

Bioherme und Biostrome im Allgäuer Schrattenkalk (Helvetikum, Unterkreide)

Von HERBERT SCHOLZ*)

Mit 12 Abbildungen, 1 Tabelle und 3 Tafeln

Allgäu
Helvetikum
Unterkreide
Sedimentologie
Fazies
Schrattenkalk
Bioherme

Zusammenfassung

Erstmals werden im Allgäu echte Bioherme (Fleckenriffe) aus dem höheren Teil des Schrattenkalkes (Apt) beschrieben. Es handelt sich um wenige Meter mächtige, linsenförmige Körper, die sich zur Zeit ihrer Entstehung deutlich über den Meeresboden erhoben haben und aus einem wellenresistenten Gerüst aus verschiedenen Korallen, Stromatoporen und Chaetetiden aufgebaut sind. Sie hängen räumlich und zeitlich mit Biostromen zusammen, die im wesentlichen aus Rudisten (*Requienia*, *Matheronia*) bestehen. Diese dienten als Substrat für die riffbildenden Organismen.

Fauna und Flora der Bioherme und Biostrome werden kurz charakterisiert und deren Beziehungen zu anderen Faziestypen des Schrattenkalkes mit Hilfe von Profilen und Fazieskarten erläutert. Schließlich wird der Versuch unternommen, die Ablagerungsbedingungen des Schrattenkalkes zu rekonstruieren.

Summary

For the first time within the upper part of the Bavarian Schrattenkalk (Urgon facies, Apt), real bioherms (patch reefs) are described. These bioherms are lense shaped bodies of only a few metres thickness, which originally have clearly raised above the surrounding sea floor and consisted of a stable framework of corals, stromatopores and chaetetids. They are connected both in space and time with biostromes, which consisted of rudists (*Requienia*, *Matheronia*) mainly. These were used as a stable substrate by reefbuilding organisms.

Fauna and flora of these bioherms and biostromes are characterised in a brief outline as well as the relations to other faciestypes within the Schrattenkalk, by use of some profiles and special facies maps. Finally the attempt is made to reconstruct the sedimentary conditions within the Schrattenkalk.

1. Einleitung

1.1. Über diese Arbeit

ZACHER (1973) ist der Ansicht, „daß es im Schrattenkalk nicht zur Ausbildung echter Riffe im Sinne von wellenresistenten Gerüsten kam“. Andererseits räumt er ein, daß „der Gehalt an Coelenteraten örtlich bis auf 30 % ansteigen“ kann. Er wiederholt damit Ansichten, die schon ein halbes Jahrhundert früher von ARN. HEIM (1921) und anderen über den Schrattenkalk geäußert

worden sind, obwohl in der Westschweiz immer wieder von Riffen in Urgonkalken berichtet worden ist (z. B. FREY, 1925; CONRAD, 1977).

In der Tat ist der Nachweis echter Riffe im Allgäuer Schrattenkalk nicht einfach zu führen, da aufgrund der hiesigen Aufschlußverhältnisse diese leicht zu übersehen sind, und, falls man sie findet, ihre Riffnatur nicht einfach zu beweisen ist. Der Schrattenkalk wird unterhalb der Baumgrenze besonders gern von Sinter und Flechten überkrustet, so daß an den Stellen, wo ZACHER (1973) gut aufgeschlossene Profile vorfand, vielfach mit bloßem Auge nichts zu erkennen ist. Er wertete denn auch diese Profile im wesentlichen im Dünnschliff aus, wobei man, gerade im Riffbereich, leicht zu Fehlbeurteilungen kommen kann: Es ist im Schliff meist nicht zu entscheiden, ob die zufällig angeschnittenen Riffbildner in vollständigen Exemplaren und in Lebensstellung, oder als Bioklasten vorliegen. Auch der Nachweis der Verkippung von Coelenteraten im Schlibfbereich besagt noch nichts, da am Aufbau eines jeden Riffes zerbrochene Gerüstbildner in hohem Maße beteiligt sind. Erst ein ungeheuer dichtes Probenetz mit einer Beprobung im dm-Abstand bei „Riff-Verdacht“ könnte hier Klarheit schaffen. Doch wird man auf riffartige Bildungen nur schwer aufmerksam, da Korallen und Hydrozoen nur selten günstig anwittern und auch im frischen Bruch meist schlecht oder gar nicht als solche zu erkennen sind. Ideal ist hingegen eine Einwirkung von Humussäuren auf das Gestein, die feinste Farbunterschiede stark betonen. Doch sind solche Stellen meist unter dem Waldboden verborgen und überziehen sich, wenn zufällig freigelegt, bald wieder mit Sinterkrusten und Flechten.

Daß im Allgäu z. Z. trotzdem gute Aufschlußverhältnisse existieren, hängt mit dem Bemühen zusammen, die Almen zu erhalten. Um die Zufahrt zu den Almen zu ermöglichen, wurden in die bisher verkehrsmäßig nicht oder nur unzureichend erschlossenen Hochtäler westlich der Iller seit dem Ende der sechziger Jahre Straßen gebaut. Durch Sprengarbeiten entstanden größere Aufschlüsse, die jedoch erst nach ein paar Jahren genügend angewittert sind, um einen guten Einblick zu gestatten. Für den Bau dieser Straßen wird der nötige „Schotter“ durch das Entfernen der Schuttmäntel an Bergen gewonnen, wie z. B. am Beginn der Lochbach-

*) Anschrift des Verfassers: Dipl.-Geol. Dr. HERBERT SCHOLZ, Lehrstuhl für Geologie, TU München, Lichtenbergstraße 4, D-8046 Garching.

straße bei Tiefenbach. Abgesehen von der grauenhaften Landschaftszerstörung hatte dies den Vorteil, daß hier eine unverkrustete Gletscherschlifffläche freigelegt wurde, die den meist schlecht aufgeschlossenen Teil des tieferen Schrattekalkes zugänglich macht. Schließlich wurde der Holzeinschlag entlang der neuen Straße intensiviert, was zur Folge hatte, daß an Kahlschlägen der ehemalige Waldboden fortgespült wurde und den durch Humussäuren fein angewitterten Schrattekalk freigab (Untere Gundalpe). Leider beginnt schon nach wenigen Jahren erneut die Überkrustung des Gesteins, so daß die hier beschriebenen Aufschlüsse nicht mehr allzu lange gut zu beobachten sein dürften.

Die Aufgabe dieser Arbeit sollte es nun sein, Dimension, Aufbau und Verbreitung der an der Lochbachstraße entdeckten Riffe zu untersuchen. Nachdem ich den Blick an den Riffen geschärft hatte, die bereits durch meine Sonthofener Freunde entdeckt worden waren, gelang es, ihre Zahl im Arbeitsgebiet auf 10 zu erhöhen. Dazu kommt eine Anzahl bankartiger Coelenteraten- und Bivalvenvorkommen. Bioherme und Biostrome stehen vielfach in enger Beziehung (vgl. Kap. 3).

Angefügt sei hier noch eine kurze Begriffserklärung, was unter Riff oder Bioherm auf der einen Seite und Bank oder Biostrom auf der anderen zu verstehen ist. Ich halte mich an die Definitionen, die FLÜGEL (1978) für Bioherme (Riffe) und das Paläontologische Wörterbuch (1977) für Biostrome (Bänke) geben. Danach sind Riffe lateral begrenzte Karbonatkörper, die sich über die Sedimentationsbasis deutlich erheben, Anhäufungen von sessilen Organismen, welche eine wellenresistente, biogene Struktur bauen. Sie entsprechen "build-ups", für welche

- a) Hinweise auf eine potentielle Wellenresistenz oder Wachstum im Turbulenzbereich und
 - b) Hinweise auf eine sedimentologische Kontrolle der umgebenden Sedimentationsbereiche gegeben sind.
- Biostrome hingegen sind ausschließlich geschichtete Gebilde, wie Muschel-, Crinoiden- oder Korallenbänke, bestehend und aufgebaut hauptsächlich aus sessilen Organismen, und nicht zu hügelartiger oder linsiger Gestalt anschwellend.

