

# VERÖFFENTLICHUNGEN DER UNIVERSITÄT INNSBRUCK

8

## Alpenkundliche Studien

geleitet von F. Fliri, W. Heißel, H. Hoinkes und J. Ladurner

IV

WOLFGANG-ULRICH MÜLLER-JUNGBLUTH UND PETER HANS TOSCHEK

### **Karbonatsedimentologische Arbeitsgrundlagen**

**(Begriffe, Erläuterungen, Hinweise)**



Herausgeber  
Universität Innsbruck

VERÖFFENTLICHUNGEN DER UNIVERSITÄT INNSBRUCK

8

Herausgeber: Universität Innsbruck — Redaktion: Publikationsstelle der Universität

# ALPENKUNDLICHE STUDIEN

## III

Aus dem Geographischen Institut und Institut für Alpengeographie, dem Institut für Geologie und Paläontologie, dem Institut für Meteorologie und Geophysik und dem Institut für Mineralogie und Petrographie

Geleitet von Franz Fliri, Werner Heißel, Herfried Hoinkes und Josef Ladurner

Wolfgang-Ulrich Müller-Jungbluth und Peter Hans Toschek

# Karbonat-sedimentologische Arbeitsgrundlagen

(Begriffe, Erläuterungen, Hinweise)

Mit 3 Tafeln, 3 Tabellen und 1 Dokumentationsschema

2., erweiterte Fassung

1969

Im Kommissionsverlag der  
Österreichischen Kommissionsbuchhandlung  
Innsbruck

**Gedruckt mit Unterstützung des Bundesministeriums für Unterricht**

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten

© 1969, Universität Innsbruck

Druck und Gesamtherstellung: Rauchdruck Innsbruck

## V O R W O R T

Im Rahmen der Dissertationen : "Sedimentologische Untersuchungen im Hauptdolomit der östlichen Lechtaler Alpen, Tirol" von W.-U. MÜLLER-JUNGBLUTH und "Sedimentologische Untersuchungen im Wettersteinkalk des Kaisergebirges" von P. H. TOSCHEK , die unser verehrter Lehrer, Herr Prof. Dr. W. HEISSEL - Vorstand des Instituts für Geologie und Paläontologie der Universität Innsbruck-uns Übertragen hatte, wurden die Grundlagen der Sedimentologie aus vorhandener Karbonat-Literatur erarbeitet. Hierbei zwang die Vielfalt des unterschiedlich gebrauchten Wortschatzes zur Auswahl und Vereinheitlichung. Die Nomenklatur der Gesteine , die Begriffe und die Arbeitsmethoden wurden an Hand der untersuchten Trias-Karbonatgesteine durch Gelände und Laborpraxis ständig überprüft und ergänzt. Diese allgemein-methodischen Gesichtspunkte werden hiermit - gesondert zusammengestellt - weiteren Interessenten vorgelegt.

Für wertvolle Anregungen und klärende Diskussionen sei den Herren Dr. F. FABRICIUS (München) , Prof. Dr. G. FRIEDMAN (New York), Prof. Dr. H. FÜCHTBAUER (Bochum), Dr. K. GERMANN (Berlin) und in Innsbruck den Herren Doz. Dr. H. MOSTLER, Doz. Dr. F. PURTSCHELLER, Dr. W. RESCH, Dr. M. SARNTHEIN (derzeit in Kiel) und unseren Studienkollegen u.a. K. CZURDA, H. KREIS und L. NICKLAS aufrichtig gedankt.

Innsbruck, im Januar 1969

W.-U. MÜLLER-JUNGBLUTH, P.H. TOSCHEK

**Anschrift der Verfasser :**

**Wolfgang-Ulrich Müller-Jungbluth und Peter Hans Toschek**

**Institut für Geologie und Paläontologie**

**Universitäts-Straße 4, A-6020 INNSBRUCK**

**A.**

**E I N F Ü H R U N G**

I. AM AUFBAU der Erdkruste sind ca. 10 - 15 % Karbonatgesteine beteiligt, das sind ca. 1/5 der Sedimentbedeckung. Karbonatgesteine enthalten  $\geq 50$  Gew.% Karbonatminerale, von denen die Kalzium- und Magnesiumkarbonate am weitesten verbreitet sind (vgl. FROLOVA, 1955; GRAF, 1960 a; DEGENS, 1965/1968 ; WOLF, K.H., CHILINGAR & BEALES, 1967).

Die KALKGESTEINE (limestones) bestehen aus  $\geq 50$  Gew.% Calcit und/oder Aragonit ( $\text{CaCO}_3$ ), die DOLOMITGESTEINE (dolostones) aus  $\geq 50$  Gew.% Dolomit ( $(\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  ; Ca/Mg-Verhältnis = 1.648/1 ;  $\text{MgCO}_3 = 45,7$  Gew.% +  $\text{CaCO}_3 = 54,3$  Gew.% ; oder:  $\text{CO}_2 = 47,8$  % +  $\text{MgO} = 21,8$  % +  $\text{CaO} = 30,4$  %)). Diese in der Natur häufigsten "Endglieder" erlauben die Aufstellung einer "Mischungsreihe", die durch Ton- od. Magnesitanteile variiert werden kann. (CAYEUX, 1935 in : CAROZZI, 1960 ; PETTIJOHN, 1949 ; THEODOROVICH, 1958 ; FROLOVA, 1959 MOLLAZAL, 1961 ; u.a. ; in : BISSELL & CHILINGAR, 1967).

**TABELLE I** QUANTITATIVES SCHEMA DER REIHE : CALCIT - DOLOMIT - TON  
(nach THEODOROVICH, 1958 : 299 ; von CHILINGAR, 1957a = Ca/Mg)

G E S T E I N S N A M E	Ca/Mg-Verh.	"TON" %	CALCIT %	DOLOMIT %
TONIGES KALKGESTEIN		30 - 10	35 - 90	0 - 45
Schwach-tonig dolomitisches Kalk.		5 - 10	90 - 45	5 - 47,5
Schwach-toniges Kalkgestein		5 - 10	95 - 85	0 - 5
KALKGESTEIN	> 105	0 - 5	100 - 90	0 - 5
Schwach-dolomitisches Kalkgestein	60 - 105	0 - 5	95 - 80	5 - 20
Dolomitisches Kalkgestein	16 - 60	0 - 5	80 - 65	15 - 35
Stark-dolomitisches Kalkgestein	4,74 - 16	0 - 5	65 - 47,5	30 - 50
Stark-calcitisches Dolomitgestein	3,5 - 4,74	0 - 5	30 - 50	65 - 47,5
Calcitisches Dolomitgestein	2,0 - 3,5	0 - 5	15 - 35	80 - 65
Schwach-calcitisches Dolomitgest.	1,7 - 2,0	0 - 5	5 - 20	95 - 80
DOLOMITGESTEIN	1,5 - 1,7	0 - 5	0 - 5	100 - 90
Schwach-toniges Dolomitgestein		5 - 10	0 - 5	96 - 85
Schwach-tonig calcitisches Dolomit.		5 - 10	5 - 47,5	90 - 45
TONIGES DOLOMITGESTEIN		30 - 10	0 - 45	35 - 90

II. Die sedimentären KARBONATGESTEINE sind zum größten Teil polygenetische Produkte des marinen Bereiches, dessen wichtigste Ablagerungsräume die Geosynklinalen mit hauptsächlich Benthos in neritischem Milieu darstellten, bis ab Kreide die pelagischen Organismen Überhandnahmen. ( MILIEU = Gesamtheit der Bedingungen, unter denen die Ursachen zur Bildung eines neuen geologischen Körpers (= Gestein) wirkten (CHROBOK, S. et al., 1968)). Natürlich sammelte sich auch in anderen marinen oder brackischen und terrestrischen Bereichen Karbonat an, jedoch weitaus weniger ('SEDIMENTOGENESE', STRAKHOV, 1953 : 12).



Folgende regionale und lokale FAKTOREN bestimmen die elementare Zusammensetzung und das Gefüge sedimentärer Karbonate (FAIRBRIDGE et al., 1967, B:7):

- a) ursprüngliche physikochemische (präsedimentäre - syndiagenetische):  
(Natur der Lösungen und der Ionen, pH- Eh-Werte Druck, Temperatur, Reaktionsraten; metastabiler Mineralbestand, "Verunreinigungen" usw.)
- b) organische (präsedimentäre + syndiagenetische) (direkte und indirekte Stoffwechseleffekte: CO<sub>2</sub>-Partialdruck, Durchwühlung, Algenphotosynthese, bakterielle Prozesse - lange noch nach der Einbettung wirksam)
- c) anorganische (syn-, ana- und epidiagenetische) (Wandlungen des Sediments während und nach der Ablagerung; de- und konstruktive Prozesse)

Die daraus entstandenen, unterschiedlichen Karbonatgesteine werden insbesondere auf die MIKROFAZIES hin, die alle Charakteristika einer Lamina enthält oder die MIKROSEQUENZ, die eine Folge von Mikrofazies darstellt, untersucht. In der KARBONATFAZIES wird die untrennbare Gesamtheit aller sowohl im Mikro- (An- u. Dünnschliff) als auch im Makrobereich (Geländebeobachtung) typisierbaren, petrographisch-petrologischen und paläontologischen Merkmale erfaßt (GUBLER et al., 1967: 51/54). Dazu nutze folgende Seiten (auch WOLF, EASTON & WARNE, 1967:254). Die interpretierte Fazies ergibt das PETROMODELL.

### III. NOMENKLATUR DER KARBONATGESTEINE

Die sedimentär gebildeten Karbonatgesteine lassen sich nach verschiedenen Gesichtspunkten ordnen (HAM & PRAY, 1962:10). Die deskriptive, durch Messungen reproduzierbare KLASSIFIKATION, die die Litho- u. Biofazies beachtet, ist jeder anderen vorzuziehen. Allerdings bleibt bei der Namengebung eine genetische Deutung nicht ausgeschlossen (LEIGHTON & PENDEXTER, 1962). Den NAMENKERN bilden die Bezeichnungen der Korngrößen: 1. RUDIT, 2. ARENIT (als reine Komponenten-Größen) u. 3. SILTIT, 4. APHANIT (=FEIN-SILTIT bis KRYPTIT)(als "Grundmasse"-Größen) (vgl. N.J.SANDER, 1967). Diese Wortstämme gelten für die rein kristallinen Typen der Dolomite, auch in Mischungen z.B.: RUDOARENIT. Bei > 50 % Calcit-Anteil läßt sich die Vorsilbe "Calc-" oder "Calci-" anfügen, im Gegensatz zu "Dolo-". Eindeutig starke Umkristallisation kann durch die Nachsilbe "-sparit" bezeichnet werden, z.B. ARENO-SPARIT. Die Präzisierung der Gesteinsnamen erfolgt durch Beachtung der GRUNDMASSE und der KOMPONENTEN (s. B.+C.) im Wechsel ihres Anteils: TAB. II

**TABELLE II K L A S S I F I K A T I O N D E R K A R B O N A T G E S T E I N E**

(Modifiziert nach LEIGHTON & PENDEXTER, 1962; PLUMLEY et al., 1962; u. a.; in: BISSELL & CHILINGAR, 1967: 114/115).

ENERGIE-INDEX	EI	KORN / GRUND-VERHÄLTNIS (GMR)	KORN %	BEWEGT + ABGELAGERT DURCH WELLEN + STRÖMUNG: ('ALLOCHEMS') ABRASIONS-, ACCRETIONS-, AGGREGATKÖRNER	ANHÄUFUNG IN SITU (AUTOCHTHON) ORGANISCHE GERÜST-BILDNER "STATOBIOLITHE"	CHEMISCH BIO-CHEMISCH ('ORTOCHEMS')
Zunehmende Wasserturbulenz (Ablagerung in stark bewegtem Wasser, mäßig bewegtem Wasser, leicht bewegt (einschl. Hin- und Herbewegung), zeitweise bewegt (abwechselnd bewegt und ruhig), relativ ruhig (Ablagerung in ruhigem Wasser, nicht unbedingt stagnierend, sanfte Bewegung möglich))	V <sub>3</sub>	9/1	90	-----	Kolonienbildende - Organismengruppen- (z.B.: Korallen -)	Hauptsächlich kristallbestimmte Typen: (RUDIT, ARENIT -SPARIT), SILITIT bis APHANIT. Meist anorganisch gefälltes Karbonat (normalerweise fehlen Organismenstrukturen). z.B.: "Kalktuff", Travertin, Caliche, ..
	V <sub>2</sub>			KOMPONENTEN - ART		
	V <sub>1</sub>			+ - GRÖSSE		
	IV <sub>3</sub>	75	75	Grundmasse-führende	Grundmasse-führender oder	
	IV <sub>2</sub>			KOMPONENTEN - ART	-reicher	
	IV <sub>1</sub>			+ - GRÖSSE	Kolonienbildner-	
	III <sub>3</sub>	1/1	50	Grundmasse-reiche	-RUDIT	
	III <sub>2</sub>			KOMPONENTEN - ART	oder	
	III <sub>1</sub>			+ - GRÖSSE	-ARENIT	
	II <sub>3</sub>	25	25	Komponenten-reiche	Kolonienbildner -	
	II <sub>2</sub>			"GRUNDMASSEN"-ART	komponenten-	
	II <sub>1</sub>			+ - GRÖSSE	reiche oder	
I <sub>3</sub>	1/9	10	Komponenten-führende	-führende		
I <sub>2</sub>			"GRUNDMASSEN"-ART	"GRUNDMASSEN"-ART		
I <sub>1</sub>			+ - GRÖSSE	+ - GRÖSSE		
			-----	"GRUNDMASSEN"-ART	+ - GRÖSSE	

Namengebend werden Anteile ab 40 - 50 % (nach "Schätz-Tabellen" von BACCILLE & BOSELLINI, 1965); geringere Mengen sind ADJEKTIVA oder ZUSÄTZE mit den folgenden Wertangaben: a) v o r und b) n a c h d e m N A M E N zum Beispiel:

	mit seltenen	= 0 - 5 % : S	Aphanit-führen -
(-haltig) .....	mit wenigen	= 5 - 10 % : C-	der LITHOKLAST -
-führend .....	mit	= 10 - 25 % : C+	ARENOSPARIT mit
-reich .....	mit vielen	= 25 - 50 % : P-	wenigen Biokla -
-Überreich ...	mit sehr vielen	= 50 - 75 % : P+	sten

Zwischenwerte sind mit: (+) nach oben und: (-) nach unten hin anzugeben.

