

Beiträge zur Kenntnis der Mikrofazies des Muschelkalks im Gebiet des Bas-Languedoc méditerranéen (Südfrankreich)

von

Max Brüderlin, Schopfheim/Bd.

mit 11 Abbildungen im Text

Inhaltsübersicht

A. Einleitung	105
B. Stratigraphie	107
C. Sedimentpetrographische Untersuchung	109
D. Chemismus	121
Dank	124
Angeführte Schriften	124

Zusammenfassung

Mikrofazielle Studien an Carbonatgesteinen des ungegliederten Muschelkalks im Gebiet des Bas-Languedoc méditerranéen lassen eine von der Germanischen Triasfazies verschiedene Ausbildung erkennen. Die recht eintönigen, stark umkristallisierten Sedimente liegen als reine Dologesteine vor, deren Transformation aus der kalk-carbonatischen Fazies durch eine frühdiagenetisch-metasomatische Dolomitisierung erfolgte. An internen Sedimentkomponenten weisen sie Limeklasts und Pellets, an externen einen z. T. hohen Prozentsatz wenig beanspruchten, detritischen Quarzes auf. Die Deposition fand in einer hypersalinaren, organismenfeindlichen Umgebung einer dicht unter Land stehenden, wenig tiefen Lagune statt.

A. Einleitung

Im Gebiet der SE-Cévennumrandung streichen S- bis SE-fallende Schichten aus, die diskordant dem Kristallin des Cévennenblocks auflagern. Nach SW, durch die aus jurassischen Sedimenten aufgebaute Causse du Larzac unterbrochen, erscheinen erst wieder in der Umgebung von Lodève Ablagerungen der Trias, hier ebenfalls diskordant dem Perm (ruffe du Lodève) auflagernd. Im S dieses Beckens (Villeneuve) ruht die Trias dagegen auf älterem, nicht metamorphem Paläozoikum (Abb. 1).

Die Sedimente der Trias wurden im vorliegenden Gebiet zuletzt durch PROUST (1949), SERVAT (1951) und MARTIN (1963) einer Bearbeitung unterzogen, wobei durch z. T. detaillierte Profilaufnahmen ein erstes regionalstratigraphisches Gerüst der triadischen Schichten erstellt werden konnte. Grob gesehen zeigt auch hier die Sedimentserie der Trias die klassische germanische Faziestriologie in der Abfolge von transgressiv dem Perm auflagernden Basisschichten aus detritischen, sandigen und arkosehaltigen Sedi-

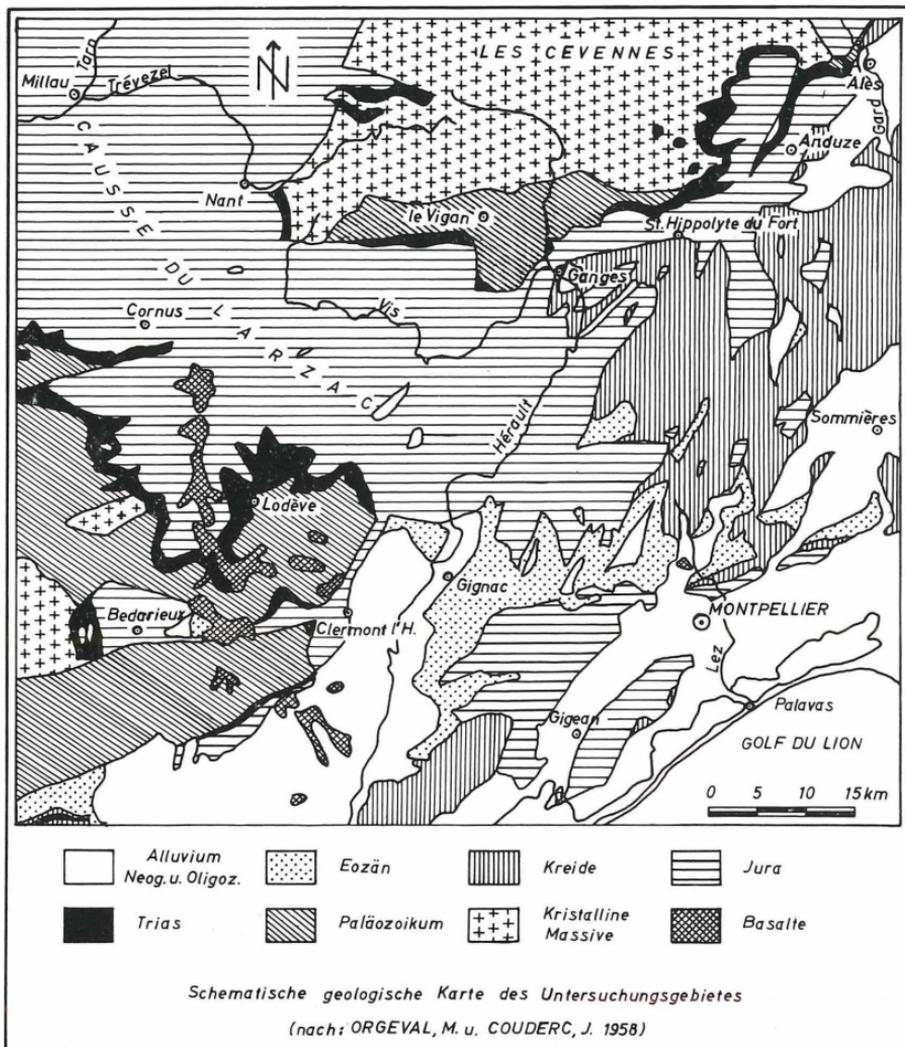


Abb. 1

menten des Buntsandsteins, den darüberfolgenden kalkig-dolomitischen und sandig-schluffig bis mergeligen Schichten des Muschelkalks und den abschließenden Keupersedimenten aus Arkosen und bunten Mergeln.

Im einzelnen erwies es sich jedoch, daß die stratigraphische Gliederung nur mit Vorbehalt in eine „normale“ germanische Triasabfolge einzuhängen ist, da die spezielle fazielle Ausbildung und das völlige Fehlen einer chronospezifischen Fauna (z. B. Ceratiten) eine genaue Korrelierung mit der sonst gültigen Triasstratigraphie (RICOIR 1963 a) kaum zuläßt. Die stratigraphischen Kenntnisse über den Muschelkalk sind bis dato, trotz der zitierten Arbeiten, noch recht spärlich; nicht zuletzt stehen starke Mächtigkeitsschwankungen, bei einer absolut geringen Schichtenstärke, den angestrebten Korrelationsversuchen hemmend entgegen.

Versuche mit Hilfe der Mikrofazies zu einer wenigstens im regionalen Rahmen gültigen Lithostratigraphie zu gelangen, wurden in anderen Gebieten an Sedimenten der Mittleren Trias bisher nur vereinzelt durchgeführt (RICOIR & MAUTORT 1960; MERKI 1961; BRÜDERLIN 1968), obwohl man hierbei mittels einer genauen Faziesanalyse zu einer der Biostratigraphie äquivalenten Unterteilung gelangen kann.

B. Stratigraphie

Ohne auf lokal vorhandene Abweichungen einzugehen, soll die in Abb. 2 wiedergegebene schematische Gliederung zur stratigraphischen Orientierung genügen. Wenn sich noch die Perm/Trias-Grenze oftmals nur sehr schwer bestimmen läßt, da nicht selten eine Kontinuität in der Sedimentation festzustellen ist, so wird jedoch der Beginn der Mittleren Trias auch im Gebiet des Languedoc durch eine großräumige Transgression eingeleitet, wobei sich der marine Charakter ihrer Sedimente deutlich von den noch \pm fluviatil-terrestrischen Ablagerungen der Unteren Trias abhebt. Gleichwohl wird dabei zu keinem Zeitpunkt das vollmarine Stadium einer reinen Carbonatsedimentation erreicht; der terrestrische Einfluß bleibt in dem nur wenig tiefen Sedimentationsraum eines dicht unter Land stehenden, lagunenartigen Beckens stets stark dominierend. Dabei können die noch am ehesten an den normalen Phänotyp der germanischen Muschelkalksedimente erinnernden sandigen Dologesteine zu nur geringmächtigen Einschaltungen innerhalb der dem Muschelkalk zugeordneten Sedimentserie werden.