1.2. Technisches

Um die Lage der Riffe bezüglich der Ober- und Untergrenze des Schrattekalkes festzulegen, erwies es sich als notwendig, wenigstens das Gebiet mit der höchsten festgestellten „Riff-Dichte“ (östliches Lochbachtal) im Maßstab 1 : 10.000 auszukartieren. Es wurde dabei besonderer Wert auf die Grenze der hangenden Grünsandsteine zum Schrattekalk gelegt.

Um einen Überblick über den Aufbau der Riffe selbst zu erhalten, wurde in sehr unübersichtlichem, karrenzerrissenen Gelände an Stellen die Fazies präzise auskartiert; an allen anderen Riffen begnügte ich mich, wo es überhaupt möglich war, mit der Aufnahme kurzer Profile. Mit Hilfe zahlreicher Fotos und Skizzen wurde der interne Aufbau der Riffe festgehalten. Die Untersuchung der Gesteine und Fossilien erfolgte unter der Verwendung einer großen Zahl von Dünnschliffen, in vielen Fällen auch von Lackabzügen, die sich bei Kalkschwämmen dem Dünnschliff sogar weit überlegen zeigten. In einzelnen Fällen mußten zur Klärung räumlicher Verhältnisse Serienschliffe angefertigt werden.

Neben dem von mir aufgesammelten Material standen mir für die paläontologische Bearbeitung Proben aus den Naturwissenschaftlichen Sammlungen im Zumeinhaus in Kempten, vor allem aber die ausgezeichnete Privatsammlung der Herren Georg Zink, Josef und Hubert Merbeler zur Verfügung, denen an dieser Stelle herzlich gedankt sei.

Die Grundlage dieser Arbeit sind Teile meiner Dissertation (SCHOLZ, 1979), die durch weitere Untersuchungen in den Jahren 1979 bis 1982 noch ergänzt wurden. Es handelt sich vor allem um weitere Detailkartierungen der Faziestypen in der Umgebung von Biohermen des Schrattekalkes.

Leider ist es aus Platzgründen nicht möglich, an dieser Stelle das gesamte Material zu publizieren. Gerade bei den Fazieskarten müssen wenige Beispiele genügen, um die räumliche Beziehung der im Schrattekalk unterscheidbaren Faziestypen zu demonstrieren.

1.3. Zur Geologie des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet liegt innerhalb des Allgäuer Helvetikums. Dieses kommt an der Iller in einer halbfensterartigen Aufwölbungszone unter den tektonisch darüberlagernden Gesteinen von Ultrahelvetikum und Flysch heraus und verbreitert sich nach W zu erheblich. Reste der das selber allochthone Helvetikum überlagernden Decken finden sich an verschiedenen Stellen des Arbeitsgebietes.

Im älteren Mesozoikum gehörte der helvetische Ablagerungsraum noch zum germanischen Faziesbereich, um ab dem Malm eine eigenständige Entwicklung durchzumachen. Die Verzahnung des helvetischen mit dem germanischen Faziesbereich ist an verschiedenen Stellen unter der Molasse in Bohrungen nachgewiesen worden (LEMCKE, 1973). Während im N des ausgedehnten Schelfbereiches zwischen Malm und höherer Kreide eine Schichtlücke klafft, wird das Profil nach S zunehmend vollständiger. Kalke, Sandsteine und tonige Sedimente sind hier im Laufe der mittleren Kreide zu einer Mächtigkeit bis über 500 m angehäuft worden. Noch weiter im S folgten, wenigstens ab der Unterkreide, die Ablagerungsräume von Ultrahelvetikum und Flysch. Einzelheiten der Schichtfolge entnehme man u. a. HEIM (1921), LIEDHOLZ (1960, 1983), RICHTER (1966) und ZACHER (1973).

Die tiefsten im Arbeitsgebiet zutage tretenden Schichten des Helvetikums gehören dem Valendis und Hauterive an (tiefere Unterkreide) und sind im Sattelkern des Geißberges erschlossen. Das Barrême (höhere Unterkreide) umfaßt im wesentlichen die tonig-mergeligen Drusbergschichten im Liegenden (Beckenfazies) und den organogenen Schrattekalk im Hangenden (Flachwasserfazies). Im südlichsten Helvetikum, dem Schelfrand zur Tethys am nächsten, fehlen Flachwasserbildungen, und der Schrattekalk wird von den Drusbergschichten ganz ersetzt. Die Schrattekalk-Platte wird von glaukonitführenden Quarzsanden überlagert, die der mittleren Kreide angehören und die Ablagerungsverhältnisse eines zunehmend tieferen Meeres widerspiegeln. Die Grenze des Schrattekalkes gegen diese Grünsandsteine ist teilweise unscharf, oft aber auch als scharfer Erosionskontakt ausgebildet (vgl. Kap. 3.).

Die stratigraphische Einstufung des Schrattekalkes erfolgte ursprünglich durch Ammoniten, die in den ihn über- und unterlagernden Sedimenten zu finden sind;

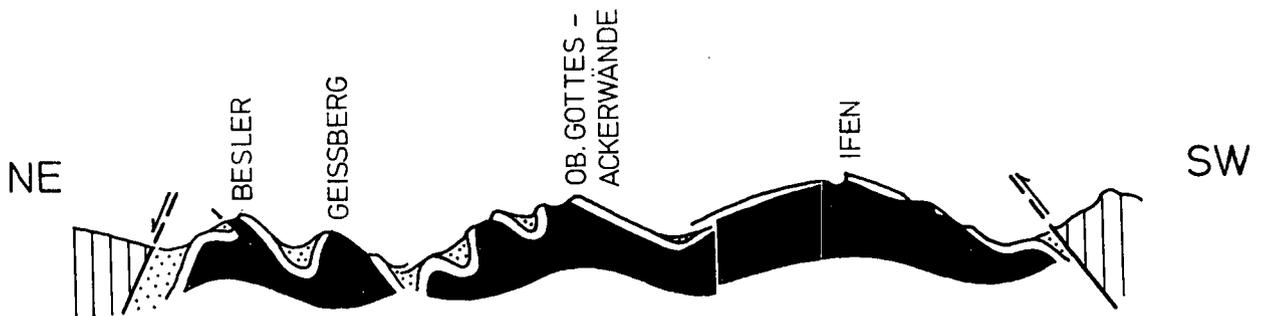
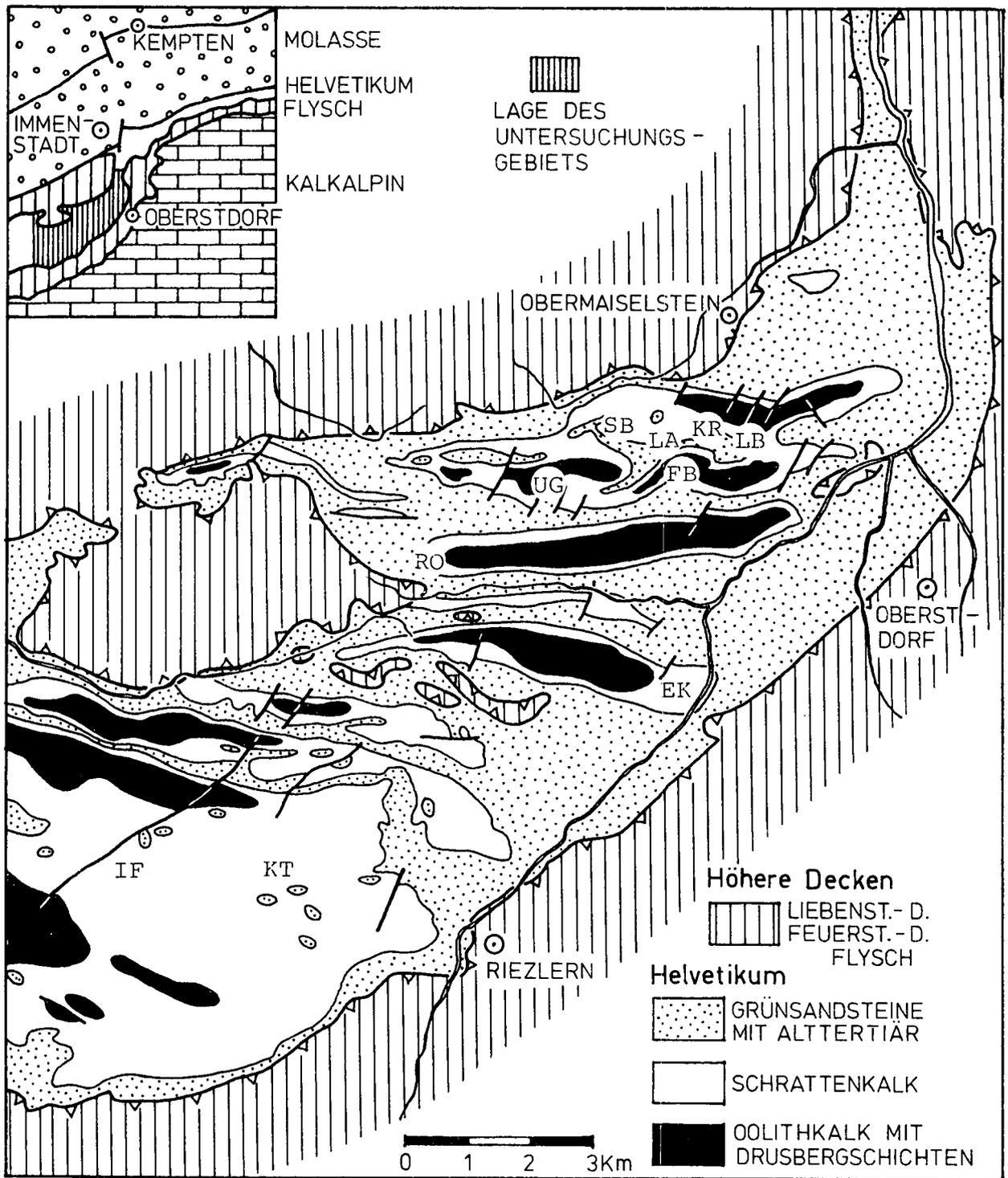