**IV. "F O R M E L"**

FÜR statistische Auswertungen (vgl. auch Modalanalyse)

Abkürzungen der Komponenten nach zunehmender Häufigkeit aneinandergereiht: in eine Klammer Werte von 10 - 25 %, unterstrichen = Werte >45 %, ohne Klammer die Werte von 25 - 45 %; durch angehängtes '+'-Zeichen wird >die Mitte - und durch '-'-Zeichen weniger als die Mitte des anzugebenden Bereiches gekennzeichnet; Unterscheidung von Komponenten und Grundmasse (=Matrix + Zement) durch langen Bindestrich; %-Anteil der Grundmasse durch Klein (10 - 25 %) od. Großschreibung (= 25 - 50 %); Petrographie wird mit Gleichheitszeichen angehängt: zum Beispiel: (Bio-)Pel-On+ - psp = Calc, d.h.: 10 % Biogene, 25 % Kotpillen, 40 % Onkoide, -25 % Sparit, = Kalkgestein. Abkürzungen siehe Klammer nach den jeweiligen Begriffen auf folgenden Seiten:

B.G R U N D M A S S E ( ≅ B I N D E M I T T E L )

- I. M A T R I X (Mtx) mechanisch angelagert: Ortho-(:Allo- bzw. Auto-)Matrix, Material, in das Komponenten eingebettet sind (PLUMLEY et al., 1962). (z.T. = micrite, FOLK (1959): < 0,004 mm; LEIGHTON & PENDEXTER (1962): < 0,03 mm; BISSELL & CHILINGAR (1967): < 0,05 mm; CHILINGAR, BISSELL & WOLF (1967): 'ORTHOMICRITE' = < 0,005 mm; ortho- = sekundär nicht verändert, "genuine primary"!)." Zur Unterscheidung zwischen Grundmasse und Komponenten muß die Korngrößenverteilungskurve mindestens zwei Maxima aufweisen. Das Maximum im Bereich der kleineren Korngröße entspricht der Matrixkorngröße, definitionsgemäß: < 0,063 mm (SILTIT), FRIEDMAN (1964). Mit der Lupe (10 X) sind Einzelkörner bis maximal  $\geq 0,03$  mm bestimmbar. KORN-GRÖSSEN-ANGABEN laut TAB. III; Anlagerung siehe: Energie-Index: TAB. II.
- II. S P A R I T (Psp) umkristallisierte Matrix: Pseudo-Matrix; Calci- od. Dolo-, unfrei im Starrgefüge entstanden: NEOMORPHISMUS (N) als Inversion ( $N_i$ ), Sammelkristallisation (grain growth, unstrained recrystallization ( $N_r$ )) bzw. Rekristallisation (strain recrystallization ( $N_s$ ): ursprüngliches Gefüge unter Spannung = strain), meist sammeln-der (aggrading) od. seltener verkleinernder (degrading) ART:  $N_d$ , auch  $N_{id}$ ,  $N_{rd}$ , meist aber  $N_{sd}$ . GENESE: vereinzelt gewachsen (porphyroid, meist bei  $N_i$  oder  $N_s$ ) bzw. vereint (coalesce:  $N_c$ ; meist als  $N_{rc}$  zu Mikro-Sparit).
1. MIKRO-SPARIT (Msp) (micro-sparite); ab 5  $\mu$ , meist 5 - 15  $\mu$ , bis zu 0,03 mm; \*\*\*\*\*  
 $\pm$  gleichförmige (egale), unregelmäßige Kristalle mit kontinuierlichen Übergängen, einfachen + mehr geraden Grenzen.
2. MAKRO-SPARIT (Psp) (pseudo-sparite); ab 20  $\mu$  bis 0,25, selten bis 1,0 mm; \*\*\*\*\*  
 aus aragonitischem od. calcitischem Biogen od. Schlamm über Mikrosporit durch Neomorphismus (s.o. + FOLK, 1965) entstanden;  $\pm$  egale, unregelmäßige Kristalle od. solche unregelmäßiger Form u. Größe mit gewundenen Grenzen oder geregelte, spatitähnliche. Gesetz vom paragenetischen Wachstum des Sparit: jüngere Kristalle einer Generationsfolge sind stets größer als ihre Vorgänger (B.SANDER, 1936). FORMEN, durch Untergrund (s.S. 28:14) bedingt, gelten für II. und III., aber unterschiedlich:
- |   |   |
|---|---|
| a) egalkörnig (equant (E); Länge/Breite: < 1,5 : 1) | } Palisadenanordnung<br>(eher bei III.) |
| b) blättrig (bladed (B); - " - 1,5 : 1 - 6 : 1)     |   |
| c) faserig (fibrous (F); - " - > 6 : 1)             |   |
- III. Das Z E M E N T (Cem) chemisch angelagert, frei an Oberflächen (ex- u n d intern): passiv ausgefällt (P) oder im Starrgefüge: verdrängend ausgefällt (D), (vgl. R.FOLK, 1965:24).
- S P A T I T (Osp) = 'ORTHO-SPARITE', Calci- od. Dolo-; durch Spatisation: \*\*\*\*\*  
 (= cementation) entstanden, B.SANDER (1936); z.T. = spar(ry calc)ite, FOLK (1959): > 4  $\mu$ , meist: 0,01 - 1,0 mm und mehr; klare Kristalle, gut spaltbar; FORMEN s.: II.; Entstehung: als  $P_s$  = Lösungsraum-,  $P_f$  = tektonische Kluft-Füllung oder BATHURST (1958):(1) nach Auswaschung von I. in den Intergranularen als "Granular-Zement": ( $P_g$ ); (2) in jegliche andere Hohlraumgefüge (s.: E.) als "Drusen-Mosaik" ( $P_d$ ) primär chemisch ausgefällt oder (3) FOLK (1965) als lösungsbezogene, raumgreifend verdrängende Kristalle (displacive precipitation: D) u.a. in Zwickel gewachsen.

C.

K O M P O N E N T E ( p a r t i c l e )

( K O R N ) ( g r a i n ) ( g r n )

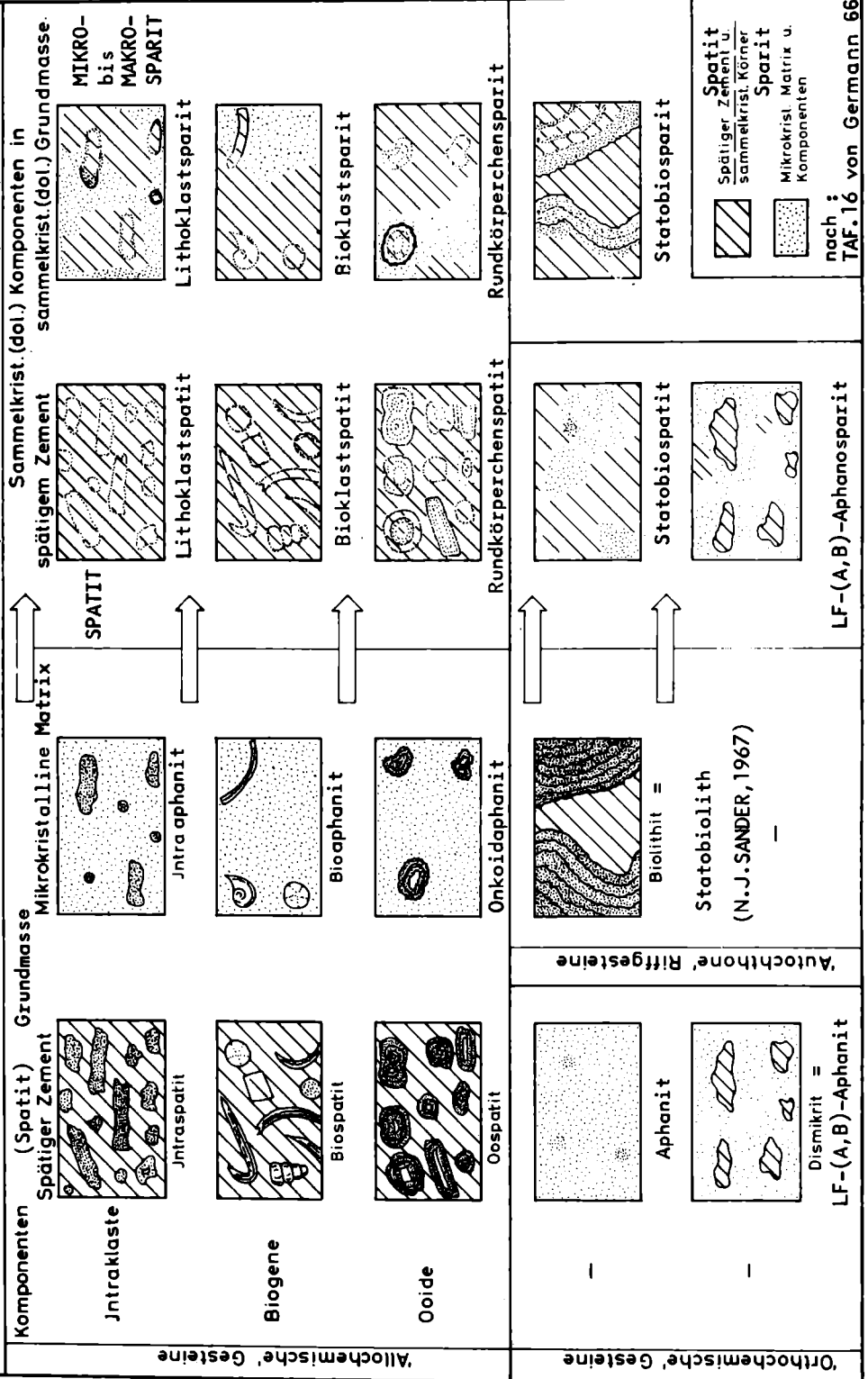
isolierter, in sich geschlossener, ( auch biogen )  $\pm$  homogener Bereich eines Gesteins. Für Sedimente mit  $>50\%$  Karbonat: mechanisch angelagertes, bereits vor dem Anlagerungsprozess entstandenes Individuum, routinemäßig  $>0,01$  mm. BEGRIFFE: FOLK, 1959; LEIGHTON & PENDEXTER, 1962; u. a.; in: BISSELL & CHILINGAR, 1967.