Die Transgression, die sich aus dem Alpenraum über die Provence nach dem Languedoc ausbreitete und damit das germanische Binnenbecken über das Rhôneetal und die burgundische Pforte an die Tethys anschloß, erfolgte auch hier über eine permische Einebnungsfläche, welche in einzelne Blöcke aufgelöst war und denen die Becken von Alès, Lovède und St. Affrique zwischengeschaltet waren. Nachdem sich noch die ost- und westprovençalische Trias ohne größere Schwierigkeit in das stratigraphische Schema der

dreigeteilten germanisch-alpinen Trias eingliedern läßt (CORROY 1963; GOVERNMENT 1963), verliert sich diese Möglichkeit immer mehr, je weiter wir nach W vordringen, da uns weder lithostratigraphische noch biostratigraphische Merkmale eine der sonstigen mitteleuropäischen Stratigraphie äquivalenten Gliederung durchzuführen erlauben. Damit umfaßt der von uns als Muschelkalk bezeichnete Schichtenkomplex die gesamte Mittlere Trias ohne jede weitere Spezifizierung. Allgemein wird dabei jedoch angenommen, daß der Languedoc, ebenso wie das Gebiet des Rhônets (AVIAS 1963) oder Provence (CORROY 1963; GOVERNMENT 1963), während des Unteren Muschelkalks kein Sedimentationsgebiet war. Nur RICOUR (1963b) neigt dazu, gewisse sandige und tonige Schichten des höheren Werféniens bei Lodève, in denen SPERBER (1963) *Myophorien* nachweisen konnte, evtl. dem Unteren Muschelkalk zuzurechnen. Die vereinzelt und stets in schlechter Erhaltung gefundenen Fossilien entstammen jedoch einer entweder den Unteren und Oberen Muschelkalk charakterisierenden Faunengesellschaft (*Enantiostreon spondyloides*, *Pleuromyces laevigatus*, *Lima striata* und *L. costata*), sind für den ganzen Muschelkalk gültig (*Avicula BRONNI*, *Hoernesia socialis*) oder umfassen den Muschelkalk und die Lettenkohle (*Gervillia costata*, *G. subcostata* und *Pleuromyces elongata*) (DREYFUSS, MAINGUY, M., & MAINGUY, V. 1947).

In der Regel umfassen die im Liegenden und Hangenden von \pm terrestrisch-fluviatilen Sedimenten wie Arkosen, Sandsteinen und Konglomeraten, eingeschlossenen Muschelkalkablagerungen im Languedoc ein weites Spektrum an Gesteinsvarianten. Die Skala reicht von stark terrestrisch beeinflussten (Sande, Tone, Mergel) bis zu geringen Einschaltungen fast vollmariner Sedimenttypen (Kalke, Dolomite), die sich durch einen örtlich starken Fazieswechsel auszeichnen. Nicht selten läßt sich ein gewisser Rhyth-

Jura (Rhät eingeschlossen)			
Trias	Trias supérieur	Keuper	Arkosen, bunte Mergel mit Gips Mächtigkeit: 100—120 m
	Trias moyen	Muschelkalk (+ Lettenkohle)	Dolomit, kalkiger und sandiger Dolomit, dolomitischer Sandstein Mächtigkeit: 3—35 m
	Trias inférieur	Buntsandstein (grès de base)	Konglomerate, Sandstein, sandige Mergel, selten Gips Mächtigkeit: 20—120 m
Perm (ruffes saxoniennes) / Schistes primaires			

Abb. 2: Schematische Triasgliederung im Arbeitsgebiet

mus, der von dolomitischen Sandsteinen über Mergel zu Kalken und Dolomiten führt, feststellen.

Das Untersuchungsgebiet läßt sich geographisch und damit konform verlaufend auch faziell in verschiedene Teilbereiche aufgliedern. Dabei kann grob zwischen dem Gebiet der SE-Cévennumrandung mit ihrer Trias in Cévennenfazies (type cévenol) und dem Gebiet des Bassin von Lodève und dem Graben von Bédarieux mit ihrer faziell etwas veränderten Trias (type lodévois) unterschieden werden. Allerdings muß festgehalten werden, daß sich eine genetische Interpretation und eine Zuordnung zu festdefinierten Faziesbereichen, wie es BERNARD (1958) durchzuführen versucht hatte (faciès lagunaire subsident, faciès littoral und faciès barrière), sich im Muschelkalk nicht mehr anwenden läßt.

Die dem Muschelkalk zugeschriebenen Schichten werden im NE des Gebiets von zwei durch Mergelschichten getrennte kalkig-dolomitische Schichtserien repräsentiert (type cévenol). Die Gesamtmächtigkeit kann bis auf 70 m ansteigen, wobei die trennenden Mergelschichten stets die Hälfte der gesamten Sedimentmächtigkeit ausmachen. In Richtung SW keilen die zwischenlagernden Mergel aus und die kalkig-dolomitische Schichtserie vereinigt sich unter starker Mächtigkeitsreduzierung zu einem einzigen Kalk-Dolomit-Komplex, der im Bassin von Lodève 25 bis 35 m mißt, an seinen Rändern jedoch auf 3 bis 6 m zurückgeht. Es ist daher nicht auszuschließen, daß das Bassin von Lodève auch noch in der Mittleren Trias ein Gebiet verstärkter Absenkung war.

C. Sedimentpetrographische Untersuchung

Unsere Untersuchungen beschränken sich auf die lithofazielle und sedimentpetrographische Analyse von Carbonatgesteinen; daher wurden alle der mikrofaziellen Analyse zugeführten Gesteinsproben nur solchen Profilabschnitten entnommen, deren Schichten noch einer eindeutigen marinen Fazies zuzuordnen sind. Die Lage der Aufschlüsse ist aus Abb. 3 ersichtlich, ihre genaue Fixierung im Koordinatennetz nachfolgend angegeben.

Carte Michelin 1:200 000

Nr. 83 (Carcassonne-Nîmes)

Aufschl.-Nr. 1:	
Villecun	r 01 05 840 h 48 57 200
Aufschl.-Nr. 2:	
Salasc	r 01 10 000 h 48 47 600
Aufschl.-Nr. 3:	
Dio	r 00 97 220 h 48 52 000

Nr. 80 (Rodez-Nîmes)

Aufschl.-Nr. 7:	
Driolle	r 01 62 780 h 48 92 000
Aufschl.-Nr. 8:	
Lasalle	r 01 69 170 h 48 95 200
Aufschl.-Nr. 9:	
Vabres	r 01 73 800 h 48 92 800

Nr. 83 (Carcassonne-Nîmes)

Aufschl.-Nr.

Neffiès r 01 11 400
h 48 37 400

Aufschl.-Nr. 5:

Lamalou r 00 83 330
h 48 45 400

Aufschl.-Nr. 6:

Villeneuve r 01 19 170
h 48 45 400

Nr. 80 (Rodez-Nîmes)

Aufschl.-Nr. 10:

Généralgues r 01 82 780
h 49 00 400

Aufschl.-Nr. 11:

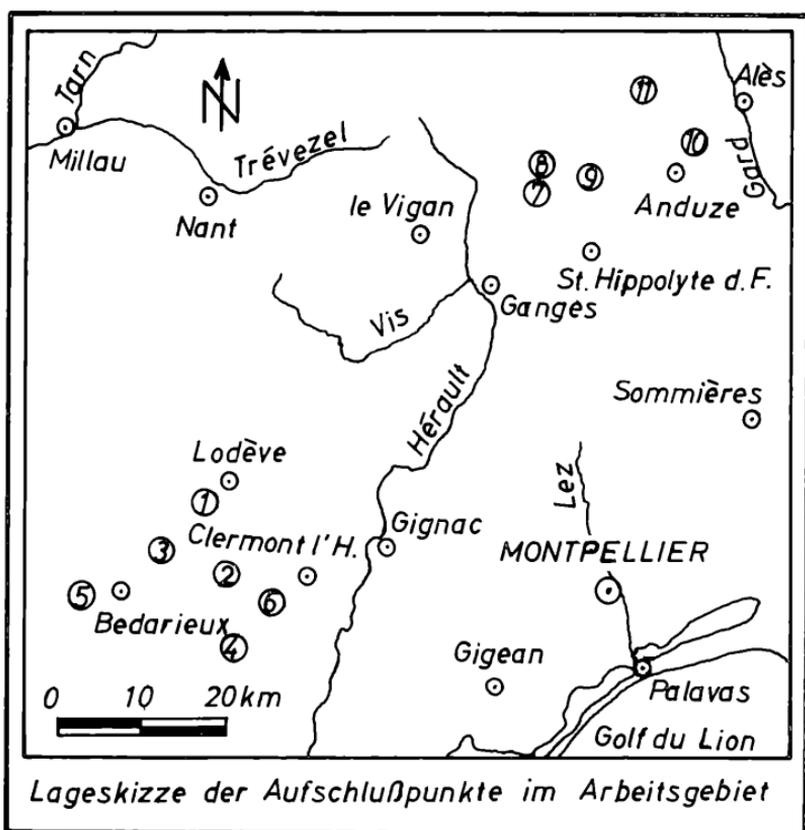
Col d'Uglas r 01 76 680
h 49 04 800

Abb. 3

Der sedimentpetrographischen Klassifikation der Carbonatgesteinskomponenten (Allochemie und Matrix), die daraus resultierende Gesteinsbezeichnung sowie die Einteilung nach textuellem Habitus liegen die grundlegenden Arbeiten von ILLING (1954), FOLK (1959, 1962) und DUNHAM (1962) zugrunde. Mit der von diesen und anderen Autoren geschaffenen Nomenklatur

kann die mikrofazielle Analyse, deren Aussage sich vor allem auf die petrographisch-sedimentologische Interpretation von Gesteinsdünnschliffen stützt, zur Klärung der Lithogenese beitragen und gegebenenfalls zur Aufstellung einer regionalen Lithostratigraphie führen.