Abb. 1: Abgedeckte geologische Übersichtskarte des Arbeitsgebietes im Allgäuer Helvetikum. Karte und Profil nach ZACHER (1972), vereinfacht und verändert. Verzeichnis der Fundstellen: LB = Beginn der Lochbachstraße; EK = Engekopf; RO = Rohrmoos; IF = Gottesackerplatt; UG = Untere Gundalpe; FB = Falkenberg; LA = Lochbachalpe; SB = Schwarzenberg; KR = Källerücken; KT = Kürental;

er selbst ist, mit wenigen Ausnahmen, frei davon. Seine Fauna ist in hohem Ausmaß faziesabhängig; der stratigraphische Wert der Orbitoliniden ist begrenzt. Die Untergrenze des Schrattenkalkes wird im S allgemein als jünger (unt. Apt, Bédoulien) als im N (tief. Oberbarrême) angegeben (ZACHER, 1973). Nach oben soll der Schrattenkalk nicht über das untere Apt (Bédoulien) hinaufreichen. Doch ist der diesen direkt überlagernde Grünsandstein meist völlig steril, so daß sich über das Ausmaß der Schichtlücke zwischen beiden nichts Sicheres aussagen läßt. Da neuere Untersuchungen (LIEDHOLZ, 1983) Hinweise dafür erbringen, daß die von HEIM & SEITZ (1934) sowie von M. RICHTER und seinen Schülern ursprünglich als überall gleich alt betrachteten Grünsandsteinhorizonte in Wirklichkeit hochgradig diachron sind, ist Ähnliches auch für die Schrattenkalk-Obergrenze zu erwarten.

Die helvetischen Gesteine streichen heute im Allgäu, in nord-südlicher Richtung gemessen, auf über 13 km Breite aus. Die Flachwasserbildungen des Schrattenkalkes sind als geschlossene Karbonatplatte über etwa denselben Raum zu verfolgen. Versucht man eine Faltenabwicklung zu machen, ohne die von der Bohrung Maderhalm her bekannten Verschuppungen innerhalb des Helvetikums zu berücksichtigen, kommt man auf eine ursprüngliche Breite des heute an der Erdoberfläche sichtbaren Schrattenkalkes von mindestens 20 km.

Die Gesteine dieses Ablagerungsraumes wurden in posteozeäner Zeit in mehreren Phasen gefaltet, stellenweise geschiefert und nach N auf die Molasse überschoben (ZACHER, 1973). Dabei entstand der für das Arbeitsgebiet typische Faltenbau mit einer Reihe von großen, nordvergenten Falten mit etwa E-W-streichenden Achsen, deren Sattelscheitel vielfach aufgebrochen sind und tiefere Teile der Schichtfolge zeigen. Der Schrattenkalk dominiert morphologisch, indem er zahlreiche, nach N abstürzende Steilwände bildet. Die jüngere helvetische Schichtfolge (Grünsandsteine, Seewerkalk, Leistmergel usw.) hat sich meist nur in den oft engen Synklinalzonen erhalten, die heute von E-W-streichenden Talzügen eingenommen werden. Sie ist tektonisch stark beansprucht, die Mächtigkeit oft reduziert, und ganze Schichtglieder können fehlen (z. B. Seewerkalk im Lochbach).

Folgende Antiklinalen (Gewölbe) sind im Arbeitsgebiet von N nach S die wichtigsten:

- 1) Das morphologisch nur schwach heraustretende Maderhalm-Gewölbe bei Obermaiselstein, wo nur im Satteln Kern etwas Schrattenkalk zu finden ist;
- 2) das Schwarzenberg-Gewölbe im N von Tiefenbach, das sich nach E im Schönhaldenkopf fortsetzt;
- 3) das nach W zu rasch verschwindende Falkenberg-Gewölbe bei Tiefenbach, das sich nach E zu im Ochsenberg fortsetzt und im W durch das Besler-Gewölbe abgelöst wird (am Falkenberg ist der Bau als liegende oder sogar etwas tauchende Falte gut erschlossen);
- 4) das Geißberg-Gewölbe südlich von Tiefenbach, das sich nach E im Burgbühl fortsetzt (Satteln Kern aus tiefster Kreide!);
- 5) schließlich das Gottesacker-Antiklinorium mit mehreren, übereinandergestaffelten Antiklinalen, von denen die markantesten das Kakenkopf-Gewölbe, die Gewölbe der Unteren und Oberen Gottesackerwände und das Ifen-Gewölbe sind.

2. Fossilinhalt

Eine ausführliche Beschreibung der Organismenreste, die die Bioherme und Biostrome des Allgäuer Schrattenkalkes aufbauen, ist in meiner Dissertation (SCHOLZ, 1979) enthalten. Weitere Analysen der Flora und Fauna des Schrattenkalkes beschränken sich nur auf gewisse Organismengruppen, wie z. B. die Arbeiten von BRIEGEL (1972), CHAROLLAIS & BRÖNNIMANN (1965), CONRAD (1969), SCHROEDER & CONRAD (1968) oder THIEULOY (1958). Für die meisten Fossilien existieren nur sehr alte Werke, wie etwa KOPY (1895, 1897) für die Korallen oder PAQUIER (1903) für die Rudisten des Schrattenkalkes. Moderne Arbeiten fehlen. So muß man auf Literatur zurückgreifen, die Fauna und Flora der Urgonkalke in anderen Gegenden Europas zum Inhalt hat, z. B. in den Karpaten (MORYCOWA, 1964, 1971; KÜHN & ANDRUSOV, 1942), in Jugoslawien (TURNŠEK & BUSER, 1974), in der Provence (PHILIP, 1972; TURNŠEK & MASSE, 1973) oder im Schweizer Jura (SCHNORF, 1960; SCHNORF-STEINER, 1963). Eine ausführliche Zusammenstellung der für die Organismen des Allgäuer Schrattenkalkes relevanten Literatur findet sich ebenfalls in meiner Dissertation (SCHOLZ, 1979). An dieser Stelle muß eine Auflistung der Fossilien genügen, die zu einem kleinen Teil auch auf Tafel I–III abgebildet sind.