- I. MINERAL (Min) authigen, "exotisch"; Liste bei : THEODOROVICH (1961)
- II. PROTOINTRAKLAST (Prot) (auto-agglutination, FOLK, 1962; "grumeleuse", CAYEUX, 1935) Konzentrierung "bewegten", aber nicht losgerissenen Schlammes : A. BOSELLINI (1964)
- III. DETRITUS (Det) (C.LEE, 1840:287) (detrital grain, petroclast, allochem)  $\pm$  weit transportiertes Fragment, halbverfestigt oder fest, älter und fremd, wie auch "nahezu-gleichzeitig" und aus der Nähe; oligomikt oder polymikt
- K L A S T (Cla)
1. allochthones MINERAL (Mir) nicht - karbonatisch, allochthon
  2. NICHT-KARBONATGESTEINS-BRUCHSTÜCK (Fra) (non-carbonate rock fragment, pebble, meist synonym mit "terrigen")
  3. KARBONATGESTEINS-BRUCHSTÜCK (Lic): (LITHOKLAST) (autochthon und allochthon)
    - a) EXTRAKLAST (Exc) Bruchstück eines verfestigten, älteren Karbonatgesteins von außerhalb des Ablagerungsraumes. Gestein = Calc- oder Dololithit. OLISTOLIT = exotischer Block, turbidit-transportiert; Gestein = OLISTOSTROM
    - b) INTRAKLAST (Inc) (FOLK, 1959) : RESEDIMENT eines schwach verfestigten bis festen Karbonates  $\pm$  a u s d e m Ablagerungsraum (depo-center, MURRAY, 1952; -Arten s.: BISSELL, 1962)
    - c) AUTOKLAST (Auc) (HOLMES, 1920) (introformational breccia) INHOMOGENITÄTSBRECCIE (B.SANDER, 1936)  $\pm$  in sedimentär. Verband
    - d) PLASTIKLAST (Plac) (mud pebble, - ball, - "nodule") SCHLICKGERÖLL, halbverfestigter, kurz (zeitig + räumlich) transportierter Schlammbröckchen; z.B.: aus Prototraklast
- IV. BIOGENE (Bio) (skeletals i.w.S.) : Organismenhardtteile; (unkristallisiert = -spar). Gestein mit  $>50\%$  Biogenen = BIOLITH (EHRENBERG, 1832) oder = BIOLITHIT (FOLK, 1959)
1. BIOMORPHA (B i m) (skeleton) Flora und Fauna in vollständigen Formen
  2. BIOKLASTE (B i c) (skeletals) Organismenbruchstücke meist unbestimmbarer Formen; auch Filamente (Fil): Schalenquerschnitte
  3. BIOPETROKLASTE (Bip) allochthone, ältere Biogene (z.B.: "kondensiert")
  4. ORGANISMENGERÜSTBILDNER (Org) (organic lattice, or - framework, bioconstructed) sessile Organismengruppen, Koloniebildner; ergeben: STATOBIOLITHE (N.J. SANDER, 1967).

- C.V. RUNDKÖRPERCHEN (Rk) (spherules i.w.S.; mud grain, - aggregate (BATHURST, 1959)):  $\pm$  rund begrenzte Partikel mit konzentrischer, radialer oder axiolithischer od. gemischter Struktur, deren Gestalt durch Transport, organische Formung od. Beeinflussung und durch Anlagerung (grumous: verbakken und angehäuft) bedingt ist; von >ruditischer bis aphanischer Größe.
1. PELLET (Pel) (grain of micrite, ILLING, 1954) länglich, gut gerundet, ohne innere Struktur (fast homogen und isotrop aus aphanischem Material); Abrasions- od. Accretions-Produkte; meist  $\leq 1,0$  mm bis  $\geq 0,03$  mm; MIKROPELLET:  $< 0,03$  mm; allgemein unbestimmbare Rundkörperchen.
  2. KOTPILLE (Cop) (faecal pellet, pseudooid) KOPROLIT, eiförmig bis subsphärisch [ $\pm$  gut sortiert]; durch Rand (evt. ehemalige Schleimhaut)+evt. Internstruktur bestimmbar;  $\phi: < 2,0$  mm.
  3. ALGENPELLET (Ape1) (K.H.WOLF, 1965) Produkt der Algensprossung ("algal budding") und Zerstörung (algal dust) (durch Nrd zu kryptitischem Material gewandelt).
  4. LUMP (Lmp) (ILLING, 1954) (grapestone; bahamitic grain, BEALES, 1958) KLUMPEN (SARNTHEIN, 1965) syndementär verbakker (physikochemisch oder durch Spaltalgen od. Verwitterung), semilithifizierter Kornaggregate mit gelapptem Umriß + ungleichmäßiger Internstruktur, bis in 12 m Wassertiefe mit EI = II, (PURDY, 1963a);  $> 0,03$  mm, meist arenit. - ruditisch. MEGALUMP (Mlmp) =  $> 4,0$  mm; GLOMEROKLAST (Glmp) = Klumpen-Haufen; Höchst-Energie-Niveau-Anzeiger.
  5. UMKRUSTETE KÖRNER (Uk) (coated grains) (encrustation + circumcrusts : K.WOLF, 1965): in relativ flachem, gut durchlüftet und -lichtetem Wasser innerhalb einer Turbulenzzone entstanden:
    - a) EINFACHOOID (Soa) (superficial ooid, BEALES, 1958) : ein oder wenige Ringe variabler Dicke (Schlammkruste ohne lagigen Aufbau) um einen Kern, der im Verhältnis zur Schale relativ groß ist. (Z.T. ist es ein Verwitterungsprodukt: "crustation", WOLF, 1965).
    - b) O O I D (Oo) (ooid or oolite;  $> 2$  mm = pisolite, DEFORD et al., 1946; PETTIJOHN, 1949:75): gleichförmig konzentrisch angelegte Schalen um zentralen Kern (accretion process) meist kugelig bis subsphärisch; nach Umkristallisation entstanden Radialstrukturen; meist  $< 2,0$  mm, Idealgröße um 1 mm. Physiko-chemischer Entstehung; Gestein = Oolith. OPELLET: eiförmig.
    - c) EINFACHONKOID (Son) (superficial oncoid) : meist 1 unregelmäßige Schale
    - d) ONKOID (On) (oncoid or oncolite, YOUNG, 1941; biolite, HESS; algal ball or -biscuit, -lump): unregelmäßige Schale ungleich dicker und ungleichförmiger Ringe (runzelig) z.T. überlappend; biochemisch bedingt (Spalt- und einzellige Grünalgen umkrusten); meist  $> 1$  mm. (E. FLÜGEL & KIRCHMAYER, 1962; R.L. WILSON, 1967).
- = SS-I, SS-R, SS-C (LOGAN et al., 1964) vgl. D.IV. 1.c) 2.

Schematische Klassifizierung von unveränderten und von sammelkristallisierten bzw. dolomitisierten Karbonatgesteinen (nach FOLK 1959 abgeändert)

BEISPIELE:



**Spatit**  
Spätiger Zement u. sammelkrist. Körner

**Spatit**  
Mikrokrist. Matrix u. Komponenten

nach:  
TAF. 16 von Germann 66

D.

G E F Ü G E ( f a b r i c )

I. KRISTALLISATIONSGEFÜGE

definiert an Karbonaten durch Anhängen von -'topisch' (G.M. FRIEDMAN, 1965)  
(vgl. TAFEL III bei:

- 1. KORNFORM : a) anhedral : fremdgestaltiges Korn SPARITISIERUNG
- b) subhedral : teilweise eigengestaltiges Korn SPATISATION
- c) euhedral : eigengestaltiges Korn METASOMATOSE)

2. GESTEINSGEFÜGE:

- A. Äquigranular : gleichkörniges Gefüge - Bestandteil
  - (a) xenotopisch : gänzlich abhängige Gefüge : Kristalle = ± anhedral
  - (b) hypidiotopisch : teilweise abhängige Gefüge : Kristalle = ±subhedral
  - (c) idiotopisch : vollentwickelte Gefüge : Kristalle = ± euhedral

- B. Inäquigranular : ungleichkörniges Gefüge - Bestandteil
  - (a) wie 1. porphyrotopisch : große Körner mit Eigengestalt in dichter oder feinkörniger Matrix
  - (b) bei : aber : 2. poikilotopisch : Einschluß primärer Körner durch Neubildungen (Porphyroblasten schließen zahlreiche, kleine Minerale ein)
  - (c) A. außerdem

- C. Sondergefüge : sowohl äquigranular als auch inäquigranular aber außerdem:
  - 1. lepidotopisch : schuppiges Gefüge; blättchenförmige Minerale, subparallel orientiert,
  - 2. nematotopisch : faserige Gefüge; stengelförmige Minerale, subparallel orientiert.

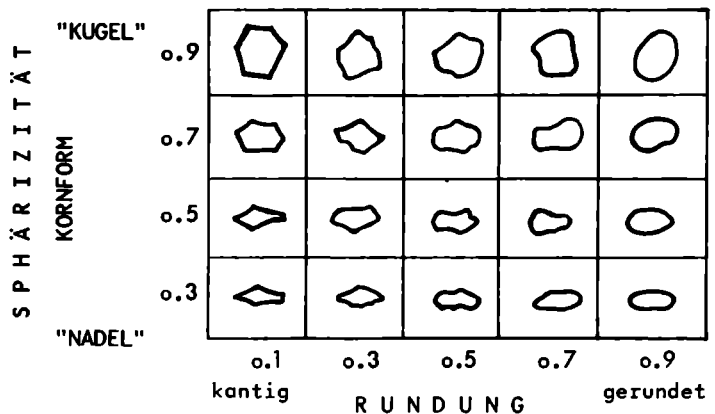
II. FORM DER KOMPONENTEN (STRUKTUR = texture)

gestattet begrenzte Rückschlüsse auf Transport- und Ablagerungsbedingungen.

- 1. RUNDUNG (roundness) = Abnahme der Kanten eines Kornes.
- 2. SPHÄRIZITÄT (sphericity) = Annäherung des Kornes an die Kugelgestalt.

Der zurückgelegte Weg bestimmt die Zurundung und Auslese der Körner, die Beständigkeit der Fließgeschwindigkeit die Sondierung der Größen.

- 3. Schaubild aus : KRUMBEIN & SLOSS (1956 : 81)



D. III. GRANULOMETRISCHE ANGABEN

1. KORNGRÖSSE (grain size) Bestimmung des mit Meßokular bei stärkster Vergrößerung im (An-) Schliff erkennbaren größten Durchmessers der Einzelkomponente.

Einheiten modifiziert nach :

- A) DE FORD, R.K. (1946); B) GRABAU, A.(1904,1913), PETTIJOHN, F. (1949),  
 C) KRUMBEIN, W. (1934); FOLK, R.L.(1962) , MONTY, C. (1963),  
 D) WENTWORTH, C. (1922); SANDER, N.(1967) , KONTA, J. (1968),  
 E) INMAN, D. (1952); F) ATTERBERG (1905) ;  
 G) FRIEDMAN, G.M.(1962); H) FOLK, R.L.(1959,1965) .

TABELLE III

A) A P H A N I T *						P H A N E R I T *									
B) KRYPTIT .....		LUTIT .....		S I L T I T				A R E N I T =====				R U D I T *****			
fein		fein		sehr fein	fein	mit tel	grob	sehr fein	fein	mittel	grob	fein	mittel		
C) $\Phi$ : 10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	+0	-1	-2	-3	-4	
D) c l a y		s i l t				v e r y f i n e s a n d				v e r y c o a r s e p e b b l e g r a v e l					
mm : 0,001, 0,002, 0,004, 0,008		0,016, 0,031, 0,063				0,125 0,25 0,5 1,0				2,0 4,0 8,0					
E) $\phi$ 3,3 3,0 2,7 2,4 2,1 1,8 1,5		1,2 0,9 0,6 0,3				0 0,3 0,6				0 -0,3 -0,6					
F) mm : 3,5 3,0 2,5 2,0 1,5		1,0 0,5				0 -0,5									
F) mm : 0,002 0,006		0,02 0,063				0,2 0,63				2,0 6,3					
G) $\mu$ micron-sized			decimicron-sized			centimicron-sized			millimeter-sized		cm				
0 CRxn	1 Axn	2 VFxn	3 Fxn	4 Mxn	5 Cxn	6 VCxn	7 ECxn								
H) crypto-kristall	aphano-kristal	sehr fein kristall	fein - kristall	mittel - kristallin	grob - kristallin	sehr-grob kristallin	extrem-grob-krist								

\*APHANIT (z.T. = micrite) mit der Lupe (10 x) nicht mehr bestimmbare Individuen

\*PHANERIT : reine "Komponenten-Größe"

MEAN-WERT :  $M_z = (\Phi 16 + \Phi 50 + \Phi 84) / 3$  ;  $M\Phi = \frac{M\phi}{0,301} - 1$ .

$M_z$  entspricht dem mittleren Korndurchmesser. Bei einer Normalverteilung ist er identisch mit dem M E D I A N - Durchmesser:  $M_d = \Phi 50$ . Q U A R T I L - WERT :  $Q_1 = 25\%$ ,  $M_d = Q_2 = 50\%$ ,  $Q_3 = 75\%$ . (vgl.: R.L. FOLK, 1961; KÖSTER, 1964)

2. HÄUFIGKEIT DER KOMponentEN im (An-)Schliff bei 25facher Vergrößerung : a) in % zur Matrix, b) in % zum Zement durch : Abschätzen in Schaubildern von BACCILLE & BOSELLINI (1965).