Insgesamt erwiesen sich die in carbonatischer Fazies vorliegenden Sedimente des Muschelkalks als recht eintönig; nur einige wenige Sedimentvariabilitäten repräsentieren die hauptsächlich vertretenen Mikrofaziestypen innerhalb der stratigraphischen Abfolge. Somit stellt die getroffene Auswahl weniger einen quantitativen als vielmehr einen qualitativen Querschnitt aller tatsächlich vorkommenden Sedimenttypen dar.

Mikrofaziestypen

Quarzreicher Limeklast-Dolomikrit (Villegun, Aufschl.-Nr. 1)

Allochem: Als Intraklaste (FOLK 1962) werden Kalkschlammfragmente bezeichnet, die parasedimentär in gering konsolidiertem Zustand einer Reaktivierung unterlagen, d. h. erst auf sekundärer Lagerstätte zur endgültigen Deposition gelangten. Mit der Bezeichnung Limeklast (WOLF 1965; WOLF & CONOLLY 1965) wurde eine höhere Begriffseinheit geschaffen, die durch ihre

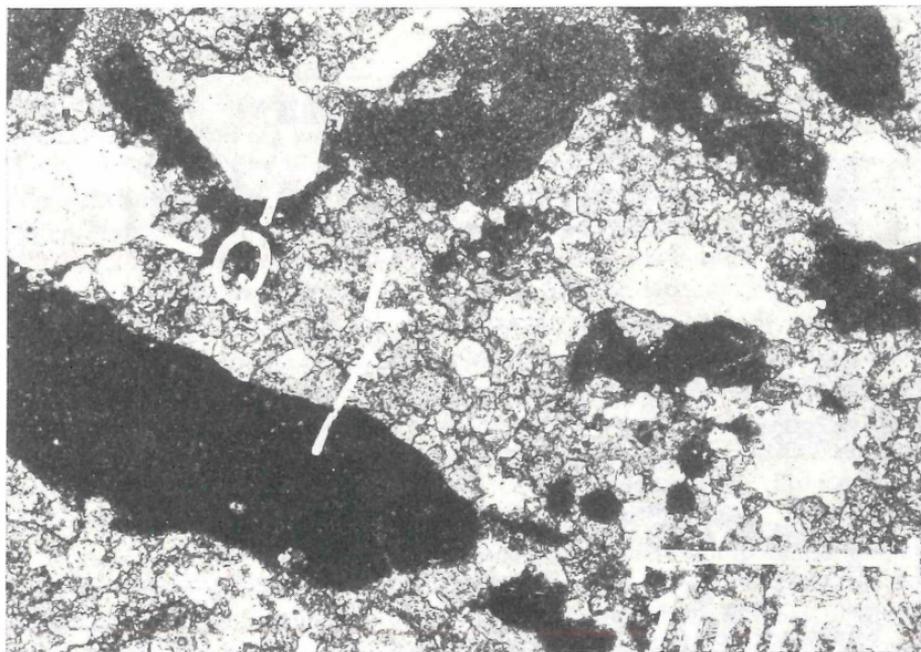


Abb. 4

Quarzreicher Limeklast-Dolomikrit (Q=Quarz; L=Limeklast) — Dünnschliff

Unterteilung in Extraklast und Intraklast eine weitergehende deskriptive Klassifizierung erlaubt.

Bei den von uns als Extraklaste bezeichneten Allochemen handelt es sich um dunkle, mikritische Sedimentkomponenten, die in Form und Größe stark variieren (Abb. 4). Erstere ist selten völlig sphäroidal, meist ellipsoidal; es lassen sich jedoch auch scharfkantige, kaum kantengerundete Komponenten beobachten, nicht selten in wirrer Lagerung in der Matrix eingebettet. Ihre Größe schwankt zwischen 0,08 bis 0,6 mm, das prozentuale Maximum liegt bei 0,3 mm. Beide Kriterien, stark variierendes Größenverhältnis — mit einer daraus resultierenden schlechten Sortierung — sowie sehr schlechter

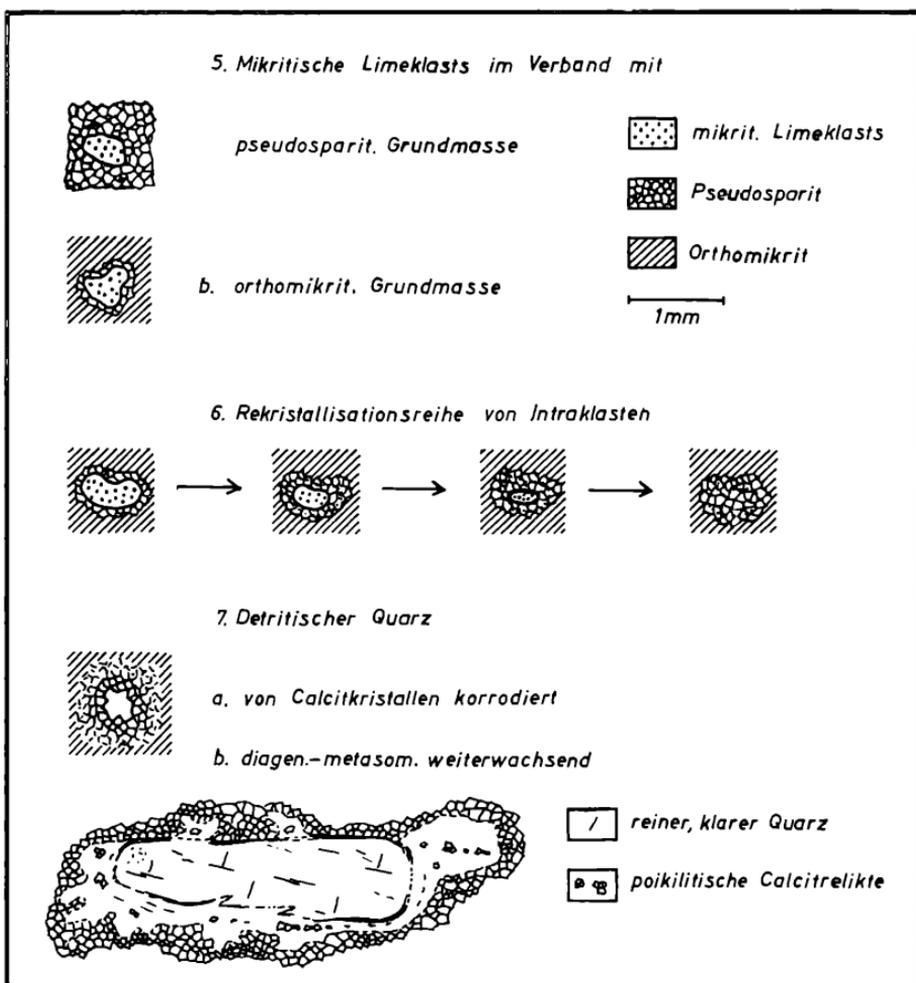


Abb. 5—7

Rundungsgrad, deuten auf eine mangelhafte, nicht selten wohl auch fast fehlende Transportbeanspruchung hin. Reaktivierung, Transport und Resedimentation erfolgten innerhalb eines engen lokalen Bereichs.

Die sehr einheitliche Internstruktur der Extraklaste läßt keine weiteren Details erkennen, hin und wieder treten stärker pigmentierte Stellen auf, welche von fein eingestreutem Eisensulfid herrühren. Die isometrischen, kryptokristallinen ($1-4 \mu$), xenomorphen Dolomitkristalle bilden ein richtungsloses, homogenes Mosaikgewebe, dem jegliche Einzelkornstruktur fehlt. Als seltene Mikrostrukturen sind kleine, bis 40μ große Rekristallisationszentren zu erkennen; der entstandene Pseudomikrospatit baut sich dabei aus einem klaren, hypidiomorphen, sehr feinkristallinen Kristallverband auf.