2.1. Liste

der in den Biohermen und Biostromen des Allgäuer Schrattenkalkes häufig auftretenden Organismen

Cyanophyceae (Blaugrüne Algen)

Mikritische Krusten

Onkoide

Ooide

Aggregatkörner

Rindenkörner

Cayeuxia cf. *piae* FROLLO, 1938 (Taf. I/1)

Rhodophyceae (Rotalgen)

Lithophyllum sp. indet.

Lithoporella sp. indet.

Ethelia alba PFENDER, 1939 (Taf. I/2)

Dasycladaceae (Wirtelalgen)

Salpingoporella muehlbergii (LORENZ, 1902) (Taf. I/3)

Salpingoporella hasi CONRAD, RADOIČIĆ et REY, 1976

Acicularia elongata CAROZZI, 1947

Codiaceae (Filzalgen)

Marinella lugeoni PFENDER, 1939

Boueinia sp. indet.

Incertae sedis (Stellung unsicher)

Permocalculus sp. indet., aff. *P. inoptinatus* ELLIOTT, 1956 (Taf. I/4)

Gymnocodium sp. indet. (Taf. I/5)

Bacinella irregularis RADOIČIĆ, 1959

Lithocodium aggregatum ELLIOTT, 1956 (Taf. I/6)

Foraminifera

Glomospira sp. indet.

Reophax sp. indet.

Pseudochoffatella sp. indet.

Bdelloidina sp. indet. (Taf. I/7)

Sabaudia minuta (HOFKER, 1965)

Textulartia div. sp. indet.

Orbitolinidae div. gen. sp. indet.

Orbitolinopsis sp. indet.

Dictyoconus sp. indet.
Eopalarbitolina cf. *charollaisi* SCHROEDER et CONRAD, 1968
 (Taf. I/8)
Palorbitolina lenticularis (BLUMENBACH, 1805)
Neotrocholina friburgensis GUILAUME et REICHEL, 1957
Nautiloculina sp. indet.
Spiroloculina sp. indet.
Quinqueloculina sp. indet.
Lenticulina sp. indet.
 ?*Miniacina* sp. indet.
 ?*Planorbulina* sp. indet.

Pharetronidae (Faserschwämme)

?*Elasmostoma* sp. indet. (Taf. II/9)
Barroisia helvetica (DE LORIO, 1869) (Taf. II/10)

Sclerospongiae (Korallenschwämme)

Murania lefeldi KAZMIERCZAK, 1974
Murania merbeleri SCHOLZ, 1984

„Bohrschwämme“

Stromatoporoidea

Diparistomaria urgonica TURNŠEK et MASSE, 1973
 (Taf. II/11)
Spongiomorpha asiatica YABE et SUGIYAMA, 1931
Promillepora cf. *provencensis* TURNŠEK et MASSE, 1973
Actinostromaria sp. indet.

Octocorallia

?*Polytremacis* cf. *urgonensis* KOPY, 1897

Scleractina (Hexakorallen)

Cyathophora aff. *miyakoensis* (EGUCHI, 1936)
Pentacoenia pulchella D'ORBIGNY, 1850
Stylinidae div. gen. sp. indet.
Stylosmilia chaputi ALLOITEAU, 1939
Eugyra coteaui DE FROMENTEL, 1857 (Taf. II/12)
Eugyra pusilla KOPY, 1895
Isastraea cf. *explanata* (MÜNSTER, 1829)
Hydnophorarea cf. *styriaca* (MICHELIN, 1847) (Taf. II/13)
Mesomorpha ornata MORYCOWA, 1971 (Taf. II/14)
Thamnasteriidae div. gen. sp. indet.
 ?*Dichocoenia* sp. indet.
 ?*Actinarea* sp. indet.
 ?*Microsolena* sp. indet.
 solitäre Korallen div. sp. indet.

Tabulata (?)

Chaetetopsis favrei (DENINGER, 1906) (Taf. II/15)

Serpulidae (Röhrenwürmer)

Sarcinella sp. indet.
Filograna sp. indet.
Spiraserpula sp. indet.

Brachiopoda

Cyclothyris latissima (SOWERBY, 1825)
Terebratulidae gen. sp. indet.

Gastropoda (Schnecken)

Diozopyxis coquandi (D'ORBIGNY, 1842) (Taf. III/17)
Nerinea byzacenica PERVINQUIÈRE, 1912
Nerinea sp. indet.
Iteria utriculus GEMMELARD, 1863 (Taf. III/16)

Bivalvia (Muscheln)

Exogyrina gen. sp. indet.
 ?*Lopha* (*Actonistreon*) sp. indet. (Taf. III/18)
Requienia ammonia (GOLDFUSS, 1838) (Taf. III/20)
 ?*Requienia* aff. *renevieri* PARQUIER, 1903 (Taf. III/19)
Matheronia virginiae (GRAS, 1852) (Taf. III/21)
Agriopleura blumenbachi (STUDER, 1843) (Taf. III/22)
Lithodomus obiongus D'ORBIGNY, 1844

Ostracoda div. gen. sp. indet.

Echinodermata

Echinidae div. gen. sp. indet.

3. Beschreibung der Aufschlüsse

Im folgenden sollen wichtige Riffe und Biostrome im Untersuchungsgebiet beschrieben werden. Anhand der Profile „Beginn der Lochbachstraße“ (LB) und „Lochbachalpe (LP) werden Bioherme und Biostrome im Profilverband dargestellt. Am Beispiel der Bioherme „Untere Gundalpe“ (UG) und „Falkenberg“ (FB) kann der Aufbau eines solchen Bioherms exemplarisch dargestellt werden.

Es wird darauf verzichtet, die auftretenden Gesteine mikrofaziell zu typisieren und zu numerieren, wie das schon CONRAD (1969) und ZACHER (1973) im Schrättkalk getan haben. Zum einen decken sich die im oberen Schrättkalk des Untersuchungsgebietes auftretenden Gesteine nur teilweise mit den von diesen Autoren beschriebenen Typen, vor allem gehen diese Typisierungen nur vom Dünnschliff aus und berücksichtigen Lithofazies und Megafossilgehalt zu wenig. Zum anderen zeigt sich, daß sehr unterschiedliche Mikrofaziestypen genetisch eng miteinander verknüpft sein können. Deshalb verwende ich eine anschaulichere, genetische Beschreibung der Gesteine, etwa wie „mikritische Riff-schuttkalke“, die in diesem Falle viel mehr aussagen können, als „Mikrofazies Nr. 14“ (CONRAD, 1969).

Um den Überblick zu erleichtern, habe ich den Beschreibungen eine Auflistung der Lokalitäten in tabellarischer Form vorangestellt, aus denen man die wichtigsten Daten entnehmen kann. Mit * bezeichnete Fundstellen werden im folgenden nicht eingehender beschrieben, da es sich um Hangschutt oder lose Blöcke handelt. R bzw. H sind Hoch- und Rechtswerte der wichtigsten Fundschicht (vgl. Abb. 1, 11).

* SS **Schuttentnahme Schwarzenberg**
 R.93430, H.55425

Große Hangschuttentnahme unmittelbar nördlich des Profils LB am Beginn der Lochbachstraße; jetzt stillgelegt.

Hier wurden verschiedentlich Korallen und Stromatoporen, vor allem aber gut erhaltene Requienien gefunden. Das Material stammt sicher aus dem oberen Schrättkalk, da vergleichbare Gesteine sich an der Oberkante der Felswand, die die Schutthalde überragt, in unmittelbarer Nähe der Grünsandsteine finden.

* SO **Schuttentnahme Ochsénberg**
 R.93685, H.55500

Große Hangschuttentnahme auf der anderen Seite des Tales, gegenüber von SS. War während der Aufnahme, trotz offizieller Stilllegung, noch in Betrieb.

Hier stammen gute Agriopleuren her, die in einem Biostrom (so I) hier auch anstehen (H.R-Wert!).

