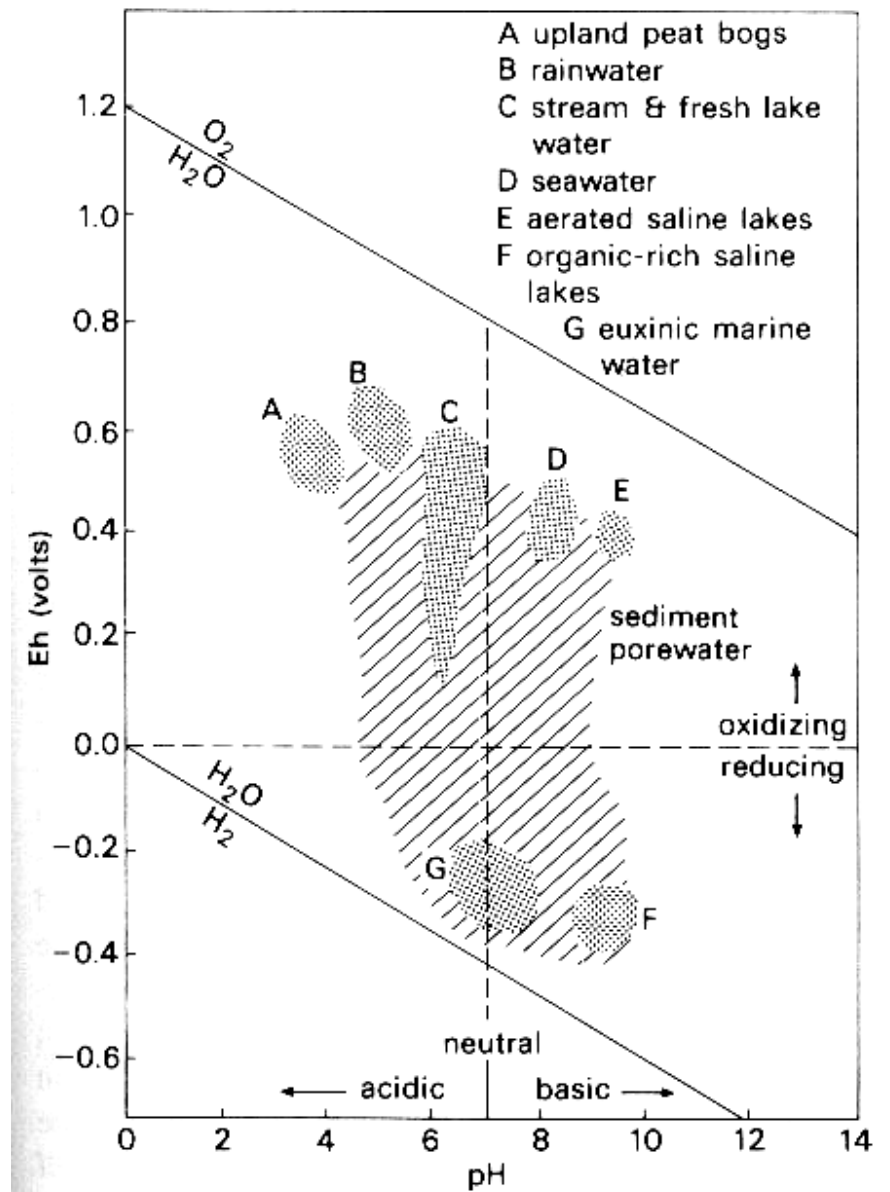
Table 6.1 The iron minerals of sedimentary rocks

Oxides	hematite $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$
	magnetite Fe_3O_4
	goethite $\alpha\text{-FeO}\cdot\text{OH}$
	limonite $\text{FeO}\cdot\text{OH}\cdot n\text{H}_2\text{O}$
Carbonate	siderite FeCO_3
Silicates	berthierine $(\text{Fe}_4^{2+} \text{ Al}_2) (\text{Si}_2\text{Al}_2) \text{O}_{10} (\text{OH})_8$
	chamosite $(\text{Fe}_5^{2+} \text{ Al}) (\text{Si}_3\text{Al}) \text{O}_{10} (\text{OH})_8$
	greenalite $\text{Fe}_6^{2+} \text{ Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_8$
	glauconite $\text{KMg}(\text{FeAl}) (\text{SiO}_3)_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Sulphides	pyrite FeS_2
	marcasite FeS_2