Der Übergang der Extraklaste zur umgebenden Matrix unterliegt einer gewissen Gesetzmäßigkeit, welche direkt von der Ausbildung der Grundmasse abhängt:

- a) Mikritischer Extraklast in pseudosparitischer Grundmasse. Hierbei grenzen die pseudosparatischen Grundmassekristalle in scharfer Form und ohne Übergang an die mikritischen Extraklaste (Abb. 5 a).
- b) Mikritischer Extraklast in orthomikritischer Grundmasse. Bei dieser Einbettung werden die Extraklast-Allocheme von einem 20 bis 50μ breiten pseudosparatischen oder pseudomikrosparitischem Kristallsaum umgeben (Abb. 5 b).

Unter dem Begriff Intraklaste werden Sedimentkomponenten zusammengefaßt, die in ihrem gesamten Habitus den Extraklasten gleichen, jedoch eine etwas bessere Rundung aufweisen und sich aus Mikrit aufbauen, der sich von der umgebenden mikritischen Matrix nicht unterscheidet. Die vollkommene Identität in Färbung und Textur der Dolomitkristalle sowie ihres strukturellen Habitus mit der sie umgebenden Grundmasse läßt es naheliegend erscheinen, daß es sich um intra-formationell (WALCOTT 1894) reaktiviertes Sedimentmaterial handelt, das der primären Matrix entstammen dürfte.

Matrix: Die ca. 60 Vol.-% ausmachende Grundmasse wird durch einen kryptokristallinen, sehr einheitlichen Mikrit vertreten, dessen Kristalle einen xenomorphen bis hypidiomorphen Habitus aufweisen. Obwohl primär sedimentärer Genese — Orthomikrit — läßt sich eine Abschätzung des jeweiligen entsprechenden Anteils an Allo- und Automikrit nur schwer durchführen; der größere Teil davon dürfte jedoch sicher als eingeschwemmter Allomikrit zur Ablagerung gelangt sein.

Mineralische Komponenten: An nichtcarbonatischen Komponenten treten detritisch-terrigenen Quarzkristallfragmente auf, welche bis zu 10 Vol.-% des Sedimentmaterials ausmachen können. Ihr Korngrößenspektrum erstreckt sich von 0,02 bis 0,6 mm, alle Korngrößensklassen sind \pm gleichmäßig vertreten. Die Sortierung ist als mittelmäßig bis schlecht zu bezeichnen (FÜRCHTBAUER 1959); die Rundung und Spärizität (KRUMBEIN & SLOSS 1963) ver-

laufen in etwa konform. Beide Parameter sind von der Komponentengröße abhängig, wobei sich ihre Werte umgekehrt proportional zur absoluten Korngröße verbessern. Die überwiegende Mehrzahl der Quarze sind Bruchstücke von Monokristallen, sehr klar, mit undulöser Auslöschung. Daneben treten auch sog. Mosaikquarze auf, die sich aus mehreren Einzelindividuen zusammensetzen und ebenfalls eine stark undulöse Extinktion aufweisen. Nach dem momentanen Phänobild lassen sich folgende Quarzkristallarten unterscheiden:

- a) Quarzkörner, durch diagenetische Korrosion von Dolomitkristallen angegriffen (Abb. 7a);
- b) Quarzkörner, die sich durch diagenetisch-metasomatisches Wachstum vergrößern (Abb. 7b);
- c) Idiomorphe kleine Quarzkristalle, diagenetisch-metasomatisch neugebildet (relativ selten).

Beide Erscheinungen, Auflösen und Ausscheiden von SiO_2 , können in enger Nachbarschaft auftreten; dies läßt auf stark wechselnde Löslichkeitsverhältnisse und rasch änderndes Konzentrationsgefälle schließen. Idiomorphe, diagenetisch-metasomatisch neugebildete Quarzkristalle werden nur sehr selten beobachtet, die Um- und Anlagerung der zirkulierenden SiO_2 -Lösungen erfolgte an den reichlich vorhandenen, eingeschwemmten Quarzdetritus. Eine vom Institut Français de Pétrole (1959) festgestellte allgemeine Verminderung des Quarzanteils im Verlaufe einer epigenetischen Dolomitierung kann in unserem Falle nicht bestätigt werden.

An weiteren nichtcarbonatischen Komponenten lassen sich hypidiomorphe bis idiomorphe, feinkristalline Pyritkristalle feststellen. Sie beschränken sich ausschließlich auf den Quarzdetritusanteil; ihre Genese erfolgte eindeutig außerhalb ihres jetzigen Sedimentationsraumes, d. h. präsedimentär.

Rekristallisationserscheinungen: Der Begriff umfaßt die diagenetische Sammelkristallisation unter Kornvergrößerung, ebenso retrograde Erscheinungen, die als Mikritisierung bezeichnet werden. Letztere ist in den Schlifften nicht zu beobachten, alle festgestellten Rekristallisationserscheinungen verlaufen unter Kornvergrößerung. Dabei lassen sich innerhalb der allomikritischen Matrix deskriptiv zwei verschiedene Rekristallisationsarten unterscheiden:

- a) Einzelkornrekristallisation; hier beginnen innerhalb der mikritischen Grundmasse einzelne Kristalle auf Kosten ihrer zurückbleibenden Nachkristalle zu wachsen. Als Endstadium ergibt sich daraus ein pseudosparitisches Kristallmosaik (porphyroid neomorphism, FOLK 1965).
- b) Kollektivkristallisation; die Rekristallisation erfaßt dabei einen definierten Bereich der Matrix. Dieser Prozeß führt einen kryptokristallinen Mikrit kontinuierlich in einen mittel- bis grobkristallinen Sparit über (coalescive neomorphism, FOLK 1965).

Von den beiden von uns unterschiedenen allochemen Sedimentkomponenten Extra- und Intraklasten unterliegen letztere einer starken diagenetischen Umkristallisation, die Extraklasten werden dagegen nur zögernd von dem sie umgebenden Kristallsaum angegriffen. Die Umkristallisation erfolgt stets von außen nach innen; in Momentbildern lassen sich dabei alle Übergangsstadien feststellen (Abb. 6). Mitunter deuten nur noch poikilitische Reliktstrukturen von Mikrit, die sich als grumulöse Partien (KAISIN 1922) innerhalb der ehemaligen Intraklasten erhalten haben, auf die erfolgte Transformation hin.

Textur: Die Einstufung des vorliegenden Mikrofaziestyps in das von DUNHAM (1962) aufgestellte textuelle Schema von Carbonatgesteinen läßt uns ihn als Wackestone bezeichnen. Dieser Sedimenttyp ist vor allem durch die Präsenz von orthomikritischer Grundmasse charakterisiert, die weitgehend am Aufbau des Gesteins beteiligt ist; die Allocheme schwimmen dabei in der Matrix. Energetisch läßt sich aus den festgestellten Parametern Sortierung, Rundung und Korngröße, dem gesamttextuellen Habitus ein Energie-Index II bis stellenweise auch III ablesen (PLUMLEY et al. 1962). Daraus abzuleiten ist ein abwechselnd bewegtes bis schwach bewegtes Medium.

Dolosparit (Villegun, Aufschl.-Nr. 1)

Matrix: Dem sich nur aus Grundmasse zusammensetzenden Mikrofaziestyp fehlen jegliche Hinweise auf einen ehemals vorhandenen allochemen Komponentenanteil (Abb. 8). Die dolosparitische Matrix wird aus hypidiomorphen, sehr reinen, fein- bis mittelkristallinen Dolomitkristallen gebildet, deren dichtes Kristallmosaik keinen Platz für einen nennenswerten Porenraum lassen. Die Kristallindividuen sind isometrisch ausgebildet und weisen weder in Form noch Größe Schwankungen auf, so daß ein extrem homogen texturierter Sedimenttyp vorliegt. An der inhomogenen Auslöschung größerer Kristalle läßt sich nicht selten die unter Kornvergrößerung vor sich gegangene Kollektivkristallisation nachzeichnen, wobei die ehemaligen kleineren Kristalle noch gut an ihren Korngrenzen zu identifizieren sind.

Mineralische Komponenten: Als einzige nichtcarbonatische Komponenten kommen bis 20μ große, sehr feinkristalline, hypidiomorphe Pyritkristalle vor, welche sehr gleichmäßig die Dolomitkristalle durchsetzen. Es lassen sich weder Beziehungen zur Sedimenttextur noch Kristallstruktur feststellen.