ENERGIE - INDEX (EI) : Nach J. PLUMLEY et al.(1962) entspricht jedem EI ein Komponenten:Matrix-Verhältnis. Somit kennzeichnet die Abstufung des EI die Wellenbewegung und Strömung im Ablagerungsraum, s. TAB. II

3. KLASTIZITÄTS-INDEX größter scheinbarer  $\phi$  von 100 im Schliff gemessenen Komponenten (CAROZZI, 1951)



D.IV. L A G E R U N G ( T E X T U R = s t r u c t u r e )

kennzeichnet mit das Ablagerungsmilieu (environment), vgl.: POTTER & PETTI-JOHN, 1963). Anlagerung erfolgt an der "BAUZONE" (B.SANDER, 1936) (≐interface)

1. S C H I C H T U N G (stratification):(ss) = Anisotropie u./od. Inhomogenität

a) BANKUNG (bedding) : ( bkg ) ≐ s t e t s Anisotropie u n d Inhomogenität

b) SCHRÄG- und KREUZSCHICHTUNG (diagonal- and cross-stratification) : (xss)  
= Zeichen für Änderung der Anlagerungsrichtung

c) FEINSCHICHTUNG (lamination) ≐ meist Anisotropie und Inhomogenität, kann aber auch A n i s o t r o p i e allein sein

1. mechanisch und / oder chemisch bedingt ( fss ) ( = zum Teil "RHYTHMIT" )

2. biogen und ± mechanisch/chemisch bedingt (organo-sedimentary structure) :

a) ( lam ) LAMINIT : Bitumenfilme, meist runzelig, trennen die ± einheitlichen, meist aphanokristallinen oder pelletoiden Feinschichten mit kleinen, ausspatisierten Schrumpfungerscheinungen voneinander (Poren und ± ⊥ ss verlaufende, gerade oder verästelte Risse): [Vertreter der "supratidal mud flats" = Marsch, Groden, Sebka ]

β) (LF-A) LAMINARE FENSTER-GEFÜGE (laminoid fenestral fabric, Typ A, G.E. TEBBUTT et al. (1965) : fenestrae = ausspatisierte, ehemals überwiegend ungestützte Hohlräume, oftmals größer als kornbedingte Intergranulare; laminoidal = seitlich gestreckt) :

(LF-A) repräsentiert "krustiges Karbonat" : käsig-kavernöses "Krautkopf-Lamellen-Gefüge", B. SANDER (1936); "Schrumpfungsporen" in "Loforit", A.G. FISCHER (1964): ausgehend von planen (stark gestreckten, z.B.: in "Zebra-Karbonat") über unzusammenhängend, seitlich gestreckten bis zu irregulär gestalteten Formen, von μ bis cm ∅. Repräsentant der ALGEN-STROMATOLITHE [Watt] nach LOGAN et al. (1964):

(1) PLF : plan laminaire Feinschichtung mit zum Teil weiträumig, seitlich gestreckten, zum Teil winzigen, irregulären Fenster - Gefügen.

(2) LLH-S : weitständige, seitlich verbundene und niedrig-gebogene Kuppeln.  
Collenia - Typ

(3) LLH-C : engständige Kuppeln, beide im Mikro- bis Dezimeter-Bereich.

(4) SH-C : einzelständig; vertikal aufeinander geschichtete Halbkugellamellen mit konstanten Basisdurchmessern; im cm- bis zu m-Bereich;  
Cryptozoon-Typ

(5) SH-V : ...- mit variablen - , ohne Überlappung der Lamellen : (Keule)

(6) SS- = ONKOID; kugelartige, lamellare Struktur, an- u. organische, freibewegliche Bruchstücke umhüllend; ∅ im mm- bis cm - Bereich :

(7) SS-I : invers umhüllter, bikonvex linsiger Körper; meist aus losgerissenem, weiter umkrusteten SH-TYP; Vertreter des geschützten Niedrig-Watt und Seichtwassers mit geringfügiger Bewegung;

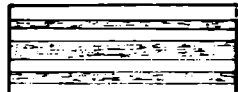
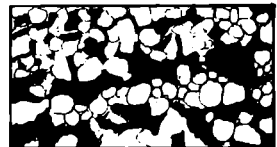
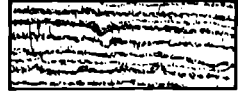
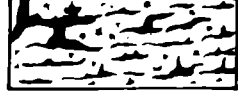
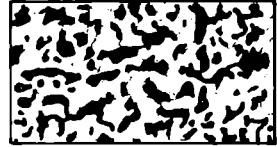






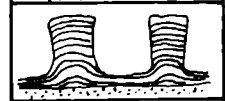
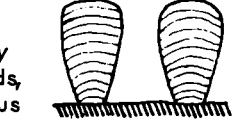




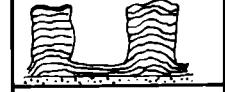




(8) SS-R : willkürlich umhüllte, stark unregelmäßige "Kugel"; Bildungsraum wie (7), doch häufig bewegt, bei relativ langen Ruheintervallen;

(9) SS-C : konzentrisch umhüllte, gleichmäßige "Kugel" ; Vertreter des Seichtwassers, ständig unter Wasser, fortlaufend bewegt .

d) INDIFFERENTE SCHICHTUNG ≐ meist Inhomogenität allein : ( mas = massig ) .

Schematische Darstellung v. Feinschichtungsgefügen

MODIFIZIERT NACH : B.W. LOGAN, R. REZAK & R.N. GINSBURG, 1964; B. SANDER, 1936;  
G.E. TEBBUTT, C.D. CONLEY & D.W. BOYD, 1965.

<p>mm-, cm-, dm-, m- RHYTHMIT</p>		<p>LAMINARE FENSTER - GEFÜGE, TYP : L F - B -</p>	
<p>LAMINIT (dkl.= Bit.Filme)</p>		<p>L F - B - II hoch-detritisch (dkl.= Spatit - Hohlraumfüllung)</p>	
<p>L F - A - , ⊥ ss Laminare Fenster- Gefüge; dkl.= Spatit</p>		<p>L F - B - I niedrig-detritisch mit Aphanit, hell</p>	
<p>P L F Plan laminare Feinschichtung</p>		<p>KOMBINATION DER WUCHSFORMEN VON ALGEN - STROMATOLITHEN:</p>	
<p>L L H - C lateral linked he- mispheroids, close</p>		<p><math>\frac{LLH - S}{LLH - C}</math></p>	
<p>L L H - S space - linked</p>		<p><math>\frac{SH - V}{LLH - C}</math></p>	
<p>S H - C stacked hemispher- oids, constant radius</p>		<p>LLH - S → SH - V</p>	
<p>S H - V discrete, vertically stacked hemispheroids, variable basal radius</p>		<p>SH - V → LLH - C</p>	
<p>S S - I spheroidal structures, inverted stacked lam.</p>		<p>SH - V → LLH - S → SH - V → LLH - S → SH - V</p>	
<p>S S - C concentrically -</p>		<p><math>\frac{LLH - S \rightarrow SH - V}{LLH - C}</math></p>	
<p>S S - R randomly stacked</p>		<p><math>\frac{SH - V \rightarrow LLH - C}{LLH - C}</math></p>	
<p>L F - A - , // ss geschnittenes lami- nares Fenster-Gef.</p>		<p><math>\frac{SS - C}{LLH - C}</math></p>	

D. GEFÜGE : IV. : LAGERUNG (TEXTUR), vergleiche auch R.R. SHROCK (1948 / 1958) :

2. ORGANISMENGERÜSTBILDUNGEN vgl. H.F.NELSON, C.W.BROWN & J. BRINEMAN (1962) :

Genetisch:LOWENSTAM (1950) : a) BANK            b) RIFF  
deskriptiv:CUMINGS (1932) : a) BIOSTROM    b) BIOHERM    ) als Gestein :  
BIOLITHIT (FOLK, 1959/62) od. STATOBIOLITH (N.J. SANDER, 1967)

3. VERÄNDERTES LAGERUNGSGEFÜGE (vgl. F. und G.: Sedimentogenese und Diagenese) :

a) mechanisch	} wechsel-	} verstellte Geopetalgefüge, auch andere Turbulenzer - scheinungen; Schlammfalten; Kräuselungen; "Sand- Intrusionen" ; Syneresis Klüfte und-Hohlraumbildungen; Drucksuturen, Stylolithen.
(physiko- chemisch)		
b) chemisch		
(bio- chemisch)	} seitig z.B. bedingt	} Blastese, meist von Evaporiten; Quarz u.a. ("Messer- stiche"); Halmyrolyse (Herauslösen aus dem Sediment, HUMMEL, 1922); "Wurstel"-, "Kramenzel"-, Knollenkarbo- nate (: 1. Subsolution, 2. Auflösung kalkiger Hart- teile in bodennahem Wasser mit H <sub>2</sub> S, 3. Verwesungen , 4. Schlammwühlertätigkeit).
c) biogen		

4. GEOPETALGEFÜGE (B. SANDER, 1936:56)

a) mechanisch	} wechsel-	} extern z.B.: (1) tektonische Diskordanz und hangend Aufarbeitungskonglomerat, (2) "Sandfang" in Reliefs ( Erosionsdiskordanz ), (3) Korngradierung ( Grobes meist unten : graded bedding), (4) Oszillationsrip- peln mit scharfen Rippen oben; (5) Strömungsrippeln mit internem xss, (6) Schrägschichtung, unten ange- schmiegt, oben gekappt,(7) polare Anlagerung,(8) bei Massen von Schälchen gilt : gewölbt oben,(9) Trocken- risse (Netzleisten) gehen vom ss aus.
(physiko- chemisch)		
b) chemisch		
(bio- chemisch)	} seitig z.B. bedingt	} intern z.B.: a) fossile "Wasserwaagen" mit und ohne "Sandfang"; (2) Stromatactis (meist bei Algen) mit Internsedimentation (vgl. WOLF, 1965c) (3) bei LF-Ge- fügen : Girlande hängt von oben herab; Kräuselungen auf ebenem Boden weisen mit Ausbuchtungen nach oben; Rheotaxis (dem nahrungsbringendem Wasserstrom zuge- wandt oder Einzelkorallen in Lebensstellung); Ichno- lites (Fährteneindrücke; W. SCHÄFER, 1963).
c) biogen		

5. HÄUFIGKEIT (frequency) : (siehe: D.III.2.) Angabe einer bestimmten Kornklasse oder -art in %, kennzeichnet die Verfügbarkeit (s.: F.I., " attributes", POTTER & PETTIJOHN, 1963)

6. SORTIERUNG (sorting) : kennzeichnet die Ablagerungsmechanismen. Werte nach INMAN (1952) oder R.L. FOLK (1961) : So. = (  $\Phi$  84 -  $\Phi$  16) / 2 : ergibt bis 1,0  $\Phi$  "sortierte" und > 1,0  $\Phi$  "unsortierte" Arenite. Der Sortierungsgrad reicht von "sehr gut sortiert" bei So < 0,35  $\Phi$  bis zu "be-  
sonders schlecht sortiert" bei So > 4,0  $\Phi$  . Gibt Hinweis auf EI : (TAB. II).

E. HOHLRAUMGEFÜGE (cavity fabric) (mit SPATIT)  
(oder: open-space structures, WOLF, 1965c)

INTERGRANULARE (ZWICKELPoren) : LÜCKEN zwischen den Körnern ("Granular"-Zem.)  
INTRAGRANULARE (HOHLFORMPoren) : LÖCHER innerhalb der Körner ("Drusen"-Zement)

I. HOHLRAUMFORMEN vorwiegend syndimentärer Entstehung (vugs),  
beliebiger Form und Größe, meist postsedimentär ausgefüllt: chemisch + mechanisch (vgl. B. SANDER, 1936 und WOLF, 1965c) z.B.: durch Kohlenwasserstoffe; mechanische Internsedimentation+/oder Ausspatisation durch in Form und Größe variable, klare Kristalle (letzteres z.T. = "birds-eyes"; HALL, 1847)

1. rein mechanisch bedingt a) sperrige Lagerung schafft "Zwickelporen" (s. FÜCHTBAUER, 1966) (interstices, s.: DUNHAM (1962; schirmartige Abdeckung, siehe: HARBAUGH, 1961)).  
b) auflaufendes Wasser (Steigtide) kann Gasblasen fangen (gas-bubble pockets: wird zu LF-B).
2. biogen und z.T. mechanisch siehe LF-A - (D.IV.c) und LF-B-Gefüge (s.u.); im Riffgestein: "Groöoolithe" (=reef tufa); Tierbauten (Spuren) (burrows).
3. biogen u.z.T. chemisch Bakterientätigkeit; Abbau von Organismenmaterial, Verwesung.
4. chemisch u.z.T. mechanisch Gasblasen als Produkt chemischer Reaktion (vgl. FÖRSTNER, MÜLLER, REINECK. (1968): kann zu LF-A werden). Syneresis (-cracks, -joints) Kontraktions-Hohlraumformen (Materialdifferenzierung).