LB **Beginn der Lochbachstraße**
 R.93420, H.55300

Profil am Fuß der Felswand (Schwarzenberg) am Beginn der Lochbachstraße und etwas nördlich davon. Austern-Korallen-Stromatoporen-Biostrom 1b I (H.R-Wert!)

Korallen-Stromatoporen-Biostrom (?) 1b II
 Agriopleuren-Biostrom 1b III

KR **Källerrücken**
 R.93200, H.55325

Aufschlüsse an der Lochbachstraße und etwas oberhalb im Wald, 140 m nordwestlich der heute als Wochenendhaus dienenden Alpe am Källerrücken (auf den Karten ohne Namen!). Von da an Aufschlüsse 100 m weiter die Straße hinauf.

Requienien-Biostrom kr I
 Korallen-Stromatoporen-Bioherm kr II (H.R-Wert!)
 Bryozoen-Biostrom (?) kr III

* **LS Lochbachstraße**

Alle auf der gesamten Länge der Lochbachstraße verbauten Gesteinsblöcke haben diese Bezeichnung. Sie stammen zumeist aus den Schuttentnahmen SS und SO und haben eine ähnliche Fossilführung.

LA Lochbachalpe

R.92330, H.55150
 Straßenaufschluß 580 m nordöstlich der unteren, noch bewirtschafteten Lochbachalpe, an der Lochbachstraße.
 Requienien-Biostrom 1a I
 Korallen-Stromatoporen-Bioherm 1a II (H.R-Wert!)
 Requienien-Biostrom 1a III
 Gastropoden-(Requienien)-Horizont 1a IV

SB Schwarzenberg

R.91325, H.55370
 Aufschlüsse am Südrand einer Waldlichtung, etwa 500 m oberhalb (nordwestlich) der oberen, unbewirtschafteten Lochbachalpe, auf der Anhöhe.
 Requienien-Biostrom sb I
 Korallen-Stromatoporen-Bioherm sb II (H.R-Wert!)

UG Untere Gundalpe

Aufschlüsse in der Wiese unmittelbar nördlich der Lochbachstraße auf halbem Wege zwischen Schwabenalpe und Unterer Gundalpe.
 Requienien-Biostrom ug I
 Korallen-Stromatoporen-Bioherm ug II

FB Falkenberg

R.92450, H.54825
 Kahlschlag auf dem Höhenrücken, 250 m nordöstlich des Falkenberggipfels bei 1321 m.
 Requienien-Bioströme fb I und fb II
 Korallen-Stromatoporen-Bioherm fb III (H.R-Wert!)
 Requienien-Biostrom fb IV

RO Rohrmoos

R.88310, H.53160
 Wand 400 m nordnordöstlich der Kapelle von Rohrmoos, wo die Steilwände des Geißberges an den Hangschutt grenzen (Rote Wand).
 Requienien-Bioströme ro I
 Korallen-Stromatoporen – Bioherm ro II (H.R-Wert!)

* **EK Engekopf**

R.87200, H.47800
 Hangschutt 500 m östlich des Engelkopfgipfels. Hier stammen einige Korallen her.

* **KT Kürental**

Hangschutt in der weiteren Umgebung der Schneider-Küren-Alpe. Hier stammen einige Korallen her.

IF Gottesackerplatt

R.83880, H.48250
 Aufschlüsse neben und auf dem Weg vom Ifen zur Oberen Gottesackerscharte, 450 m südsüdwestlich der verfallenen Gottesackeralpe.
 Korallen-Stromatoporen-Bioherm (?) if I

RG Roßkopf/Grünten

R.99800, H.69180
 Fuß der Roßkopf-Südwand, nordwestlich der Roßbergalpe (Wildtoni) bei etwa 1200 m
 Nerineen-Horizont rg I

3.1. LB – Beginn der Lochbachstraße
 (Abb. 2)

Es handelt sich um eine Felswand, die den Beginn der Lochbachstraße auf etwa 200 m begleitet, noch viele 100 m weiter nach NW zieht und den Nordabsturz des Falkenberges bildet. Da das Profil am Südflügel des Schwarzenberg-Gewölbes liegt, fallen die Schichten mit etwa 30° nach S ein. Durch die Entfernung des Schuttmantels am Beginn der Lochbachstraße im Zuge des Neubaus der Straße ist der unterste Teil des Profils erst jüngst freigelegt worden und daher frei von den sonst üblichen Überkrustungen durch Flechten. Da der Felsen zudem vom Gletschereis glattgeschliffen worden ist, sind die Aufschlußverhältnisse im unteren Teil des Profils (Profil m45–m90) in der Wiese nördlich der Straßenabschränkung als hervorragend zu bezeichnen. Die aufgeschlossene Mächtigkeit des Schrottenkalkes beträgt hier etwa 90 m, wobei dieser Wert direkt gemessen und durch Konstruktion überprüft wurde. Die

LEGENDE für Profile

- ~ MERGELIGE HORIZONTE
- BIOARENITE
- ▲▼▲ GROBE FOSSILBRUCHSTÜCKE
- ☞☞ MOLLUSKENSCHALEN, SCHALENBRUCHSTÜCKE
- OOIDE
- ⊙⊙ ONKOIDE
- GROSSE INTRAKLASTE
- VOLLSTÄNDIGE } IN LEBENSSTELLUNG
- RIFFBILDNER } VERKIPPT
- ☞☞ REQUIENIEN HÄUFIG
- ☞☞ GASTROPODEN HÄUFIG
- ☞☞ KIESELKNOLLEN
- ||||| VERKIESELTE PARTIEN
- * * QUARZKÖRNER HÄUFIG
- * * * * * GRÜNSANDSTEIN

LEGENDE der Fossilsymbole

- ∫ WÜHLSPUREN
- ⊙ MILIOLIDEN UND ANDERE KLEINFORAMINIFEREN
- △ ORBITOLINEN
- ∩ PHARETRONEN
- ⊙ STROMATOPOREN, CHAETETIDEN
- ⊙ KORALLEN
- ∞ SERPELN
- ∩ BRYOZOEN
- ∩ BRACHIOPODEN
- ∩ MUSCHELN (ALLGEMEIN)
- ∩ REQUIENIEN UND MATHERONIEN
- ∩ AGRIOPLEUREN
- ∩ AUSTERN (ALLGEMEIN)
- ∩ KAMMAUSTERN
- ∩ VON BOHRMUSCHELN ANGEBOHRTE KOMPONENTEN
- ∩ SCHNECKEN (ALLGEMEIN)
- ∩ NERINEEN UND ITERIEN
- ∩ OSTRACODEN
- ∩ ECHINODERMEN
- ∩ LITHOCODIUM/BACINELLA
- ∩ ROTALGEN
- ∩ DASYCLADACEEN
- ∩ CODIACEEN UND GYMNOCODIACEEN
- ∩ GLAUKONIT
- ∩ KOMPONENTEN IN INTRAKLASTEN
- ∩ DEUTLICH VADOS ÜBERPRÄGT