Textur: Der Dolosparit muß trotz seiner jetzt in sparitischer Form vorliegenden Kristalleinzelkomponenten als Mudstone bezeichnet werden. Irgendwelche sedimentär bedingte Texturen lassen sich weder im Mikro- noch Makrobereich feststellen. Nicht zuletzt dürfte die erfolgte diagenetisch-metasomatische Dolomitisierung evtl. Spuren verwischt haben. Dolosparite treten

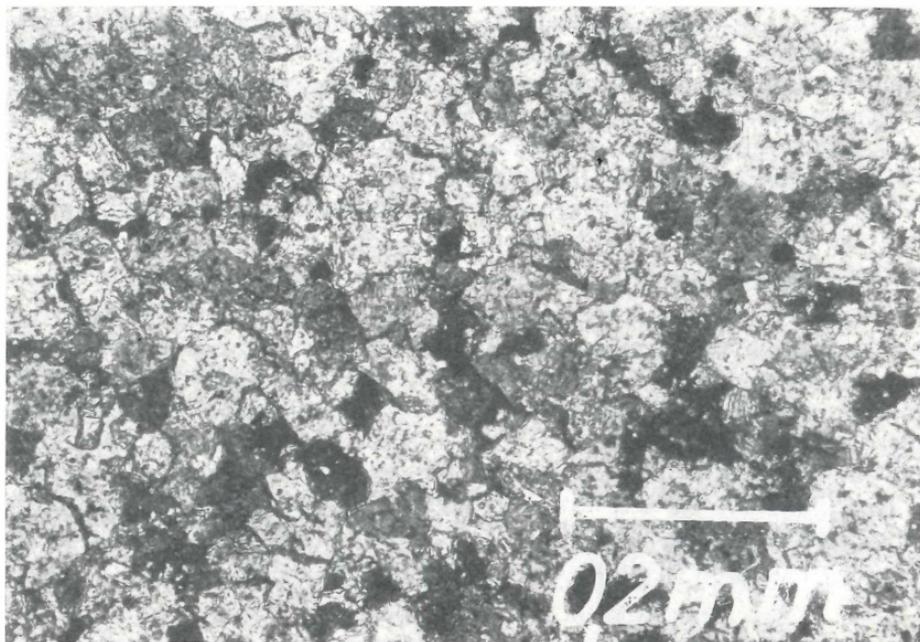


Abb. 8. Dolosparit — Dünnschliff

häufig innerhalb der Muschelkalkschichten auf; sie sind die typischen Sedimente eines ruhigen Ablagerungsmilieus, dem der Energie-Index I entsprechen haben dürfte; dabei gelangten sie als automikritische Orthomikrite zur Deposition.

Pel-Dolosparit (Villegun, Aufschl.-Nr. 1)

Allocheme: Innerhalb des sehr einheitlich ausgebildeten dolomitischen Sediments treten, mit ca. 10 Vol.-% am Aufbau beteiligt, pelletoiden Komponenten auf. Ihre eindeutige Zuordnung zu Pellets läßt sich nur noch indirekt nachweisen, da eine äußerst intensive Rekristallisation die primär-depositionalen Strukturen von Allochemen und Grundmasse verändert hat. Die stets sphärische Gestalt, die dunkelgraue Pigmentierung und die innerhalb der Pellets in einer kleineren Korngröße vorliegenden Dolomitkristalle lassen uns diese Sedimentaggregate jedoch stets ohne Schwierigkeiten im Schliff identifizieren. Neben einer verstärkten Pigmentierung der Ränder fast aller Einzelkristalle durch feinverteiltes Eisensulfid werden auch die gesamten pelletoiden Allocheme von einem dunklen Pigmentsaum umgeben, der sich bei der diagenetischen Sammelkristallisation bildete. Die Integration der Pellets in die Matrix ist teilweise schon so weit fortgeschritten, daß nur

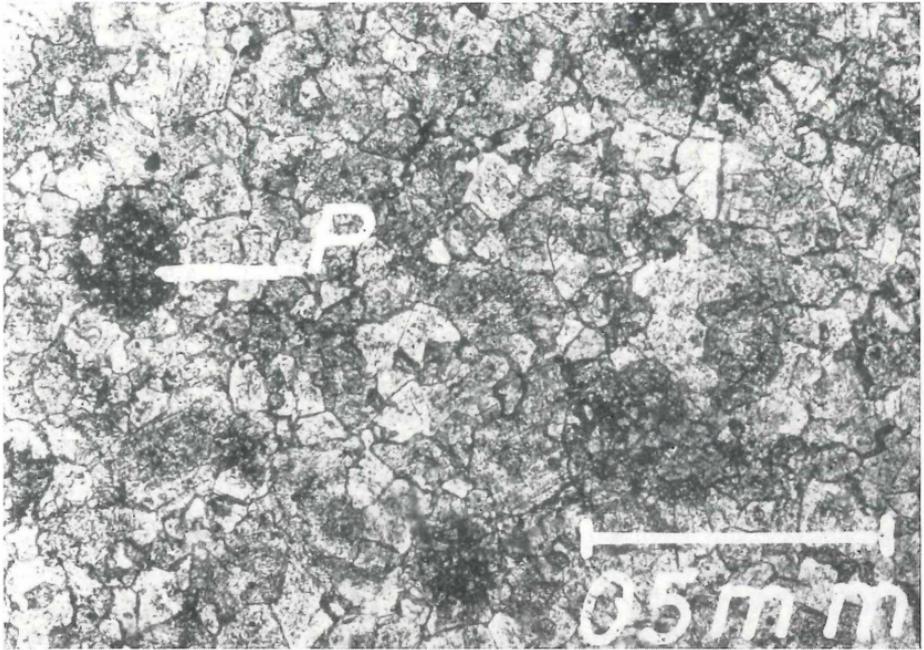


Abb. 9. Pel-Dolosparit (P=Pellet) — Dünnschliff

noch grumulöse Strukturen auf die ehemals vorhandenen allochemen Komponenten hinweisen. Die Größe der Pellets ist relativ einheitlich, sie erreichen Durchmesser zwischen 0,4 und 0,6 mm. Abb. 9 zeigt einen entsprechenden Mikrofaziestyp (Driolle, Aufschl.-Nr. 7); der pseudosparitische Grundmasseanteil hat sich dabei durch Einverleibung allochemer Normal-Pellets vergrößert. Diese sind jedoch noch an den oben beschriebenen Charakteristika eindeutig zu identifizieren.

Matrix: Die sparitische Grundmasse setzt sich aus mittel- bis grobkristallinen Dolomitkristallen zusammen, die überwiegend in hypidiomorpher Struktur vorliegen und ein dichtes, porenloses mosaiktexturiertes Kristallgewebe bilden. Genetisch ist die Matrix als pseudosparitisch zu bezeichnen.

Mineralische Komponenten: Neben der allochem-spezifischen Eisensulfidpigmentierung der Pellets treten noch fein- bis mittelkristalline Quarze auf. Sie erweisen sich als allochthoner, eingeschwemmter Detritus, sind nur schwach gerundet und löschen stark undulös aus.

Textur: Der fast völlig porenlose Pel-Dolosparit läßt sich trotz der unter Kornvergrößerung vor sich gegangenen genetischen Umstrukturierung noch als ehemaliger Wackstone identifizieren. Die Ablagerung des Sediments erfolgte in einem ruhigen bis abwechselnd bewegten Medium (Energie-Index I bis II).

Mikrit (Dio, Aufschl.-Nr. 3)

Matrix: Als ausgesprochen seltener Mikrofaziestyp erscheint im Profil 3 bei Dio ein dichter allochemfreier Mikrit, dessen primär sedimentäre Genese anhand der orthomikritischen Matrix deutlich nachgezeichnet werden kann. Er ist völlig porenlos, die Struktur der meist schwach getrübbten Kristalle ist xenomorph, die Textur ein richtungslos körniges Mosaikgewebe mit einer sehr gleichmäßigen Kristallgröße, dessen Maximum bei etwa $8\ \mu$ liegt (kryptokristallin bis sehr feinkristallin).

Eine exakte Unterteilung des Orthomikrits in eine evtl. allochthone und autochthone Komponente ist nicht sicher durchzuführen. An dem relativ hohen Quarzdetritusanteil läßt sich jedoch eine mögliche allochthone Genese der mikritischen Matrix ablesen.

Mineralische Komponenten: Der oben erwähnte allochthone Quarzanteil (bis 15 Vol.-%) ist ohne bevorzugte Texturorientierung gleichmäßig im Sediment verteilt. Die überwiegend sehr feinkristallinen, selten feinkristallinen Einzelkristalle löschen stets stark undulös aus als Folge präsedimentärer Beanspruchung. Nur selten kann auch ein metasomatisch-diagenetisches Weiterwachsen der Quarze an eingeschlossenen poikilitischen Calcitreliktstrukturen festgestellt werden (Abb. 7b).

Textur: Der als Mudstone sedimentierte Mikrit läßt keine texturellen Gefügemerkmale erkennen, die auf primär-sedimentäre Ursachen zurückzuführen sind. Dem ruhigen Ablagerungsmilieu entspricht ein Energie-Index von I bis II; die Einschwemmung der Quarze dürfte dagegen unter etwas verstärkt bewegten Verhältnissen (Energie-Index III) vor sich gegangen sein.