II. HOHLRAUMFORMEN vorwiegend postsedimentärer Entstehung (porosity) erzeugt durch:

1. VERWESUNG Gasbildung und/oder Volumenschwund
2. LÖSUNG z.B. Verkarstung, Kavernen; "Rauhackenbildung", Zellendolomit; "Messerstiche" (SARNTHEIN, 1966); Organismen - Hohlformporen
3. KRISTALLWACHSTUM a) DOLOMITISIERUNG: Volumenkontraktion des Karbonatgitters bei Einlagerung von Mg<sup>++</sup> durch Austausch (Metasomatose) bis zu 12% (vgl.: WOLF, CHILINGAR & BEALES, 1967)  
b) VERDRÄNGUNGSWACHSTUM (displacive precipitation: D; FOLK, 1965)  
c) Evaporation und Wiederauflösung (ILLING et al., 1965)
4. SCHRUMPFUNG Schwundrisse: birds-eyes gehen über in fenestrae: LF-A und LF-B (TEBBUTT et al., 1965): nur schwach bis mäßig hohlraumartig laminiert innerhalb  $\pm$  sortierter, heterogener Partikel:  
LF - B - I z.T. niedrig detritisch bei  $\pm$  gleichgroßen Komponenten lutitischer bis arenitischer Größe, z.T. durch Photosynthese autochthon ausgefallter Aphanit ( $\cong$  Untertyp: "Colorado", TEBBUTT)  
LF - B - II hoch-detritisch: bei heterogener Komponentengröße locker mechanisch angelagert, z.T. korngadiert (auch invers) und mit verstelltem Geopetalgefüge ( $\cong$  Untertyp: "New Mexico" von TEBBUTT)
5. VERWITTERUNG (mud cracks) Schlammsprünge, allgemein; TROCKENRISSE: (prism  $\rightarrow$   $\perp$  ss und sheet cracks: // ss); physiko-chemisch: z.B. Verkarstung
6. TEKTONIK Kluft-, Spaltenporosität: Dehnungs- u. Scherklüfte; Fiederspalten

**F. SEDIMENTOGENESE (STRAKHOV, 1953; + vgl. Autoren mit \* bei J.)**

- I. **VERFÜGBARKEIT** (attributes, POTTER & PETTIJOHN, 1963): Bereitstellung des Sedimentmaterials durch Land (terrestrisch) und Meer (marin) mit und ohne Organismeneinwirkung:
1. **Physiko-chemisch** Verwitterung von Kristallin- und Sedimentgesteinen: Lösungen, Kolloide, Gele, Feststoffe werden durch Flüsse, Eis, Wind u.a. unter Differentiation oder Vermischung zum Ablagerungsraum transportiert, dort sedimentiert ("primäre" Gefüge) und z.T. erneut abgetragen (Erosion, Abrasion etc. verändern ursprüngliche Lagerung: D.IV.3.).
  2. **Organogen**
    - a) direkte Hartteilausscheidung Außen- und Innenskelette (skeletals), zur Fossilisation geeignete Biogen-Reste.
    - b) indirekte, biochemische Milieuveränderung durch Lebenstätigkeit: Photosynthese, Verwesungen u.a.; sowie durch Verfestigung von Wohnbauten.
- II. **ABLAGERUNGSRAUM** (depo-center) Durch bestimmte Merkmale abgrenzbarer, in sich geschlossener Bereich verstärkter Anlagerung:
1. **Küstenregion** (beach, shore, coastal region) paralisch (par): estuarin (äst), deltaisch (del), lagunär (lag), supralittoral (slit)
    - a) Steilküstenbedingte Brandungsplatte (:Konglomerate; Rudite, Arenite)
    - b) Flachküsten, je nach Morphologie: Flußmündungen (Ästuar, Delta); Lagunenbereiche ("Strandseen"; Nehrung; z.T. Watt + Marsch; : rascher Sedimentationswechsel); geschützte Gezeitenküsten: Wattgebiet (:stetige Sedimentation mit ständiger Umlagerung):
      - (1) supratidal MARSCH (GRODEN, SEBKHA) nur selten und kurzzeitig von Wasser bedeckt (Sturmfluten)  
HOCH-WATT (htid) während der Springflut ganz bedeckt  
während des Tide-Hochwassers größtenteils
      - (2) intertidal W A T T (tid) während des Tide-Hochwassers ganz bedeckt  
während der Nippflut größtenteils bedeckt  
NIEDRIG-WATT (ntid) während der Nippflut ganz bedeckt
      - (3) subtidal (stid) FLACHMEER (ner) auch bei Tide-Niedrigwasser ganz bedeckt
  2. **Flachmeerregion** (shelf, shallow sea, near shore area): marin (mar): littoral (lit) = zwischen Tide-Niedrigwasser-(TNW) und Tidehochwasser (THW) - Stand : evaporitisch (evap), riffoid (rif); anörob (euxinisch) (eux); neritisch (ner) = Shelf-Flachmeer
    - a) mit ± flachem Abfall zum Schelfrand (Kontinentalhang zum offenen Ozean)
    - b) ± intrakontinentaler Schelf (Golf, Randmeer: reiche Karbonatansammlung mit Riffen, Bänken, Lagunen etc.; Binnenmeer vielfach euxinisch, die beiden letzteren stark terrestrisch geprägt)
  3. **Tiefseeregion** (sea, ocean): bathyal (bat), abyssal (aby), hadal (had) zunehmend nachlassende Sedimentationsrate; erhöhte Gleichförmigkeit
    - a) Kontinentalhang (continental slope): geringste Sedimentation, reliefbedingte Umlagerungen häufig; mit submarinen Cañons und Erhöhungen
    - b) Tiefsee (deep sea) mit Ebenen (abyssal planes), Gräben, Rinnen (abyss. gaps), Schwellen, Rücken (abyss. rises), Hügel; Berge (sea mounts) Guyot (tabel mounts)
    - c) Gesenke (trench).

- III. ANLAGERUNGSMILIEU (normal - and restricted environment = normales und eingeschränktes Milieu : Gesamtheit der Bedingungen; vgl. A.II.)  
b e e i n f l u ß t   d u r c h
1. K l i m a            Temperatur, Feuchtigkeit, Wind etc., je nach Klimazone
  2. Wasserbedeckung    kaum - reichlichst, selten - ständig, je nach Lage zum Land
  3. Wasserbeschaffenheit    wechselnden Gehalt an Gasen und Salzen; Salinität von hypersalinar >290 ‰ - über salinar -290 ‰ - ultrahalin -60 ‰ (Meerwasser von 60 - 18 ‰ : hyper- 40, eu-30, polyhalin 18; Brackwasser von 18 - 0,5 ‰ meso- 5, oligohalin 0,5) bis limnisch <0,5 ‰.
  4. Wassertätigkeit        Verschiedene Schwebdauer von Komponenten (Kurz- (KSB) u. Langschweb-Bereich (LSB), GRIPP, 1958) kennzeichnen Bewegung und Ruhe
  5. Bodenbeschaffenheit: Weich-, Hartböden (soft-, hardground, s. FABRICIUS, 1968)
  6. Wechselwirkung mit der Lebewelt: Plankton, Nekton; Benthos; Bank, Riff und Algenmatten
- IV. SEDIMENTATION        (Ablagerungsvorgang in Abhängigkeit von Material Milieu und Raum, s.o.)
1. Mechanische (physikalische) Anlagerung
    - a) stetig in der Zeiteinheit bei gleichbleibender Materialzufuhr (nur kurzfristige Unterbrechungen)    Laminit, Bänderkarbonat, Massenkarbonat
    - b) unstetig in der Zeiteinheit bei (1) veränderter Materialzufuhr (Alternation zweier Lithotypen : A B A B) oder (Zyklus mindestens dreier Lithotypen : symmetrisch ABCDCBA, asymmetrisch ABCDABCD)    Rhythmit; (2) veränderlicher Turbulenz (Veränderungen an der Bauzone)    Schrägschichtung, Gradierung; (3) veränderlicher Turbulenz und Materialzufuhr: Abfolge von (1) und (2).
  2. Chemische Anlagerung

Fällung von Salzen und Karbonaten beim Überschreitend.Sättigungskonzentration im Lösungsmittel (z.B. Poren- und Meerwasser, besonders im eingeschränkten Milieu)    Evaporite, Karbonatschlamm.
  3. Aktive organogene Anlagerung
    - a) faunistisch : beim Erreichen der Sättigungskonzentration in der Körperflüssigkeit kommt es zur Ausscheidung von Hartteilen (Innen- und Außenskelette)
    - b) floristisch    Ioneneinbau in die Zellwand (besonders bei Grünalgen).
  4. Anlagerung unter Mitwirkung von Organismen ( passive Anlagerung )
    - a) organische Zerfallprodukte ( $H_2S$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$ ) verändern den pH-Wert und die Löslichkeitsverhältnisse    Konkretionsbildungen; Umkrustungen aller Art.
    - b) Photosynthese  $CO_2$ -Verbrauch und  $O_2$ -Abscheidung verändern die Löslichkeitsverhältnisse. Es kommt zur Karbonatsfällung.
    - c) Bakterielle Milieuänderungen verursachen Fällung (Sulfate, Karbonate etc).

## G. DIAGENESE (von GÜMBEL, 1868; KONSOLIDIERUNG und LITHIFIKATION)

### I. DEFINITION

(vgl. K. GERMANN, 1966 :5-8; G. LARSEN & G.V. CHILINGAR, 1967:4) : Summe aller physikalischen und chemischen Vorgänge, die in einem Sediment unter Bedingungen ablaufen, die nicht wesentlich von denen im Ablagerungsraum abweichen, d. h. : bei diagenetischen Gesteinsveränderungen entstehen nur solche Mineralvergesellschaftungen, die auch als niedrig-temperierte, sedimentierte Bildungen bekannt sind und Porenlösungen in einem offenen System erfordern. (abhängig von p-T-Diagramm und Reaktionsfähigkeit der Bestandteile). Damit ist die Abgrenzung zur Metamorphose möglich.

### II. GLIEDERUNG nach R.W. FAIRBRIDGE (1967:20-41) :

1. Syn-diagenese (BISSELL, 1959; während der Sedimentations-Phase mit Tiefenwirkung von ca. 0-100 m; entspricht der FRÜHDIAGENESE I + beginnender II, GERMANN, 1966)  
Stadium, das unmittelbar auf biogene und physiko-chemische Anlagerung des Sedimentes folgt. DAPPLES (1959, 1962) und GARRELS (1960) unterteilen in:  
a) "Anlagerungs"-Phase (initial stage, bzw. -phase) : Umbildungen an der Bauzone; Beeinflussung durch "normales" und "verändertes" Meerwasser : (USDOWSKI, 1966).Hauptsächlich Oxydationsvorgänge (sinkende pH-Werte).  
b) "Einbettungs"-Phase (early burial stage bzw. -phase) : Umbildungen im oberflächennahen, noch plastischen Sediment; beeinflusst durch zirkulierendes Porenwasser, dessen Chemismus durch Bakterien oder andere Infana modifiziert werden kann. Vorherrschend Reduktionsvorgänge (steigende pH-Werte).
2. Ana-diagenese (Kompaktions- und Lithifikations-Phase; prämetamorphes Stadium; entspricht der FRÜHDIAGENESE II und der SPÄTDIAGENESE I+II (GERMANN, 1966)  
Bei Versenkung ( ca. 1 - 10.000 m ) durch Auflast und/oder Diastrophismus langsam ansteigende p-T-Bedingungen. Unter diesen veränderten Bedingungen führen physiko-chemische Prozesse (Sammel- und Rekristallisation) zur Wiederherstellung stabiler Strukturen.
3. Epi-diagenese (Veränderungen im erneut gehobenen Sedimentgestein. Prozesse durch eindringende Sickerwässer beeinflusst.)

Wieder oberflächennahes Gestein (durch diastrophe od.eustatische Hebung) wird von tief einsickerndem Wasser durchdrungen (epigenetisch supergen, bis zu 5000 m Tiefe). Permeabilität, d.h. Grad der anadiagenetischen Zementation sind für die Sickerstiefe ausschlaggebend.

Die O<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub>-Sättigung (Oxydationsbedingung) führt zur Wiederbelebung der geo-chemischen Prozesse, zur Zementation und Mineralisation von Spalten und Kluftsystemen.

Desintegration des Kornverbandes, hervorgerufen durch Oberflächenprozesse (Agentien der Verwitterung) führt zur Bodenbildung : Verwitterung = Spezialstadium der Epi-diagenese.

### III. MERKMALE DER SYN- UND ANADIAGENESE

#### 1. "Anlagerungs"-Phase der SYNDIAGENESE

- a) Aktive und passive ORGANISMENEINWIRKUNG im Oxydations- und/oder Reduktionsmilieu : Spuren, Bioturbation, Verwesung; Um- und Überkrustungen (Algen, Foraminiferen etc.); Algenfilm- und -mattenverfestigung; Bakterientätigkeit, auch bei euxinischen Bedingungen.
- b) Bei hoher Keimbildungsrate : KRISTALLISATION (Reorganisierung chemischer Verbindungen) von Karbonaten (Korngrößen  $< 10 \mu$  ; z.T. als verdrängendes Kristallwachstum : D, vgl. B.II.) und Evaporiten (z.B.: Anhydrit- oder Gips-Einkristalle oder -Verfilzung : ILLING et al., 1965).
- c) Einsetzende VERKLUMPUNG (Kornaggregatbildung); KONGELATION (Gelbildung) und KOAGULATION (z.B.: Hornsteinbildung, Opal).
- d) Beginnende HALMYROLYSE (HUMMEL, 1922); NEUORDNUNG des Ionenbestandes, bes. bei Ton- und Glimmermineralen; KORROSION ( chemische Denudation ); beginnende SUBSOLUTION (unter euxinischen Bedingungen : Auflösung von Kalkschalen); z.T. DESALINFIZIERUNG.
- e) KORRASIONERSCHWEINUNGEN (mechanische Denudation).