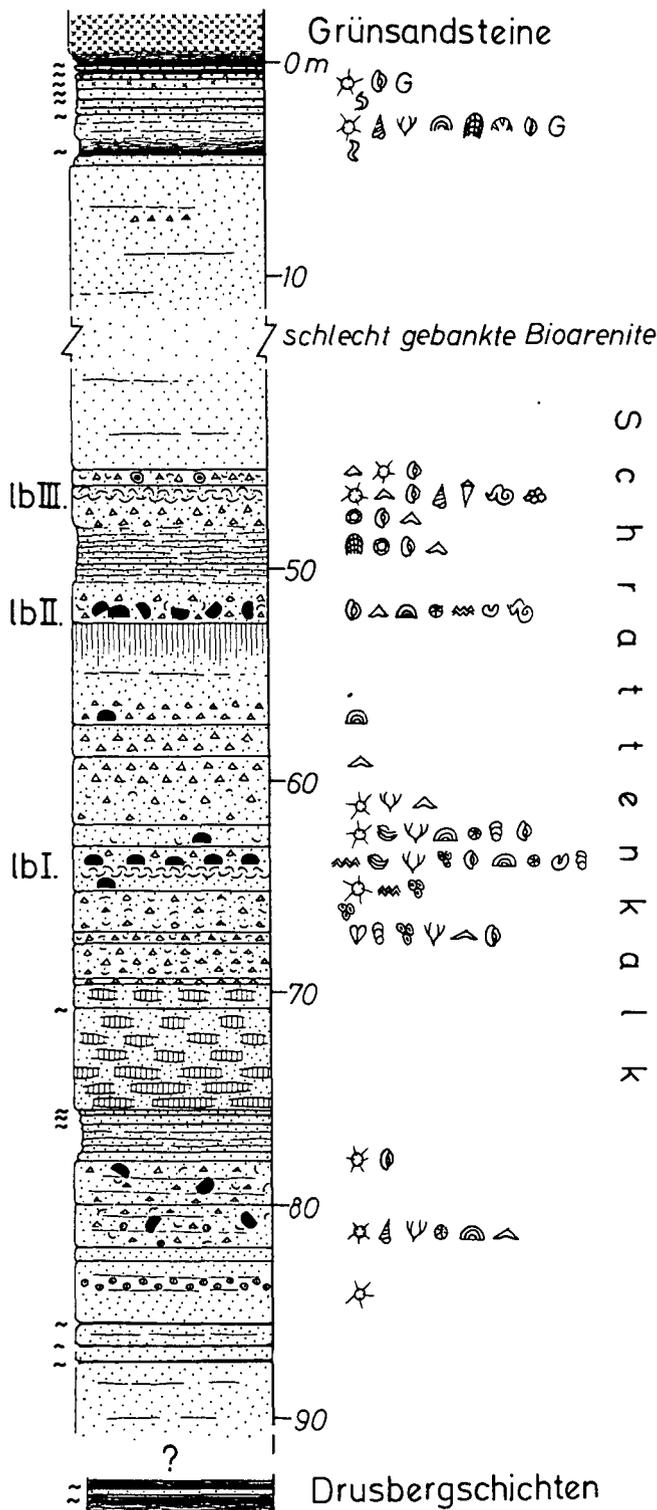


Abb. 2: Profil durch den Schrätkalk am Beginn der Lochbachstraße bei Tiefenbach. Beginn des Profils (m 0) bei R.93320 und H.55900 (TK 25: Blatt 8527 Oberstdorf).

Basis ist nicht aufgeschlossen, doch zeigen die nach unten zu sich häufenden Mergellagen an, daß es bis zu den Drusbergschichten nicht mehr weit sein kann. Diese sind erst weiter im NW, etwa 300 m höher, am Nordhang des Schwarzenberges, direkt unter der Schrätkalkwand aufgeschlossen. Die von ZACHER (1973) am Profil Hirschsprung ermittelte Mächtigkeit von nur etwa 65 m, kaum 1 km weiter im N, ist am senkrechtstehenden N-Flügel des Schwarzenberg-Gewölbes sicher tektonisch reduziert. Die Grenze zum überlagernden Grün-

sandstein ist an der Lochbachstraße zwar nicht direkt aufgeschlossen, doch kann man beobachten, daß der Schrätkalk nach oben, der Grünsandstein nach unten hin vermergelt. Die Grenze ist fließend („Schönhaldenköpfschichten“, LIEDHOLZ, 1959).

Der größte Teil des Profils besteht aus meist dickbankigen, mikritischen Bioareniten verschiedener Körnung. Ausnahmen bilden ein schöner oolithischer Horizont (zwischen Profil m83–m84) und drei bankartige Fossilanreicherungen.

3.1.1. Austern-Korallen-Stromatoporen-Biostrom (1b I)

Es handelt sich um das best aufgeschlossene Biostrom des Untersuchungsgebietes. Es entwickelt sich aus den liegenden Bioareniten durch zunächst massenhaftes Auftreten von Serpuliden-Bruchstücken im gröber werdenden Schutt (etwa 3 m mächtig). Diese erreichen schließlich gut 5 % Anteil am Gestein. Dann erscheinen plötzlich, neben zahlreichen Schalenresten und Pharetronen, große Korallen- und Stromatoporenstöcke im Schutt (*Eugyra*, Taf. II/13; *Spongiomopha*, *Cyathophora* u. a.), viele stark rekristallisiert und nicht bestimmbar. Zwischen den teils lockerer, teils dichter im Bioarenit liegenden Stöcken finden sich viele grobe Bioklasten, wie Seeigelstacheln, Korallenbruchstücke und Serpuliden, aber auch viele vollständige Tiere, wie *Barroisia helvetica* DE LORIO (Taf. II/10) andere Pharetronen (?*Elasmostoma*, Taf. II/9) und faustgroße Knollen von *Filograna*. Im Dünnschliff konnten Textularien (keine Milioliden!), *Coscolina* und *Lenticulina* beobachtet werden. Zwischen die Coelenteratenstöcke ist ein etwa 30 cm mächtiger Horizont mit dickschaligen Austern (*Lopha*?) eingeschaltet, die zusammen mit Serpuliden (*Filograna*) eine regelrechte Austernbank gebildet haben müssen. Die Frage, welche Tiere sich noch in Lebensstellung befinden, läßt sich für viele Tiergruppen nicht eindeutig beantworten. Sicher in Lebensstellung stehen zwei große, ästige (phaceloide) Stöcke im Fossiltschutt.

Bei den meisten Korallen und Stromatoporen des Aufschlusses ist schon aufgrund ihrer Form eine Umlagerung unwahrscheinlich. Es handelt sich fast immer um krustige, manchmal über 1 m breite und nur wenige bis 20 cm hohe Stöcke, die bankparallel im Gestein liegen. Wenn Polypare zu sehen waren, standen diese senkrecht auf den Oberflächen der Stöcke, also meist senkrecht zur Bankoberfläche. Es scheint also, daß wenigstens die größeren Stöcke hier gelebt und den Schutt überkrustet haben. Die Austern liegen vielfach noch doppelklappig vor (vgl. Taf. III/1–6), was auch für diese gegen eine Umlagerung spricht. Alle großen Biogene sind bevorzugt von oben her von Bohrmuscheln angebohrt. Wir haben es also mit einem biostromartigen Körper zu tun, in dem die Organismen vielfach über- und aufeinander wuchsen, ohne daß dabei wellenresistente, sich wesentlich über die Sedimentationsbasis erhebende Gerüste entstanden wären.

3.1.2. Korallen-Stromatoporen-Biostrome (1b II)

Dieser Horizont liegt etwa 12 m über 1b I, gut 50 m unterhalb der Schrätkalk-Obergrenze. Es handelt sich leider um einen stark verkrusteten Abschnitt des Profils; er wurde deshalb nicht genauer untersucht. Immerhin ist zu erkennen, daß er zahlreiche Ostreen, Requienien, Coelenteratenstöcke (u. a. *Diparistomaria*) und Foraminiferen (Milioliden, Orbitolinen) enthält. Die Coelenteraten scheinen sich hier nicht mehr in Lebens-

stellung zu befinden. Es liegt hier wohl eher der Grobschutt eines nahen Bioherms vor, als ein gewachsenes Biostrom.

3.1.3. Agriopleuren-Biostrom (1b III)

Kaum 5 m über dem Horizont 1b II, entwickelt sich aus Biomikriten mit viel Orbitolinen, Milioliden, Rindenkörnern und einigen größeren Fossiltrümmern eine Schill-Lage, die nach oben zu rasch in einen fast nur aus *Agriopleura blumenbachi* (STUDER) (Taf. III/22) bestehenden Horizont von etwa 60 cm Mächtigkeit übergeht. Die tütenförmigen Schalen dieser Radiolitiden besitzen vielfach noch ihre Deckel und stehen oft aufrecht im Gestein. Zum größten Teil handelt es sich jedoch um liegende Tüten mit zerbrochenen Schalen dazwischen. Auch einige Requienien sind zu entdecken. Die Matrix zwischen den Biogenen ist die gleiche wie in den unter- und überlagernden Horizonten (mikritisch). Nach oben geht dieser Horizont wieder rasch in feineren Schill über, der seinerseits von mikritischen Bioareniten überlagert wird, die neben zahlreichen Orbitolinen (*Eopalorbitolina* Taf. I/8) große Rindenkörner und Onkoide (bis 1 cm Ø) enthalten.