Quarzdetritusführender Sparit (Dio, Aufschl.-Nr. 3)

Matrix: Das prozentuale Verhältnis Quarz/sparitische Grundmasse beträgt ca. 1:5, der Quarzanteil hat die Carbonatallochemie (Intraklaste) vollkommen verdrängt, was sich aus der stratigraphischen Situation des Sediments unmittelbar über dem Konglomerat des obersten Buntsandsteins erklären läßt.

Der Umschwung der klastisch-terrigenen Sedimentation während der Buntsandsteinzeit in Richtung zur marinen Carbonatfazies des Muschelkalks vollzog sich innerhalb eines sehr beschränkten vertikalen Schichtenbereichs. Dabei verringert sich der Quarzdetritusanteil quantitativ unter starker Korngrößenverkleinerung, an seine Stelle tritt orthomikritische Grundmasse, die nun nach der diagenetischen Umkristallisation größtenteils als pseudosparitische Matrix vorliegt. Die Umkristallisation verläuft eindeutig unter dem Vorzeichen einer Kornvergrößerung; Reliktbestände der ursprünglich als Mikrit vorgelegenen Matrix lassen sich nur noch selten feststellen, dagegen haben sich zwischenstationäre Inseln pseudomikrosparitischer Korngröße, die

allseits von vordringendem Pseudosparit umgeben sind, erhalten. Die Kristalle der sparitischen Bereiche erlangen feinkristalline bis mittelkristalline Korngrößen, sind klar und hypidiomorph strukturiert. Die Idiomorphie der Kristalle wächst mit zunehmender Korngröße, synchron damit verläuft das „Ausschwitzn“ von feinverteiltem Eisensulfid, das sich an den Korngrenzen konzentriert. Innerhalb größerer Kristalle können nicht selten mit Hilfe solcher Randsäume ehemalige Korngrenzen nachgezeichnet werden. Dabei kennzeichnen Reste dieses Eisensulfids perlschnurartig die ehemaligen Korngrenzen, die vom diagenetischen Größenwachstum überrollt wurden. Die Kornvergrößerung erfolgte nach dem Prinzip der Einzelkornkristallisation von verschiedenen Zentren aus und erfaßte nach und nach das gesamte Sediment.

Mineralische Komponenten: An nichtcarbonatischen Komponenten treten mit ca. 15 Vol.-% (stellenweise auch bis 25 Vol.-%) detritische Quarze auf. Sie weisen ein recht breites Korngrößenspektrum von fein- bis mittelkristalliner Dimension auf; im Einklang damit stehen auch der schlechte Sortierungsgrad und die ebenso mangelhafte Sphärizität, Merkmale, die auf einen nur geringen Grad von Materialtransport hinweisen. Das Liefergebiet dürfte in allernächster Nähe zu suchen sein, wobei das fast völlige Fehlen anderer kristalliner Mineralbruchstücke auf die Provenienz von reaktivierten, monomiktigen Ablagerungen hindeuten, evtl. handelt es sich dabei um Perm- oder Untere Triassedimente. Die Auslöschung ist stets undulös, Einzelkristalle diagenetisch-metasomatischer Genese können nicht beobachtet werden; an größeren Quarzfragmenten ist jedoch nicht selten ein metasomatisches Weiterwachsen festzustellen, dabei kommt es zu Ansätzen eines hexagonalen Kristallhabitus.

Textur: Die textuelle Homogenität und das völlige Fehlen carbonatischer Allocheme lassen das Sediment als Mudstone klassifizieren, dessen Deposition unter recht ruhigen Verhältnissen erfolgt ist.

Pel-Mikrosparit (Villeneuve, Aufschl.-Nr. 6)

Allocheme: Mit ca. 70 Vol.-% stellen anteilmäßig die Pellets den größten Anteil am Aufbau des Sediments (Abb. 10). Der Rest verteilt sich zum größeren Teil auf die Matrix, die als primäre Grundmasse nur in Form einer Zwickelfüllung der ein lockeres bis dichtes Komponentengerüst bildenden Pellets auftritt. Ein kleinerer Teil (bis ca. 5 Vol.-%) wird von detritischem Quarz (fein- bis mittelkristallin) eingenommen. Innerhalb der Pellets können zwei phänomologisch und daraus folgend auch genetisch verschiedene Typen klassifiziert werden:

a) Normal-Pellets, deren mikrosparitischer Kristallaufbau sich nur unwesentlich (etwas stärkere Pigmentierung, geringere Korngröße) von dem der zwickelfüllenden Matrix unterscheidet. Ihre Durchmesser unterliegen Schwan-

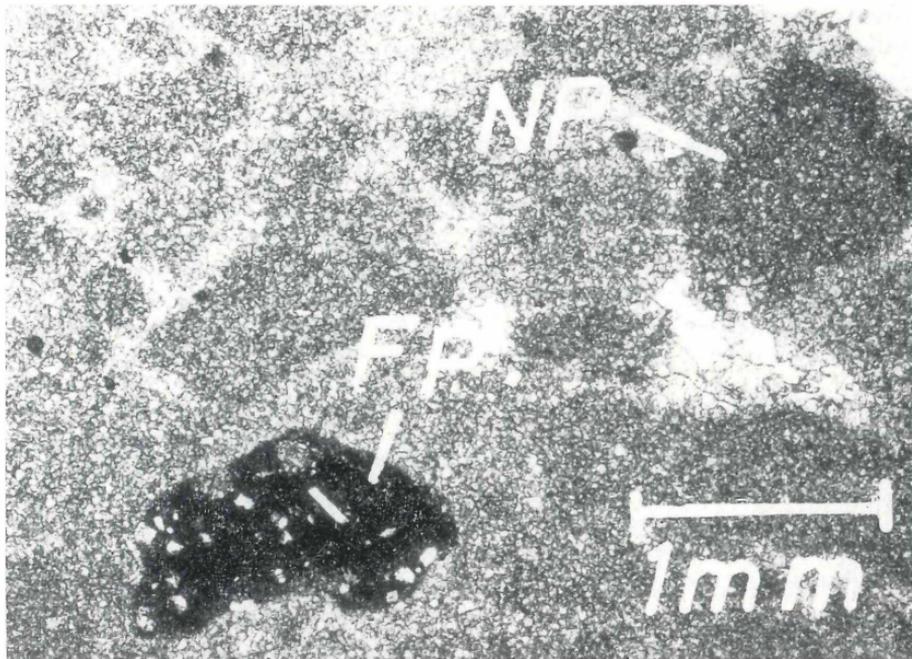


Abb. 10. Pel-Mikrospartit (NP=Normal-Pellet; FP=Faecal-Pellet) — Dünnschliff

kungen von 0,1 bis 0,8 mm; auch ihre Form variiert in weiten Grenzen von rundem, ellipsoidalem bis ausgeprägtem, stäbchenförmigem Habitus. Ihre Internstruktur ist uniform, eine besondere Häufung mineralischer Komponenten, wie Quarz oder Eisensulfid, fehlt. Hinweise auf eine organische Genese sind keine zu finden, nicht unwahrscheinlich erscheint dagegen die Entstehung durch anorganische Agglutination von mikritischem Kalkschlamm. Ein nachfolgender geringer Transport bringt danach die allochthonen Sedimentkomponenten zur endgültigen Deposition. Die nicht autochthone Genese ist weniger an Abrasionserscheinungen oder sonstigen Transportmerkmalen zu erkennen als vielmehr an der depositionalen Textur des Pel-Mikrospartits. Die Einmessung der Hauptachse an einer repräsentativen Anzahl nicht-sphärischer Allochemen ergab ein deutliches Maximum für eine schichtparallele Einregelung der Normal-Pellets durch das Transportmedium.

b) Faecal-Pellets sicherer organischer Provenienz. Sie lassen sich sehr leicht von den oben beschriebenen Normal-Pellets unterscheiden, da weder ihre Färbung, Maße noch Internstruktur Ähnlichkeiten mit jenen aufweisen. Auffallend ist vor allem ihre intensive dunkelbraune bis fast schwarze Pigmentierung, die sich von feinverteiltem Eisensulfid herleiten läßt. Kleine, bis 6μ große, hypidiomorphe Kristalle dürften durch sammeldiagenetische Vor-

gänge entstanden sein. Ihr ausschließliches Vorkommen in den Faecal-Pellets, deren Genese im Verdauungskanal nicht näher zu definierender Schlammfresser oder Crustaceen angenommen werden darf, ist auf in diesem Milieu herrschende reduzierende Bedingungen eines neutralen bis basischen Bereichs zurückzuführen. Ein weiteres für die Faecal-Pellets artspezifisches Merkmal ist der recht hohe Quarzdetritusanteil (bis 40 Vol.-%), der den feinkristallinen Korngrößenbereich nicht überschreitet. Interessant ist dabei das diagenetische Verhalten der Quarzkomponente: Innerhalb der Faecal-Pellets ist eine eindeutige metasomatische Verdrängung von Quarz durch Calcit festzustellen. Dies erklärt sich durch das Auflösen von SiO_2 unter alkalischen Bedingungen (verursacht z. B. durch Produktion von NH_3 beim anaeroben Zerfall von Eiweiß) und der Stabilität oder dem Ausfallen von Kalk.