#### 2. "Einbettungs"-Phase der SYNDIAGENESE

- a) Noch aktive und passive ORGANISMENEINWIRKUNG in der vorherrschenden Reduktionszone ( da Oxydationszone auf geringste Tiefen beschränkt ist ) : Bauten, Bioturbation; Bakterientätigkeit.
- b) MINERALUMWANDLUNGEN OHNE stoffliche Veränderung (NEOMORPHISMUS, FOLK, 1965) : Inversion (Umwandlung einer instabilen Mineralmodifikation in eine stabile, ohne stoffliche Veränderung, ungeachtet der Gitterstruktur und des eventuellen Isotopengehaltes) z.B.: Aragonit  $\rightarrow$  Calcit; Protodolomit  $\rightarrow$  Dolomit; beginnende Sammelkristallisation : "Mikro-Sparit"; Kornverkleinerung (im unverfestigten Sediment, unabhängig von Wassertiefe und Durchlässigkeit, bes. in Algenkolonien durch Zerfall der organischen Substanz, WOLF, 1965b).
- c) MINERALUMWANDLUNGEN M\_I\_I stofflicher Veränderung ( METASOMATOSE ) : Mineralneubildung z.B.: einsetzende Sprossung authigener Minerale (Fluß- und Feldspat, Pyrit, Dolomitrhomboeder etc. (aus Oberflächenrestwässern, DEFFEYES et al., 1964); beginnende Spatisation in Intergranular- (Zwickelporen) und Wachstumshohlräumen ("Sinterbildung" u. "Großoolith-Gefüge" in Riffgesteinen, O. SCHMIDEGG, 1928; B. SANDER, 1936; M. SARNTHEIN, 1965/66) Mineralumbildung z.B.: Hydratation u. Dehydratation (Salze : Chloride , Sulfate etc.); Ionenaustausch; Subsolutio; Halmyrolyse, Auslaugung und Bleichung; beginnende Inkohlung und Bildung von Kohlenwasserstoffen u.a.



- 2.c) Mineralverdrängung z.B.: Silifizierung; Vererzung; Dolomitisierung (diffus oder allumfassend, detailliertes, homoaxiales Ersetzen auch feinfaseriger Fossilien u. Ooide : MURRAY, 1964; verursacht durch Mg-angereichertes Meer- und Porenwasser, bes. im "eingeschränkten" Milieu); Konkretionen (nodules, concretions): Materialansammlung um einen 'Kern' (oft ein Organismenrest); z.B.: Septarien, Geoden, Pyritknollen, Bohnerz, Toneisenstein, Feuerstein-Knollen (siehe auch : SHROCK, 1948:58); Lösungerscheinungen.

### 3. A N A D I A G E N E S E

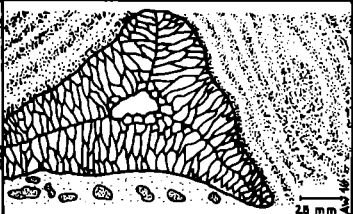
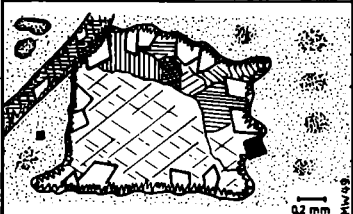
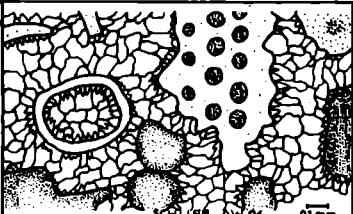
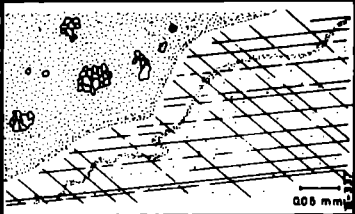
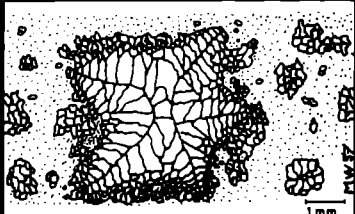
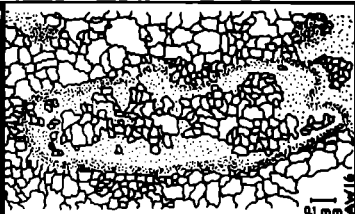
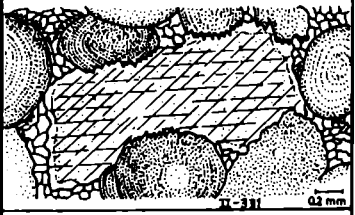
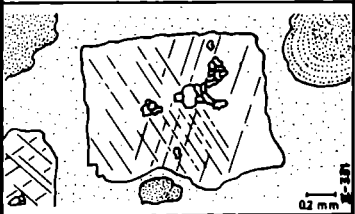
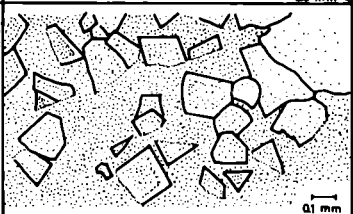
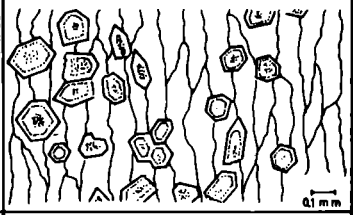
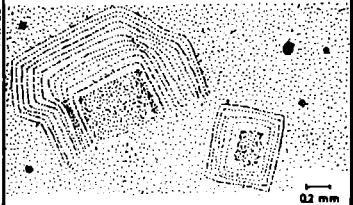
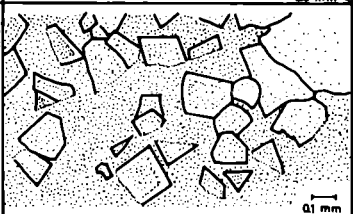
a) Mechanisch bedingte Veränderungen :

Kompaktion : Resultat fortschreitender Auflast : Porenlösungen werden ausgequetscht (Dehydratation); zunehmender Kornkontakt (Druck-Kohäsion, Drucklösung - bis zur Kornaufzehrung - führt zur Kornverzahnung : "Schweißen" ; Stylolithen, Drucksuturen); Okkludieren der von Organismenschalen umschlossenen Hohlräume (Vortrag: FÜCHTBAUER, 1967, Kiel); Tektonische Beanspruchung bedingt Drucklösung : Gestein kann aufgelöst werden (Ton-, Bitumen-, Erz-Residua an Stylolithen). Es bilden sich Schichtfugen und (Makro-)Stylolithen einer nächst höheren Größenordnung (TURNIT, 1967); Klüfte reißen auf und verheilen teilweise syntektonisch.

b) Chemisch bedingte Veränderungen :

Mineralneubildung z.B.: authigene Mineralsprossung (Quarz, Flußspat, Dolomitrhomboeder, Erze etc.); Spatisation in Inter- und Intragranular-Räumen (Faserzementbildung; zunehmender Verschluß des Porenraumes, erschwerter Materialtransport); Mineralumbildung : Sammelkristallisation (grain growth, BATHURST, 1958/1959) : auf Kosten von feinkristallinem, monomineralischem Karbonat geringer Porosität entsteht durch Oberflächen-Spannung an gewundenen Korngrenzen ("Fest-Phase") gröberes (Über Mikro- zu Makro-Sparit; Neomorphismus : "unstrained" recrystallization, FOLK, 1965:18/23; vgl. B.II.) gleichzeitig "gereinigtes" (expulsion of impurities ; FÜCHTBAUER, 1966) ; Rekristallisation (strain recrystallization, FOLK, 1965) : Entstehung neuer Mineralkörner aus älteren (druck- und/oder temperaturbeanspruchten) : Ionenwanderung von einem spannungsbeanspruchten Kristallgitter zu einem spannungsfreien Platz ohne flüssige Phase ("Lösungsumsetzung" in situ mit Wiederherstellung einer stabilen Struktur). Dichte der ursprünglichen Keime bedingt Größe der neuen Mosaikkörner (meist  $\pm$  äquigranular). Weiträumige Keimlage begünstigt porphyroblastisches Zwischenstadium (BATHURST, 1958 ; FOLK, 1965 : porphyroid neomorphism  $\approx$  Sparit). Anwachsstüme ("rim cement", allgemein, "syntaxial rim" im bes., "overgrowths", vgl. FOLK, 1965:25) . Mineralverdrängung : Isolierte, subidio- bis xenotopische Kristallpflaster greifen über präexistente Texturen hinweg, z.B.: Silifizierung, Vererzung, Calcitisierung, Dolomitisierung erfolgt über Kompaktionsströme od. Restporenlösungen, vielfach vom ss oder anderen belteroporen Gefügen ausgehend.

nach K. GERMANN, 1966 : TAFEL 17; Symbole : R.L. FOLK, 1965

PROZESS		KORNFORM u.- GEFÜGE		PROZESS		KORNFORM u.- GEFÜGE			
<b>Authigenes Mineralwachstum</b> (M = METASOMATOSE : replacement = R)	<b>Zementation : (P)</b> (SPATISATION)  D R U S E N - Z E M E N T ..... + GRANULAR-ZEMENT Faseriger Spatit (egal-körniger Rand: P.B3C Innere: P.E4)	P.F540 			<b>Sammelkristallisation : (Nr.)</b> (SPATITISIERUNG)	Syntaxiale Säume N.E70m 	Faseriger SPATIT N.E4-F56 	Egoles SPARIT N.E35 	
	<b>Drucklösung</b>	Mikrostyrolithen N.B6C 	Mosaik in Einkristallen N.d.E4k 	Dolomit NW 63 		Quarz NW 35 	<b>Kornverkleinerung (Nd)</b>	Flußspat NW 25 	Dolomit NW 63 

H. DOKUMENTATIONSSCHEMA ZUR MODALANALYSE KARBONATISCHER SEDIMENTGESTEINE  
(PETROLOG)

STRATI- GRAPHIE		Start, Bezugshorizont	3		
		Lithostratigraphie	2		
		Geochronologie	1		
		KOORDI- NATEN		Streichen und Fallen	7
				Proben-Nr. (evt. Art)	6
				Profil-Länge, jeweilige (cm - m)	5
				Profil-Kenname (Lokalität)	4
		ÄUßERLICH MARKANTES		Tektonische Beobachtungen	8
				Festigkeit	9
				Anwitterungsfarbe	10
Farbe des frischen Bruches	11				
GRUND- MASSE		Sonstiges (z.B.: Nutzbares, Geruch)	12		
		Matrix, Art und %-Anteil	13		
		Sparit, Art und %-Anteil	14		
KOMPONENTEN	KORNARTEN	Zement, Art und %-Anteil	15		
		Mineralogische Bestandteile: Mir, Min	16		
		Detritus, nicht karbonatisch, Fra	17		
		Lithoklaste: Exc, Inc, Olc	18		
		Autoklaste	19		
		Plastiklaste und Prototintraklaste	20		
		Bioklaste: Bic, Bip	21		
		Biogene: Bim, Org (vgl.: 52)	22		
		Rundkörperchen: Pel, Cop, Apel	23		
		Klumpen: Lmp, Mlmp, Glmp	24		
KORNARTEN		Umkrustete Körner: Soo, Oo, Son, On	25		
		Komponenten/Grundmasse-Verhält. (GMR)	26		
		Korngroßen-Häufigkeitsverteilig. (Md, Q)	27		
		Energie Index (EI)	28		
		STRUK- TUR		Sortierung und Einregelung	30
				Kornform	29
		G E F Ü G E	PROFIL	Gesteinstypen	31
				HORIZONTAL- SCHICHTUNG WECHSELLAG.	Teilkörper-Art + %-Anteil
			Trennschärfe, Schichtflächentypen		33
			Typ der Teilkörper-Form, Bkg, Lam		34
Schichtgradierung	35				
Korngradierung	36				
Zusätzliche Strukturen	37				
OHNE SS			Indifferente Schichtungsgefüge	38	
			Schrägschichtungsgefüge	39	
VERÄNDERTE LAGERUNG			Schlepp- und Fließmarken	40	
		Deformationen, synded.	41		
		Spuren	42		
		Bioturbation	43		
		Sonstige Texturen	44		
		G E F Ü G E		Geopetalgefüge	45
				Hohlraumgefüge	46
				Merkmal zur Sedimentation	47
				Merkmal zum Milieu	48
				Merkmal zum Ablagerungsraum	49
Merkmal zur Verfügbarkheit	50				
Postsedimentäre Umbildg. (Diagenese)	51				
Paläontologie, spez. Fossilformen	52				
Besonderheiten, Anmerkungen	53				
Bearbeitungshinweise, Labor	54				