Alle drei besprochenen Horizonte dieses Profils gehören dem tieferen Teil des Allgäuer Schrattenskalkes an. Normalerweise ist dieser Bereich nicht so gut einzu- sehen wie der obere, der auf den Südhängen der Berge des Allgäuer Helvetikums, die meist mit den Südflügeln der Gewölbe identisch sind, oft flächenhaft aufgeschlossen ist. Zumindest zwei der Horizonte sind, im Vergleich mit den Biohermen und Biostromen des oberen Schrattenskalkes, atypisch. Das fast völlige Fehlen von Algen, insbesondere von Grünalgen, die Seltenheit von *Bacinella/Lithocodium* (Taf. I/6) und Milioliden, sowie das deutliche Überwiegen feinarenitischer Kalke (meist mikritisch) möchte ich als Hinweis für etwas tieferes Wasser (>50 m) werten.

3.2. Källerucken (KR)

Das interessanteste Profil beginnt hier an der Lochbachstraße unmittelbar hinter einer Störung, die Brissandstein gegen Schrattenskalk versetzt und setzt sich von da an etwa 100 m in mehr oder weniger guten Straßenaufschlüssen fort. Die Überlagerung durch die Grünsandsteine der mittleren Kreide ist nicht sichtbar (durch Moräne verdeckt), diese finden sich aber etwa 50 m tiefer an der alten Straße aufgeschlossen. 1b II war das Bioherm, an dem ich die Riffnatur erstmals deutlich erkannte, und das mich ursprünglich animiert hatte, mit dieser Arbeit zu beginnen. Leider ist der Aufschluß heute, nach nur wenigen Jahren, völlig verwachsen und überkrustet, so daß es schwerfällt, auch nur wenige Riffbildner zu entdecken. Er wurde deshalb nicht eingehender untersucht.

3.2.1. Requienien-Biostrom (kr I)

Requienienführender Horizont, im oberen Teil viele Coelenteraten, etwa 2 m mächtig aufgeschlossen. Über die genauere Zusammensetzung ist nichts bekannt.

3.2.2. Korallen-Stromatoporen-Bioherm (kr II)

Typisches Riff mit einer Vielzahl von angebohrten Riffbildnern in Lebensstellung von etwa 2,5 bis 3 m Mächtigkeit. Das Riff läßt sich im Wald an einer Steilstufe entlang etwa 50 m bergauf verfolgen. Zur Straße hin wird es undeutlich; es treten hier große Diparisto-

marien-Stöcke auf. Überlagert wird das Bioherm von grobem Riffschutt, der nach oben hin rasch feinkörnig und sehr dunkel wird. Es entwickeln sich feinkörnige, glaukonitführende Bioarenite von einigen Metern Mächtigkeit, die stellenweise von Grabgängen völlig durchsetzt sind. Diese Kalke vermergeln nach oben hin. In diese Mergel sind festere Horizonte eingelagert (kr III).

3.2.3. Bryozoen-Biostrom (kr III)

Zwei übereinanderliegende Bänke von insgesamt etwa 40 cm Mächtigkeit sind durch eine dünne Mergella- ge getrennt. Sie enthalten neben grobem Stromatoporen- und Korallenschutt (Trümmer bis 15 cm Ø) viele ästige und knollige Bryozoenkolonien (bis 5 cm Ø), die bis 30 % des gesamten Gesteins ausmachen können. Daneben sind Barroisia und andere Pharetronen, Auster, Orbitolinen, Echinidenstacheln, Serpuliden, Panzerfragmente von Crustaceen und viele Brachiopoden (*Cycolothyris*) recht häufig. Diese Organismen sind an der scharfen Grenze der Bänke gegen den Mergel schön herausgewittert. Im Mikroskop fallen in der mikritischen Matrix viel Quarz, Glaukonit und Milioliden auf. Nicht nur die Korallen weisen Spuren eines Transportes auf, sondern es gibt auch eine Reihe von Intraklasten, die aus mikritischen Flachwasserkalken bestehen und Dasycladaceen enthalten. Kleinere Gesteinsfragmente sind kalkig gebundene Quarzsandsteine. Auch die Orbitolinen sind stark korrodiert. Alle anderen Organismen, obwohl z. T. sehr zerbrechlich, scheinen jedoch nicht umgelagert zu sein.

Ich deute diesen Horizont als Bryozoen-Biostrom des etwas tieferen Wassers (keine Flachwasseranzeiger!), das sich auf einem Hartgrund entwickelt hat, der aus dem Riffschutt eines nahen Bioherms besteht. Der Horizont ist ebenfalls stark verwührt; die Grabgänge weisen einen höheren Glaukonitgehalt auf als das umgebende Gestein.

Festzuhalten sind auf jeden Fall die Schichtfolge im obersten Teil des Schrattenskalkes, nur wenige Meter unter den Grünsandsteinen, die sich weder mit vergleichbaren Profilabschnitten am Beginn der Lochbachstraße, noch mit denen an der Lochbachalpe vergleichen lassen.

3.3. Lochbachalpe (LA)

(Abb. 3)

Es handelt sich um einem durch Sprengarbeiten erzeugten, etwa 180 m langen Aufschluß an der Lochbachstraße. Der Beginn des Profils (Profil m0) ist dort, wo unmittelbar an der Straße die letzte Schrattenskalkbank aus der Wiese herauschaut, gut 10 m westlich eines Viehrostes, kurz nachdem man die Almwiesen der Lochbachalpe, von Tiefenbach her kommend, erreicht hat. Die Überlagerung durch die Grünsandsteine ist nicht direkt aufgeschlossen, doch liegen bereits unmittelbar westlich des Profilbeginns nur noch Grünsandsteinbrocken in der Wiese.

Anstehend findet sich die mittlere Kreide etwa 40 m weiter am Südufer des Lochbaches. Nach 130 m Länge ist der Aufschluß durch Störungen mit unbekanntem Sprungbetrag so unübersichtlich geworden, teilweise auch mit Sinter überkrustet, daß auf eine Aufnahme der restlichen 50 m verzichtet wurde. Sie bestehen aber, ebenso wie der anschließende Teil des Profils, aus Requienien führenden Kalken. Die untere Hälfte des Profils besteht im wesentlichen aus Bioruditen und Biolithiten (mikritische Kalke), während die obere Hälfte sich