Matrix: Die Grundmasse, die nur als Zwickelfüllung in Erscheinung tritt, liegt in sparitischer, feinkristalliner Korngröße vor. Sie kann in einen primären, nun als pseudosparitischer Anteil vorliegend, und in einen orthosparitischen Anteil des frühdiagenetischen Porencalcits unterschieden werden. Letzterer ist stets klar und bildet hypidiomorphe Kristalle.

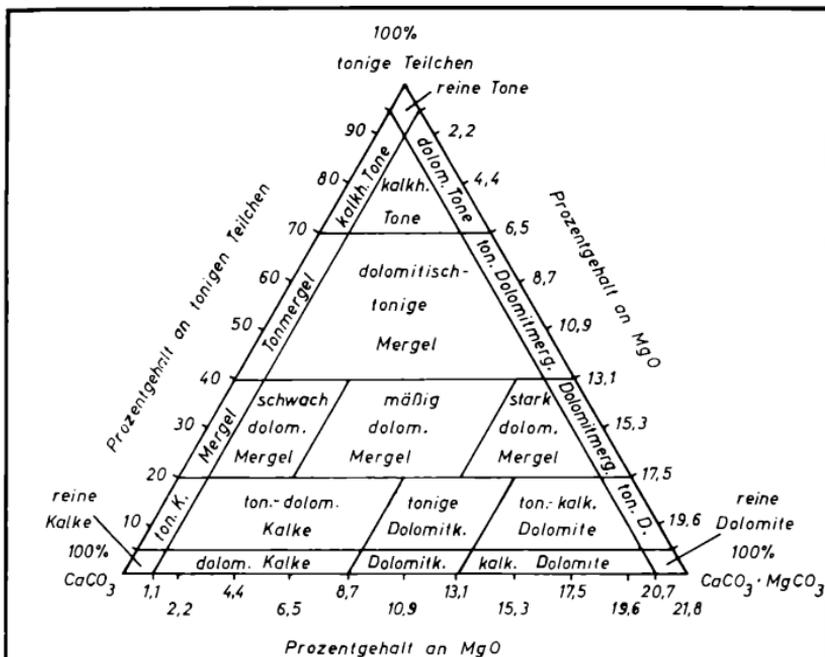
Mineralische Komponenten: Quarz- und Eisensulfidkristalle wie oben beschrieben. Die fehlende Rundung, die schlechte Sortierung — resultierend aus dem weiten Korngrößenspektrum — deuten auf eine nur schwache Transportbeanspruchung und daher auch nur geringfügige Verfrachtung hin.

Rekristallisation: Neben der diagenetisch-metasomatischen Verdrängung von Quarz durch Calcit in den Faecal-Pellets, unterliegen auch die einzelnen Normal-Pellets stellenweise einer Rekristallisation, die vom Porencalcit unter Kornvergrößerung vor sich geht. Die Rekristallisation kann auch hier so weit fortschreiten, daß nur noch an strukturellen Relikten die ehemaligen pelletoiden Allocheme zu identifizieren sind (Villeneuve, Aufschl.-Nr. 6), welche von der Matrix assimiliert wurden.

Textur: Die Allocheme liegen \pm dicht als Komponentengerüst im Sediment eingebettet, der Mikrofaziestyp läßt sich daher als Grainstone definieren, der unter einem schwach bewegten Medium, entsprechend einem Energie-Index III, sedimentiert wurde.

D. Chemismus

Die nach MÜLLER (1956) durchgeführten Ca/Mg-Bestimmungen ergaben eine Vielfalt an Carbonatgesteinsvarianten innerhalb der zugrunde gelegten Klassifikation tonig-carbonatischer Gesteine von RUCHIN (1958) (Abb. 11). Die Gesamtcarbonatgehalte ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$) verhalten sich relativ konstant und erreichen fast stets Werte von über 85 %; die jeweiligen Gesteinstypen basieren somit nur auf einer Verschiebung der CaCO_3 - und MgCO_3 -



Klassifikation tonig-carbonatischer Gesteine
(nach RUCHIN L. 1958)

Abb. 11.

Diagramm der chem. Zusammensetzung 25 untersuchter Proben

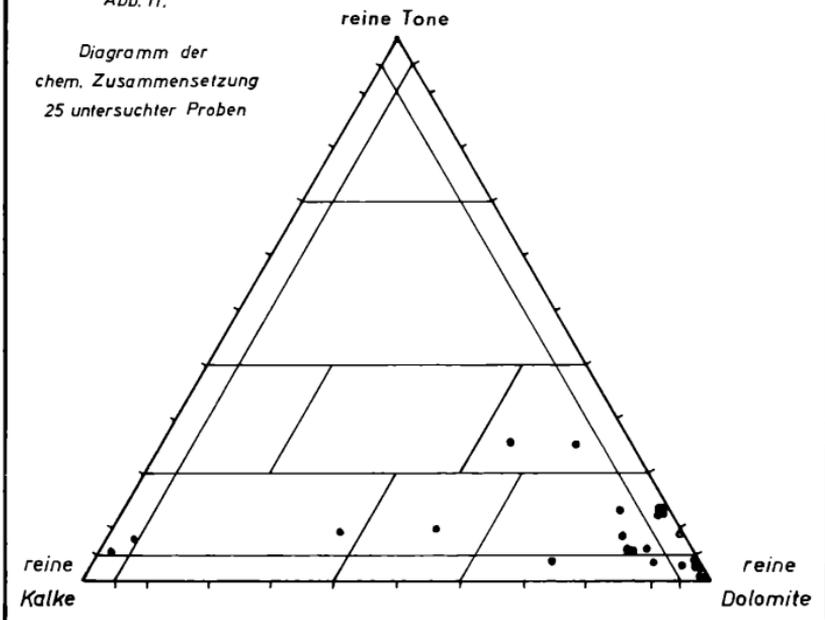


Abb. 11

Anteile. Jedoch lassen die von Ort zu Ort auftretenden starken Schwankungen keine gesetzmäßigen Änderungen, weder im stratigraphischen noch geographischen Sinne erkennen, noch ist irgendwelche Abhängigkeit vom Mikrofaziestyp festzustellen.

Als Hauptgesteinsvarianten treten tonig-kalkige Dolomite, kalkige Dolomite, tonige Dolomite oder auch reine Dolomite auf. Der vereinzelt bis fast 30 Vol.-% ausmachende nichtcarbonatische Anteil geht zu Lasten des terrigenen Quarzanteils, Eisensulfid tritt nur in einigen Proben als akzessorische Komponente auf.

Die Carbonatbildung dürfte im vorliegenden Sedimentationsgebiet durch anorganische Abscheidung erfolgt sein, Hinweise auf biogen gebildete Carbonate konnten keine festgestellt werden. Allerdings führte die frühdiagenetische Dolomitisierung zu einer fast völligen Auslöschung des ursprünglichen Primärgefüges, so daß kaum noch Zeugnisse der sedimentären Autometamorphose festzustellen sind; umgekehrt erwies es sich jedoch ebenfalls als unmöglich, Gesteine bestimmter Dolomitgehalte automatisch festen Stufen der Diagenese zuzuordnen. Vereinzelt läßt sich jedoch die metasomatish-diagenetische Dolomitisierung mit Hilfe der kornspezifisch wirkenden Anfärbemethode durch salzsaures Alicerin-S partiell differenzieren. Dabei erwies sich z. B. an einem aus einem Mikrit hervorgegangenen Pseudomikrospatit (Salasc, Aufschl.-Nr. 2), daß die Dolomitisierung eindeutig nach der Kollektivkristallisation des Mikrits erfolgte. An einigen pelletoiden Sedimenttypen kann eine bevorzugte Dolomitisierung der Matrix beobachtet werden, wohingegen die Allocheme z. T. nur unvollständig transformiert wurden. Als Ursache dafür darf die größere Aufnahmefähigkeit der Grundmasse für Mg^{++} -Ionen betrachtet werden. Sie steigt mit abnehmender Korngröße und läßt sich auf eine starke Absorptionsfähigkeit von Kationen durch primär sedimentierte sowie synsedimentäre bis frühdiagenetische Tonminerale zurückzuführen; ebenso begünstigt ein primärer Aragonitgehalt die Dolomitisierung.