Dieser Tabellenkopf ist auszudehnen, um den Symbolen (vgl.: Erläuterungen) pro Zeile genügend Raum zu geben und den eigenen Bearbeitungsbedürfnissen anzupassen  
W.-U. MÜLLER-JUNGBLUTH (1968)

## H. ERLÄUTERUNGEN ZUM DOKUMENTATIONSSHEMA

(von W.-U. MÜLLER-JUNGBLUTH, 1968)

### I. ALLGEMEINES :

- a) Darstellungsformen siehe : BOUMA, A.H. (1962); GUBLER, Y. et al. (1967); H. LÜTZNER (1967); SHELL, STANDARD LEGEND (1958), (Clausthaler) Tektonische Hefte (ab 1959), u.a. Bei einfacher Registrierung verwende man Abkürzungen (vgl. A. IV) und Symbole, bei graphischer Gestaltung flächige Signaturen pro Zeile, die außerdem weiter aufteilbar ist.
- b) Mengenverhältnisse (%-Angaben) werden durch Unterteilung der Horizontalen einer Zeile, die Qualität (Art) durch Signatur oder Symbol dargestellt. Die Abschätzung der Mengen (%) erfolgt durch Vergleich mit Tafeln von BACCILLE & BOSELLINI (1965) oder nach dem Punktzählverfahren.
- c) Quantitäts-Angaben enthalten, soweit nötig, Symbole: S- = 0-1 %, S+ = 1-5 %, C-, C+, P-, P+, A- = 75-90 % : "mit Übermaß an" : A+ = 90-95 %; D- = 95-99 % : "vorherrschend" : D+ = 99-100 % (vgl. "Zusätze", TAB. II); oder die Zeichen: . = 1 Exemplar, / = 2-5 Exemplare, o = 6-20, ● = 21-100, ■ =>100; ✕ = sehr häufig; X = nur qualitativ bestimmt; oder die Darstellung : seltene Merkmale = 1 Symbol; normal, mäßig = 2 Symbole; zahlreich = 3 Symbole; außerdem : unbestimmte Strukturen : in eine Klammer, kaum sichtbare: in Doppelklammer; Merkmal mit ° = sowohl auf der Schichtfläche als auch innerhalb der Bank ; Merkmal mit \* = beobachtet, aber nicht im Petrolog eingetragen : s. P = siehe Protokollheft.
- d) Größen-Angaben in mm : von - bis und häufigsten Wert, nach Vergleich mit der TAB. III, z.B.: durch Ziffern nach den Intervallen von FOLK, 1962/1965
- e) Fehlende Merkmale (z.T. Ausdruck der Verfügbarkeit, vgl. F. I) : FM = Merkmal -, FB = Beobachtungsmöglichkeit -, FU = Untersuchung fehlt.

### II. ERLÄUTERUNGEN ZU DEN JEWEILIGEN ZEILEN :

#### SPALTE

STRATIGRAPHIE

1. Höhere Einheiten : z.B. Norische Stufe
2. Lithostratigraphie : z.B. Hauptdolomit
3. Leitbank, stets reproduzierbar : z.B. liegendste Kössener Tonschiefer
4. Name, unter dem das Profil registriert wird; Profilierung je nach Lagerung: i = invers, n = normal (vom Liegenden zum Hangenden).  
Zeile 1. - 4. erscheint meist als ÜBERSCHRIFT DES DOKUMENTATIONSSCHEMAS

KOORDINATEN

5. Laufende Profilm., -dm od. -m, je nach Maßstab der graphischen Darstellung von Dünn- oder An-Schliff, bzw. Geländeuntersuchung, gerechnet vom Start
6. Initial und Zahl (: M 123) od. Jahr + laufende Bezifferung (: 68/123); Art: B = Beleg- (min.: 4x4x3 cm), E = Erweiterungs-, Z = Zufallsprobe (angewittertes Fallstück)
7. Streichen : 0° bis 360°; Fallen:  $\uparrow$  = 1°;  $\uparrow$  = 1-4°;  $\uparrow$  = 5-9°;  $\uparrow$  = 10-29°;  $\uparrow$  = 30-49°;  $\uparrow$  = 50-69°;  $\uparrow$  = 70-89°;  $\uparrow$  = 90°;  $\uparrow$  = überkippt;  $\uparrow$  = geschiefert.

ÄUSSERLICH MARKANTES  
 GRUNDMASSE  
 KOMPONENTEN  
 KENNWERTE

8. z.B.: /50 = Kluft, geschlossen + Neigungsangabe in Grad;  $\int$  = offene Kluft  
 // = " , - " - durch Dolomit;  $\mathcal{N}$  = Kluftnetz, dolomitisch;  
 $\Delta$  = " , - " - durch Calcit;  $\nabla$  = - " - , calcitisch;  
 $\mathcal{S}$  = Sigmoidalklufte, Fiederspalt;  $\zeta$  = unregelmäßige, absetzende Risse;  
 $\vdash$  = Stylolithen  $\pm$   $\perp$  ss,  $\perp$  = Stylolithen  $\pm$  //ss;  $\mathcal{M}$  = Stylolithen höherer Ordnung;  $\sim$  = verfaultet;  $\nearrow$ ,  $\searrow$  = Rutschstreifen mit bekannter, unbekannter Bewegungsrichtung;  $\mathcal{F}$  = verworfen;  $\mathcal{M}$  = Mylonit-; Ruschelzone:  $\mathcal{R}$ .
9. Stufen: 1 = Körner fallen heraus; 2 = K. mit Fingernagel lösbar; 3 = mit Messer lösbar; 4 = K. mit Messer nicht lösbar, Bruch an Korngrenzen; 5 = Bruch durch Körner; Darstellung durch Aufteilung der Zeile in die Stufen.
10. In Grobansprache (Abkürzung) od. "Rock Color Chart"-Vergleichssymbole;  $\otimes$  =
11. Reduktionshof;  $\square$  = unregelmäßiger Bleichungsfleck;  $\odot$  = Liesegang'sche Ringe
12. z.B.: Geruch beim Anschlagen: a) "süß" (=Kohlenwasserstoffe), b) "fauler" (fetid) Geruch (z.B.: Trochitenkalk), c) "süß-sauer" (= organophosphatisch)  
 Nutzbares = Nutz : Kohlenwasserstoffe : Öl, Kohle, Asphalt, Bitumen, Pigmente; Vererzung = erz od. spezielle, bekannte Abkürzungen (Formel).
13. Matrix vgl. B. I. } A R T der Grundmasse ist durch Schraffuren, %-ANTEIL ist
14. Sparit vgl. B. II. } durch Begrenzungslinie  $\perp$  zur Spaltenteilung, die GENESE
15. Zement vgl. B. III } soweit erkennbar, durch Symbole nach FOLK (1965), die GRÖSSE mit Ziffern nach TAB. III anzugeben.  $\square$  = calcitisch,  $\parallel$  = dolomitisch,  $\triangle$  = anhydritisch,  $\triangleright$  = gipsig,  $\nabla$  = halitisch,  $\nabla$  = kieselig,  $\approx$  = mergelig,  $\square$  = tonig; bit = bituminös, fe = ferritisch; hom = homogen, het = heterogen.
14. UNTERGRUND als Diktator für die Ausbildung neomorph umgewandelter Matrix:  
 O = Überwachung bei optischer Kontinuität (syntaxial rim), allgemein; Om = Überwachung als Monokristall; Ow = mit Abstand vom Kern wachsende Kristallgröße; C = Kruste, nur physikalisch orientiert durch die Aufwachsoberfläche; S = Rosetten (spherulitisch, ohne sichtbaren Kern, nur B- u. F- Form)
16. - 25. Darstellungsform wie Zeile 13 - 15; Ergibt Häufigkeitsverteilung (s. 27.) (Quantität) der Kornarten (Qualität). Nähere Angaben siehe C.I. - V.
- |  |                        |
|--|------------------------|
| 16. Mir, Min; Signaturen s. BOUMA, 1962:58/69.   | 17. Fra                |
| 18. Lic; autochthon = Aulic, allochthon = Allic  | 19. Auc                |
| 20. Plac, Prot                                   | 21. Bic, Fil, Bip,     |
| 22. Bio, Bim, Org; gesonderte Bestimmung s.: 52. | 23. Rk: Pel, Cop, Apel |
| 24. Kornaggregate : Lmp, Mlmp, Gmg               | 25. Soo, Oo, Son, On   |
26. GMR = grain/matrix ratio: Gesamtkomponenten-Anteil gegenüber Grundmasse- (Matrix + Sparit + Zement)-Anteil. Sogen. Offenheitsgrad (SANDER, 1936) läßt Rückschlüsse auf EI zu (vgl. D. II. und TAB. II). Für Grundmasse verwende Schattierung, für Komponenten Linie (je nach Kornart gestrichelt). (vgl. BLASCHKE, 1967 : LEITZ-Mitt. Wiss. Techn. IV, 1/2)
27. Darstellung der Statistik (Kornsummenkurven- u.a. Größenbewertung).
28. Schon semiquantitative GMR-Abschätzung ergibt EI-Abstufung: TAB. II; s. D. II. 2































STRUKTUR

PROFILSÄULE


















HORIZONTAL - SCHICHTUNG

Ü  
G  
E  
F  
E  
G  
E

OHNE SS

29. Rundung (Rd) und Sphärizität (Sph) ermittle im Vergleich mit Schaubild D.II
30. Sortierungsgrade nach FOLK (1961): sehr gut sortiert (So = 0,25  $\Phi$ ), gut sortiert (So = 0,35  $\Phi$ ), mittelmäßig so. (So = 0,5  $\Phi$ ), schlecht so. (So = 1,0  $\Phi$ ) sehr schlecht so. (So = 2,0  $\Phi$ ). Einregelung der Komponenten z.B.: ... = lagig :: = regelmäßig (auch lss) oder . . = unregelmäßig (z.B.: wolkig verteilt od in alle Richtung weisend); Dachziegellagerung: ,  = stromauf bzw. stromab einfallend;  = dem ss eingeregelt Klastlage.
31. Schematisiertes Säulen-Profil soll Haupt-Gesteinsmerkmale widerspiegeln, die sich aus Beurteilung von Grundmasse und Komponenten ergeben haben. Darstellung im Maßstab 1 : 5 bis 1 : 100 durch Flächensymbole der SHELL, Standard Legend (1958 : Lithostratigraphy), wobei vollzeilig ( = Aphanit) oder so im Wechsel der Anteile pro Bank bzw. Darstellungseinheit zeilengeteilt gezeichnet wird ( = 40 % LF-A-Aphanit/ 60 % Bioarenit), so daß größtmögliche Übereinstimmung mit dem Gelände erreicht wird.
32. Verschiedenartige Karbonate u.a. Partner an der Wechsellagerung : a) stofflich (vgl. TAF. I) verbunden mit %-Angaben durch Stellung des Symbols innerhalb der Zeile, b) gefügemäßig : z.B. Überwiegend grob = ; grob = fein : ; Überwiegend fein = ; vgl. BOUMA, 1962.
33. Trennschärfe jeweils in Verbindung mit der Schichtflächenausbildung : a) mit durchgehendem oder b) unterbrochenem Verlauf bei paralleler Anordnung: eben wellig oder gebogen bzw. unregelmäßig gestaltete Schichtflächen-Typen, deren Trennschärfe in 6 Stufen geteilt wird : (1) sehr scharfer ebener Kontakt =  (z.B.: Sdst/Tschf), (2) scharfer ebener Kontakt =  (: grob/fein), (3) deutlicher ebener Kontakt =  (z.B. Rhythmit), Übergang graduell (4) aber rasch =  (ca. 0,5 cm), (5) allmählicher Übergang =  (0,5-1 cm) (6) Übergang graduell + langsam, kaum sichtbar =  (: Korngrößenwechsel)
34. Typen, bezogen auf die im Profilschnitt ersichtliche Form :  = plattig ;  = blockig gebankt,  = massig,  = auskeilend,  = linsig,  = flaserig;  = schmitzig, nach den gebräuchlichsten, anschaulichen Ausdrücken aufgezählt oder nach der geometrischen Einteilung der Mineralogen (vgl. AMSTUTZ, 1959b, bzw. AMSTUTZ & BUBENICEK, 1967:426) vorgenommen; Stufen : 1 = scharf umrissen, 2 = deutlich, 3 = undeutlich, 4 = unkenntlich.
35. a) einfache Schichtgradierung grobkörniger Teilkörper:  $\underline{X}$  = nach unten zunehmend,  $\overline{X}$  = nach oben zunehmend,  $\frac{X}{X}$  = oben und unten zunehmend,  $\overline{\underline{X}}$  = in der Mitte vorherrschend; b) zusammengesetzte Schichtgradierung :  = Flaserschichtung nach unten zunehmend;  = Übergang: unten bis oben von Linsen- Über - Flaser- zu ebener Schichtung :  = eben,  = wellig,  = gebogen
36. normal (positiv  $\hat{=}$  unten grob) = ; invers (negativ) = ; oben und unten grob = ; Mitte grob = .
37. z.B.: Einwirkungen vulkanischer Aktivität
38. Schichtungsmerkmale (Schichtigkeit oder Stratifikation) fehlen oder sind unbestimmbar: a) biogen (Bioturbation, Bioherm), b) chemisch (Dolomitisierung) c) mechanisch (Rauhwackenbildung, submarine Breccienhalden : Überguß- ss ).