Tucker 1991



Tucker 1991, Fig. 6.1



Tucker 1991, Fig. 6.2

Pyroklastische Sedimentgesteine

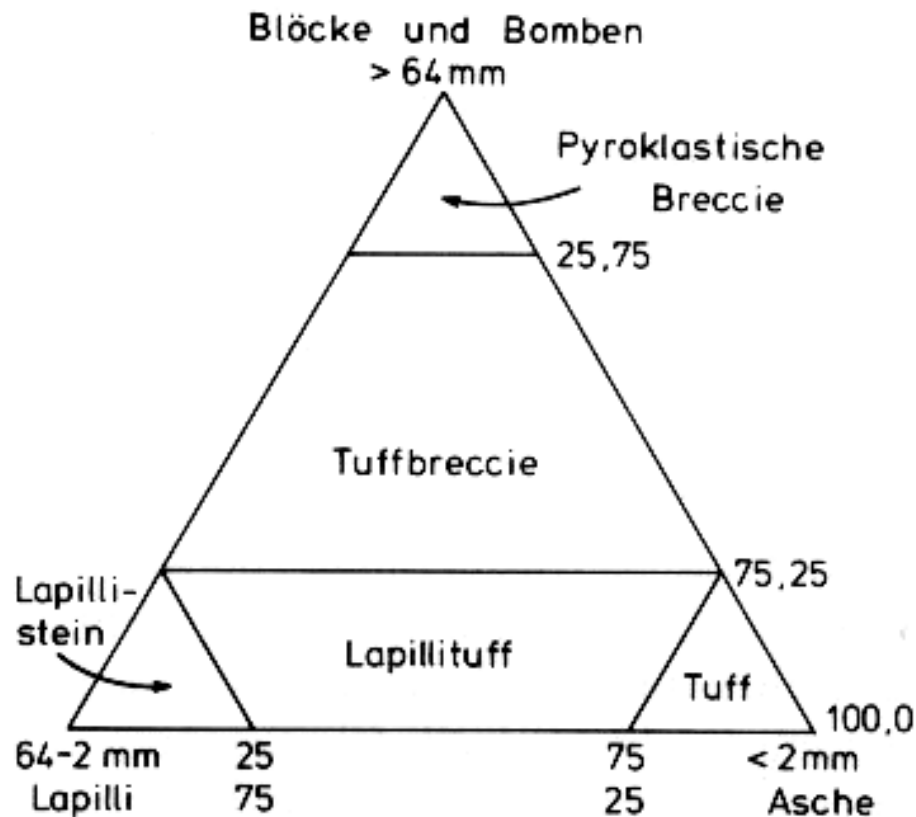


Abb. 12-2. Korngrößenklassifikation pyroklastischer Ablagerungen (nach FISHER 1966).

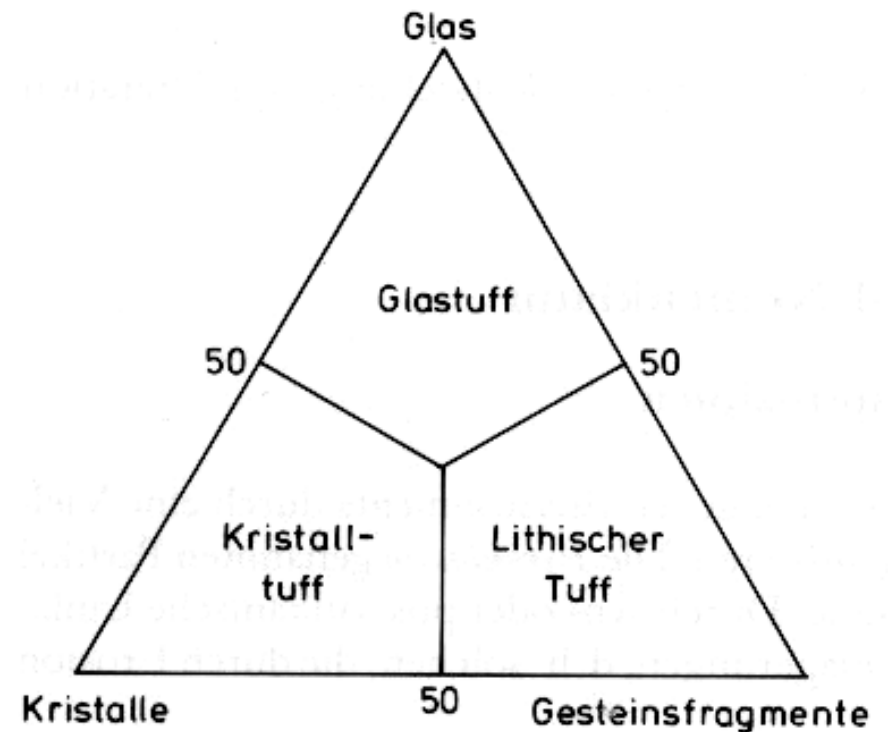


Abb. 12-1. Klassifikation von Aschen und Tuffen anhand der Hauptklasttypen.

Tephra = pyroklastisches Sediment (unverfestigt)

Tabelle 12-2. Begriffe für gemischte pyroklastische-epiklastische Gesteine (modifiziert nach SCHMID 1981).

Pyroklastisch	Tuffite (gemischte pyroklastisch-epi- klastische Gesteine)	Epiklastisch (vulkanisch und/oder nicht vulkanisch)	Durchschnitt- liche Korn- größe (mm)
Agglomerat, pyro- klastische Breccie Lapillistein	Tuffbreccie, Konglomerat	Konglomerat, Breccie	2–64
(Aschen-) Tuff grob fein	tuffitischer Sandstein tuffitischer Siltstein tuffitischer Ton	Sandstein Siltstein Ton	0.063–2 3,9–63 μm < 3,9 μm
100%	75%	25%	0% Volumen
← Pyroklasten →			
← vulkanische und nicht-vulkanische Epiklasten →			
(geringe Mengen von biogenen, chemischen, sedimentären und authigenen Bestandteilen)			

Schmincke, in Füchtbauer 1988