Für eine Dolomitisierung von Aragonit spricht auch das fast völlige Fehlen einer Lösungsporosität, die zudem einer evtl. späteren Zementation durch Calcit zum Opfer gefallen sein könnte, worauf der stets vorhandene Porenalcit hindeutet. Die Deposition der nun als Dolosedimente vorliegenden Ablagerungen dürfte in einem als Lagune zu bezeichnenden Stillwasserbereich erfolgt sein. Die Verbindung mit dem anschließenden Flachmeerbereich war jedoch nie völlig unterbrochen, so daß die Mineralkonzentration nicht ausreichte, um Dolomit primär zur Ausfällung zu bringen. Der vorliegende Dolomit ist demnach als frühdiagenetisches, evtl. sogar als synsedimentäres Umwandlungsprodukt zu betrachten, wobei seine Bildung durch Mg-Aufnahme aus Lösungen über eine Reaktionsreihe von metastabilen Vorstadien, wie Aragonit, Mg-Calcit und Ca-Dolomit, erfolgt sein dürfte.

Das Liefergebiet der terrestrisch-detritischen Komponente ist auch in der Mittleren Trias noch im N und NW zu suchen, wobei ihr allerdings im Vergleich mit den Verhältnissen zur Zeit der Unteren Trias nur noch untergeordnete Bedeutung zukommt. Genetisch sind die Quarze eher Teile reaktiver Perm- und Unterer Triassedimente als primäre Aufarbeitungsprodukte metamorpher oder kristalliner Blöcke der Cévennen und des Massif Central. Der Transport erfolgte fluviatil über eine nur geringe Distanz in die dem Muschelkalkflachmeer vorgelagerten lagunären Stillwasserbereiche.

Dank

Während eines Aufenthalts an der Universität Montpellier/France hatte der Verfasser die Möglichkeit, sich mit der Problematik der Stratigraphie und Mikrofazies des Muschelkalks in der weiteren Umgebung von Montpellier zu befassen. Es sei ihm an dieser Stelle erlaubt, Herrn Prof. Dr. P. DEMANGEON für die herzliche Aufnahme in seinem Institut (Pétrographie Sédimentaire et Sédimentologie) zu danken. Insbesondere gilt auch sein Dank der steten Hilfsbereitschaft von Herrn J.-L. REILLE (Maître assistant) sowie allen anderen Institutsangehörigen. Dem Deutschen Akademischen Austauschdienst sei für die Finanzierung des Aufenthalts, meinem akademischen Lehrer, Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. M. PFANNENSTIEL, für die Aufnahme dieser Studie in die Reihe der Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br. herzlich gedankt.

Angeführte Schriften

- AVIAS, J.: Trias du couloir rhodanien. — *Mém. Bur. Rech. Géol. Minières*, 15, Coll. Trias France et rég. limithr., 157—163, 1 fig., Paris 1963.
- BERNARD, A.: Contribution à l'étude de la province métallifère sous-cévenole. — Thèse, 2 vol., 640 p., Nancy 1958.
- BRÜDERLIN, M.: Lithostratigraphische, lithofazielle und sedimentpetrographische Untersuchung des Oberen Muschelkalks im südwestlichen Baden-Württemberg. — *Diss. nat.-math. Fak. Freiburg i. Br.*, 279 S., 82 Abb., 4 Profiltaf., Freiburg i. Br. 1968.
- CORROY, G.: Trias de Provence orientale. — *Mém. Bur. Rech. Géol. Minières*, 15, Coll. Trias France et rég. limithr., 177—186, Paris 1963.
- DREYFUSS, M., MAINGUY, M., & MAINGUY, V.: Présence de Muschelkalk fossilifère en bordure des Cévennes près de Lasalle (Gard). — *Comp. Rend. (Hebdom.) Acad. Sciences*, 224, 1292—1293, Paris 1947
- DUNHAM, R. J.: Classification of carbonate rocks according to depositional texture. — *Amer. Assoc. Petrol. Geol., Mem.* 1, 108—121, 1 tab., 7 pl., Tulsa 1962.
- FOLK, R. L.: Practical petrographic classification of limestones. — *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 43, 1, 1—38, 41 fig., 2 tab., Tulsa 1959.
- Spectral subdivision of limestone types. — *Amer. Assoc. Petrol. Geol., Mem.* 1, 62—84, 7 fig., 2 tab., 1 pl., Tulsa 1962.

- Some aspects of recrystallization in ancient limestones. — Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Publ., 13, 14—48, 14 fig., 7 tab. (Dolomitization and limestone diagenesis), Tulsa 1965.
- FÜCHTBAUER, H.: Zur Nomenklatur der Sedimentgesteine. — Erdöl u. Kohle, 12, 605—613, 7 Abb., 2 Taf., Hamburg 1959.
- GOVERNET, C.: Trias de Provence occidentale. — Mém. Bur. Rech. Géol. Minières, 15, Coll. Trias France et rég. limithr., 165—176, Paris 1963.
- ILLING, L. V.: Bahaman calcareous sands. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 38, 1, 1—95, 13 fig., 7 tab., 9 pl., Tulsa 1954.
- INSTITUT FRANCAIS PÉTROLE: Relations entre mode de gisement et propriétés physicochimiques des dolomies. — Rev. Inst. Français du Pétrole, 14, 4/5, 475—518, 39 fig., 1 tab., Paris 1959.
- KAISIN, F.: Les roches du Dinantien de Belgique. — Cong. géol. int., XIII. Belgique, 1261—1262, 1922 (1925).
- KRUMBEIN, W. C., & SLOSS, L. L.: Stratigraphy and sedimentation. — 660 p., 55 tab., 190 fig., 2. ed. (Freeman & CO), San Francisco 1963.
- MARTIN, C.: Contribution à l'étude Stratigraphique et Sédimentologique du Trias dans la région des Causses et des bordures Cévenoles. — 166 p., 37 pl., 4 cart., 2 tab. génér., D. E. S. Montpellier 1963.
- MERKI, P.: Der Obere Muschelkalk im östlichen Schweizer Jura. — Eclogae geol. Helvetiae, 54, 1, 137—219, 5 Abb., 1 Tab., 5 Taf., Basel 1961.
- MÜLLER, G.: Die Schnellbestimmung des $\text{CaCO}_3/\text{MgCO}_3$ -Anteils in karbonatischen tonarmen Gesteinen mit dem Dinatriumsalz der Äthylendiamintetraessigsäure (AeDTE) — ein wichtiges Hilfsmittel für die Geologie. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 330—344, 1 Abb., 4 Tab., Stuttgart 1956.
- PLUMLEY, W. J., RISLEY, G. A., GRAVES, R. W., & KALEY, M. E.: Energy index for limestone interpretation and classification. — Amer. Assoc. Petrol. Geol., Mem. 1, 85—107, fig., 1 tab., 5 pl., Tulsa 1962.
- PROUST, F.: Contribution à l'étude stratigraphique, pétrographique et tectonique de la bordure cévenole dans la région de St. Hippolyte. — D. E. S. 1949.
- RICOUR, J., & MAUTORT, J. de: Microfaciès caractéristiques du Trias lorrain. — Bull. Soc. Géol. France, 7 série, 2, 2, 200—207, 2 planch., Paris 1960.
- RICOUR, J. (1963 a): Problèmes stratigraphiques et caractères du Trias français. — Mém. Bur. Rech. Géol. Minières, 15, Coll. Trias France et rég. limithr., 19—28, 1 fig., 1 tab., Paris 1963.
- (1963 b): Esquisse paléogéographique de la France aux temps triasiques. — Mém. Bur. Rech. Géol. Minières, 15, Coll. Trias France et rég. limithr., 715—734, 8 fig., Paris 1963.
- RUCHIN, L.: Grundzüge der Lithologie. — 806 S., 304 Abb., 46 Taf. (Akademic-Verlag), Berlin 1958.
- SERVAT, E.: I. Etude de la région occidentale du fossé de Bédarieux. — 53 p., 3 cart. II. Observations sur le Trias de la bordure méridionale du Massif Central. — 96 p., D. E. S. Montpellier 1951.

- SPERBER, F.: Série stratigraphique du Trias de Lodève (Hérault). — *Mém. Bur. Rech. Géol. Minières*, 15, Coll. Trias France et rég. limithr., 292—294, Paris 1963.
- WALCOTT, Ch. D.: Paleozoic intra-formational conglomerates. — *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 5, 191—198, 3 pl., Rochester 1894.
- WOLF, K. H.: Gradational sedimentary products of calcareous Algae. — *Sedimentology*, 5, 1, 1—37, 4 tab., 25 fig., Amsterdam 1965.
- WOLF, K. H., & CONOLLY, J. R.: Petrogenesis and paleoenvironment of limestone lenses in Upper Devonian red beds of New South Wales. — *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecology*, 1, 1, 69—111, 4 tab., 18 pl., Amsterdam 1965.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1969

Band/Volume: [59](#)

Autor(en)/Author(s): Brüderlin Max

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntnis der Mikrofazies des Muschelkalks im Gebiet des Bas-Languedoc méditerranéen \(Südfrankreich\) 105-126](#)