SCHRÄGSCHICHTUNG  
 E  
 G  
 U  
 F  
 E  
 G  
 VERÄNDERTE LAGERUNG  
 U  
 F  
 E  
 G

39. Schrägschichtung =  ; Kreuzschichtung =  ; Flaserschichtung (≅ Gezeitenschichtung):  = Sandlinsen d<sub>un</sub>ner: < 0,5 cm, Feinmaterial überwiegt;  = Sandlinsen dicker: < 0,5 cm, Feines überwiegt;  = Grobmaterial überwiegt; a) GRUPPIERUNG der Teilkörper: e = einzeln, g = in Gruppen, w = wechselnd (z.B.: mehrere Rippelsysteme); b) HÖHE : maximalste Höhe eines Xss-paketes in cm; c) Winkel der Lamina zur Unterfläche in Grad; d) UNTERFLÄCHE eines Paketes : erosiv = , nicht erosiv = , mit Übergang = ; e) ART der Lamina :  = schräge Lamina, homogen;  = schräge Lamina mit Korngradierung ;  = schräge Lamina, undeutlich;  = schräge Lamina, stark inhomogen; f) TYPEN, bezogen auf die Trennfläche (Fuge) mit (1) durchgehendem oder (2) unterbrochenem Verlauf, bei nicht-paralleler Anordnung: ,  = eben, ,  = wellig, ,  = gebogen; 1 = deutlich, 2 = undeutlich sichtbar; g) TYPEN, bezogen auf die Teilkörperform bzw. deren Bild auf der Ss-fläche: (1) Kleinrippel, transversal (5-30 cm hoch): , Megarippel :  (30-60 cm hoch),  (600 cm rekonstruierte Höhe); (2) Megarippeln mit Strudellöchern (eddy holes): ; (3) Strömungsrippel (current ripple) deren Höhe < 5 cm und Wellenlänge < 10 cm = , 10-20 cm = , > 20 cm = ; (4) Wellenrippel (wave -) oft Oszillationsrippel:  mit spitzem Kamm und Wellenlänge: < 20 cm;  = 20-50 cm;  = > 50 cm; mit rundem Kamm:  und mit abgeflachtem Kamm: ; (5) Strömungs-Oszillationsrippel: ; (6) Interferenzrippel: .
40. a) Belastungs- (load casts): ; Stich- (prod casts): ; Punktmarken: ; b) Schlepp- (Gegenstands-: tool marks): ; Kerbung (groove cast): , in eine Richtung, in zwei : , in drei weisend : ; Fließrichtung bestimmt:  (SW nach NE); Fließlinie bestimmt, Richtung unbestimmt: , Fließlinie unbestimmt, Richtung zweifelhaft: ; c) Sprung- (saltation casts):  = Hüpf- (skip casts),  = Aufprall- (bounce casts),  = Streif- (brush -), d) Rollmarke: ; e) Fließ- (flood, scour casts):  = Furchung (flute -); Furchung überprägt (superimposed) = ; Furchung deformiert durch Belastungsmarken : ; Rillen- : ; Sandschatten: ; Striemung : .
41. Rutsch-deformiert (slump structure): ; Wickelschichtung (convolute lam) ; Boudinage: ; Zerstückeltes ss (Autoklaste, Rauhwacke): ; Schlamm-sprünge (mud cracks): ; Blastese (bes. Salze, "Messerstiche"): .
42. Spuren allgemein (tracks, burrows):  (nach allen Richtungen);  = // ss,  = ⊥ ss; Ruhe- : , Weide-: , Kriech-: ; Wohnbau: , Freißbau: .
43. Wühlgefüge allgemein: , Wühlgefüge im geschichteten Sediment: .
44. Flammen-: , Ballen-: , Knollen-, Konkretions-: , , Adertextur: .
45. ex = extern:  = polar,  = Schalen,  = Korngradierung,  = Sandfang; in = intern:  = Wasserwaagen,  = Stromatactis (Girlanden bei LF-A).
46. op = offen, cl = geschlossen; ansonsten eindeutige Abkürzungen
47. - 50. Merkmale die zur Beurteilung der Sedimentogenese führen: s. F.I-IV.
51. Merkmale die kon- und destruktive Prozesse aufzeigen: s. G.I-III.
52. Symbole : SHELL, Standard Legend (1958); Zeile nach Bedarf aufgliedern .
53. + 54. Spezialuntersuchungen: optisch, chemisch, mechanisch, mit Strahlen.

H.L I T E R A T U R

- BACCELLE, L. & BOSELLINI, A. (1965), (Schaubilder zum Schätzen), Annali d. Università di Ferrara, N. S., Sez. IX., Sci. Geol. Pal., IV (3).  
 BRINKMANN, R. Edit. (1964/67) Lehrbuch der Allgemeinen-Geol. I, II, ENKE, Stgt.  
 CHILINGAR, G. V., BISSELL, H.J. & FAIRBRIDGE, R. W. Edit. (1967), Carbonate Rocks, Developments in Sed. : 9 A und 9 B, ELSEVIER Vlg. Amsterdam  
 HAM, W.E. Edit. (1962), Classification of Carbonate Rocks, A.A.P.G., Memoir I  
 KÜSTER E. (1964), Granulometrische u. morphometrische Meßmethoden, ENKE, Stgt.  
 LARSEN, G. & CHILINGAR G.V. Edit. (1967), Diagenesis in Sediments, Developments in Sedimentology 8, ELSEVIER Vlg., Amsterdam.  
 MERRIAM, D.F. Edit. (1964), Symposium on Cyclic Sedimentation, Kansas Geol. Surv. Bull., 169, I. + II.  
 MÜLLER, G. (1962), Methoden der Sedimentuntersuchung, Teil I., SCHWEIZERBART.  
 MÜLLER, G. & FRIEDMAN, G. M. Edit. (1968), Recent Developments in Carbonate Sedimentology in Central Europe, SPRINGER Vlg., Berlin, Heidelberg  
 PRAY, L.C. & MURRAY, R.C. Edit. (1965), Dolomitisation and Limestone Diagenesis, Symposium, Soc. Econ. Pal. + Min., Spec. Publ. 13.

Nähere Angaben folgender Autoren finden sich vor allem in obiger Literatur.

- AMSTUTZ G.C. & BUBENICEK, L. (1967)  
 BAISERT, D. (1967): Z. Angew. Geol. 13 (6, 11)  
 BATHURST, R.G.C. (1958, 1959, 1964)  
 BEALES, F.W. (1958, 1965)  
 BISSELL, H.J. & CHILINGAR (1958, 61, 67)  
 BOSELLINI, A. (1964): Mem. Mus. Nat., XV (2)  
 Trento. (1967): Boll. Soc. Geol. It. 86  
 BOUMA, A.H. (1962)  
 BRAMKAMP, R.A. & POWERS, R.W. (1958)  
 CAROZZI, A.V. (1960, 1961)  
 CAYEUX, L. (1935)  
 CHILINGAR, BISSELL & WOLF, K.H. (1967)  
 CLOUD, P.E. Jr. (1952, 1955, 1962)  
 DEGENS, E.T. (1964, 1965/1968)  
 FAIRBRIDGE, R.W. (1957, 64, 67 a, b, 68)  
 FISCHER, A.G. (1964, 1965)  
 FLÜGEL, E. (1963, 1967)  
 FOLK, R.L. (1959, 61, 62, 65)  
 FRIEDMAN, G.M. (1959, 64, 65a, b, 67, 68)  
 FRIEDMAN, G.M. & SANDERS, J.E. (1967)  
 FROLOVA, E.K. (1955, 1959)  
 FÜCHTBAUER, H. (1962, 64, 66; Vortrag 68)  
 FÜCHTBAUER, H. & GOLDSCHMIDT, H. (1966)  
 GERMANN, K. (1966) : Diss. Univ. München  
 GINSBURG, R.N. (1953, 57, 60)  
 GLOSSARY of. Geol. + Related Sci. (1962)  
 GRAF, D.L. (1960, 1962)  
 GRIPP, K. (1958)  
 GOLDSMITH, J.R. & GRAF, D.L. (1958)  
 GUBLER, Y. et al. (1967)  
 HAM, W.E. (1969)  
 HOWE, W.B. (1966)  
 ILLING, L.V., WELLS & TAYLOR (1965)  
 IMBRIE, J. & NEWELL, N. Edit. (1964)  
 INGRAM, R.-L. (1965): J. Sed. Pet., 35/3  
 KRUMBEIN, W.C. & SLOSS, L.L. (1956/63)  
 LA PORTE, L. (1967): A.A.P.G., Bull. 51/1  
 LE BLANC, R.J. & BREEDING Edit. (1957)  
 LEIGHTON, M.W. & PENDEXTER, C. (1962)  
 LOGAN, B.R., REZAK & GINSBURG (1964)  
 LOWENSTAM, H.A. (1950, 1954, 55, 63)  
 LÜTZNER, H. (1967) Z. Angew. Geol., 13, 11  
 MAXWELL, W.G.H. (1968) Reef, ELSEVIR  
 MOLLAZAL, Y. (1961)  
 MONTY, C. (1963): Ann. Soc. Geol. Belg. T 8  
 ORME, G.R. & BROWN, W.W.M. (1963)  
 POTTER, P.E. & PETTIJOHN, F.J. (1963)  
 PURDY, E.G. (1963, 1966)  
 REINECK, H.E. (1967)  
 SANDER, B. (1936/51, 1948-1950)  
 SANDER, N.J. (1967): A.A.P.G. Bull. 53B  
 SARNTHEIN, M. (1965); (1966): Ber. Nat.  
 med. Ver., 54, Innsbruck  
 SCHÄFER, W. (1962, 1963) Frankfurt  
 SCHWARZACHER, W. (1961)  
 SEIBOLD, E. (1962, 63, 64)  
 SHROCK, R.R. (1948/58)  
 STAUFFER, K.W. (1962)  
 STRAKHOV, N.M. (1953, 1960)  
 TEBBUTT, G.E., CONLEY & BOYD (1965)  
 THEODOROVICH, G.I. (1958, 1961)  
 TRURNIT, R. (1968)  
 USDOWSKI, H.-E. (1964)  
 VAN STRAATEN, L.H. Edit. (1964)  
 VOLL, G. (1960): Liverp. + Man. Geol. J. 2  
 VON ENGELHARDT, W. (1960, 1967)  
 WILSON, R.L.C. (1967) N.J. Geol. Mh. 88  
 WOLF, K.H., EASTON & WARNE (1967, B)  
 WOLF, K.H., CHILINGAR & BEALES (1967)  
 WOOD, A. (1941)



K.I N H A L T

<u>A.</u>	<u>E I N F Ü H R U N G</u>	7
	I. Allgemeines	7
	II. Milieu, Karbonatfazies, Petromodell	7
	III. Nomenklatur (TAB. II, mit Energie Index)	8
	IV. Statistische "Formel"	9
<u>B.</u>	<u>G R U N D M A S S E</u>	10
	I. Matrix, II. Sparit, III. Spatit (= Zement)	10
<u>C.</u>	<u>K O M P O N E N T E N</u>	11
	I. Minerale	11
	II. Protointraklaste	11
	III. Klaste (=Detritus)	11
	IV. Biogene	11
	V. Rundkörperchen	12
	VI. TAFEL I	13
<u>D.</u>	<u>G E F Ü G E</u>	14
	I. Kristallisationsgefüge	14
	II. Form der Komponenten	14
	III. Granulometrische Angaben (Korngrößen- Tab. III)	15
	IV. Lagerung (Schichtungsarten)	16
	V. TAFEL II	17
	VI. Lagerung (Organismengerüste; veränderte -, geopetale Gefüge	18
<u>E.</u>	<u>H O H L R A U M G E F Ü G E</u>	19
	I. Meist synsedimentär; II. Meist postsedimentär	19
<u>F.</u>	<u>S E D I M E N T O G E N E S E</u>	20
	I. Verfügbarkeit; II. Ablagerungsraum;	20
	III. Anlagerungsmilieu; IV. Sedimentation	21
<u>G.</u>	<u>D I A G E N E S E</u>	22
	I. Definition	22
	II. Gliederung (Syn-, Ana- und Epi-diagenese)	22
	III. Merkmale der Syn- und Anadiogene	23
	IV. TAFEL III	25
<u>H.</u>	<u>D O K U M E N T A T I O N S S C H E M A</u>	26
	I. Erläuterungen : Allgemeines	27
	II. Erläuterungen : Spezielles	27
<u>J.</u>	<u>L I T E R A T U R</u>	31