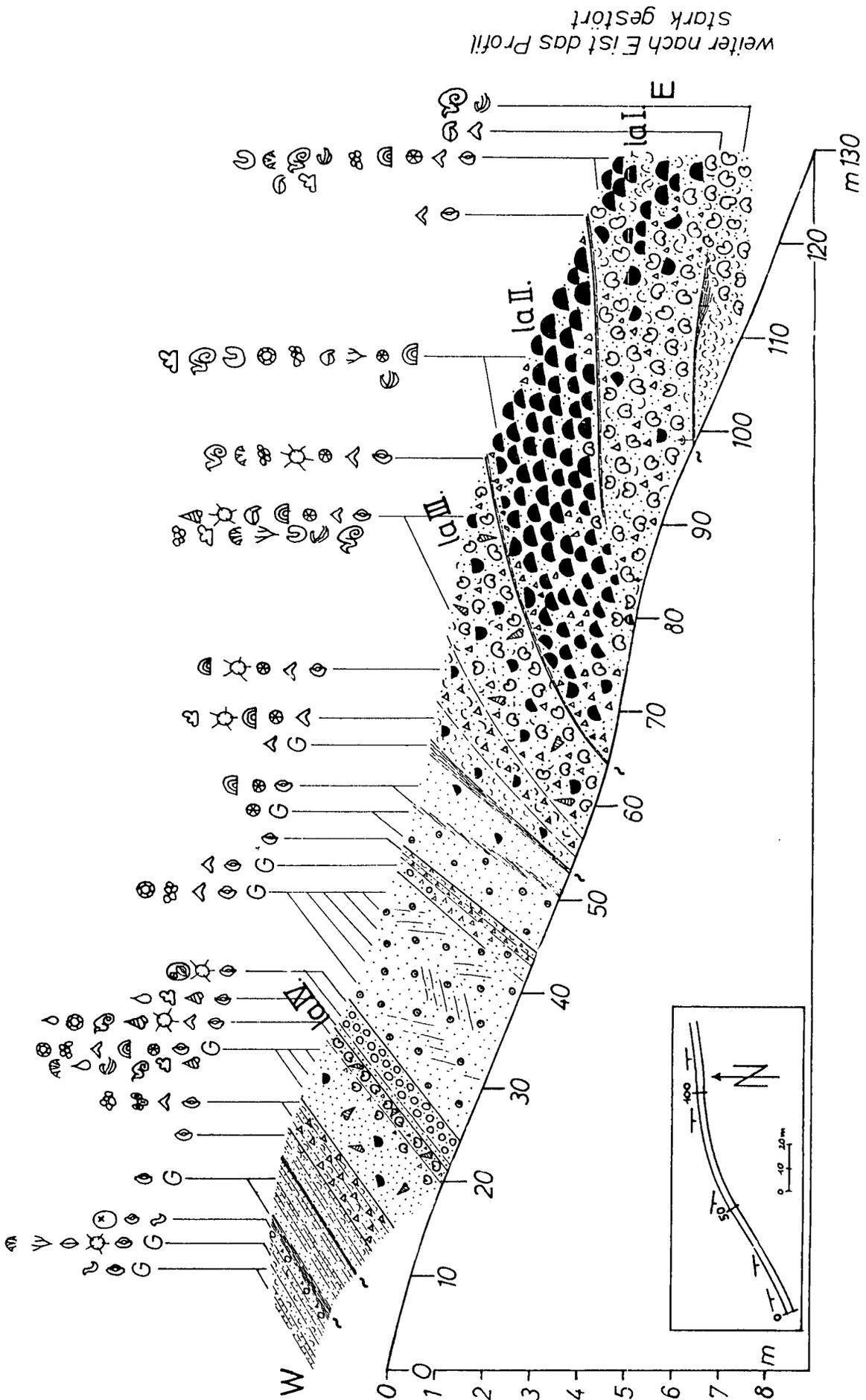


Abb. 3: Straßenprofil an der Lochbachstraße, ca. 600 m östlich der Lochbachhalbe. Beginn des Profils (m 0) bei R.92260, H.55125 (TK 25: Blatt 8527 Oberstdorf). Die Darstellung entspricht der Projektion der Aufschlußwand in eine Ebene, die parallel zur Straße verläuft aber senkrecht auf den Schichtflächen steht. Wenn man die 5-fache Überhöhung berücksichtigt, lassen sich daher die wahren Mächtigkeiten ablesen. Legende wie auf Abb. 1.

vorwiegend aus arenitischen Kalken (z. T. sparitisch) aufbaut.

3.3.1. Requienien-Biostrom, mit beginnendem Riffwachstum (1a I)

Grober, schlecht sortierter, mikritischer Schuttkalk mit vielen Kleinforaminiferen, *Reophax*, wenigen Milioliden und Orbitolinen, Gastropoden und vielen Requienien, vor allem der dickschaligen *Matheronia* (Taf. III/21). Außerdem enthält der Horizont eine große Zahl von Bioklasten (Korallen- und Stromatoporenfragmente, Requienenschill, Thalli von *Marinella*). Viele Komponenten sind von *Bacinella/Lithocodium* überkrustet. Im W ist dieser Horizont durch eine rötliche, bis 30 cm mächtige Orbitolinlage zweigeteilt, die neben großen Mengen von *Parorbitolina lenticularis* (BLUMENBACH), *Pseudochoffatella* und *Gymnocodium* (Taf. I/5) auch Requienien-, Austern- und Korallenfragmente enthält. Bei Profil m116 wird sie un deutlich. Weiter im E gibt es nur noch einen durchgehenden Requienienhorizont von insgesamt mindestens 4 m Mächtigkeit, dessen Liegendes stark gestört ist. Im obersten Teil dieses Horizontes erscheinen hier zwischen den Rudistenschalen und Bruchstücken von Riffbildnern plötzlich einige Zentimeter große, vollständige Chaetetidenstöcke (*Chaetopsis favrei*, (DENINGER) Taf. II/15). Vielfach sind diese eindeutig in Lebensstellung auf Schalentrümmern aufgewachsen. Gleichzeitig treten *Iteria utriculus*, GEMMELARO (Taf. III/16) und porate Brachiopodenschalen auf. Nach oben hin werden die Chaetitiden rasch größer und beginnen sich zu einem biogenen Gerüst zusammenzuschließen.

Zu den Chaetitiden gesellen sich noch größere Stöcke von *Promillepora*. In den Zwickeln zwischen den Stöcken finden sich zahlreiche Serpuliden und Rhynchonellen (*Cyclothyris latissima* (SOWERBY)). Nach oben wird dieser Horizont von einer subrezentem Erosionsfläche abgeschnitten, auf der sich noch einige Meter weit zahlreiche Anschnitte von Chaetitiden, Stromatoporen und Korallen verfolgen lassen. Es läßt sich leider nicht erkennen, ob die Riffbildner zum unmittelbar überlagernden Horizont (Bioherm) überleiten. Nach der Seite geht das beginnende Riff in requienienreiche Schuttkalke über, die denen gleichen, die es unterlagern. Stellenweise wird der Horizont von einer dünnen Orbitolinlage nach oben hin begrenzt.

3.3.2. Korallen-Stromatoporen-Bioherm (1a II)

Der Horizont 1a I wird in seinem westlichen Teil von einem Bioherm überlagert, das über 2 m Mächtigkeit erreicht. Weiter im E ist der Horizont 1a II erosiv entfernt. Dort, wo seine Untergrenze das Niveau der Straße erreicht (Profil m80), fehlt der Orbitolinhorizont im Hangenden von 1a I, und man kann beobachten, wie sich das Bioherm aus dem unterlagernden Requienien-Biostrom entwickelt, indem zunächst kleine Stromatoporen und Iterien zwischen den Requienenschalen erscheinen, die rasch an Größe zunehmen und, nachdem sich einige Korallen dazugesellt haben, schon nach etwa 30 cm ein geschlossenes Gerüst bilden.

Um eine Vorstellung von der Größe und Lage der Riffbildner zueinander zu bekommen, wurde der Felsen benetzt, da in trockenem Zustande wenig zu sehen ist, die Grenzen der Stöcke mit einem Filzschreiber nachgefahren, fotografiert und gezeichnet. Von den Organismen, die nicht im Gelände identifiziert werden konnten, wurden Proben genommen. Da viele jedoch stark rekristallisiert sind, war eine Bestimmung oft unmöglich.



Abb. 4: Beginnendes Riffwachstum im Hangenden des Requienienhorizontes 1a I. Die verschiedenartigen Anschnitte von *Chaetetopsis* und *Promillepora* sind durch das starke Vor- und Zurückspringen der Aufschlußwand bedingt. Profil m 125. der Maßstab entspricht 10 cm. Die eingerahmten Fossilsymbole beziehen sich auf die Analyse von Dünnschliffen aus dem Schutt zwischen den Stöcken. Legende der Fossilsymbole wie auf Abb. 2.

Vielfach konnte selbst die Entscheidung nicht getroffen werden, ob es sich um eine Koralle oder um eine Stromatopore handelt.

Der vorherrschende Riffbildner ist *Spongiomorpha asiatica* YABE et SUGIYAMA. Die oft sehr großen Korallenstöcke gehören den Gattungen *Eugyra*, *Hydnophorarea* (Taf. II/12, 13), *Isastraea* und (?) *Thamnasteria* an. Ein kleiner Stock von *Diparistomaria* und ein größerer von *Promillepora* fand sich einige Meter von der abgebildeten Stelle entfernt.

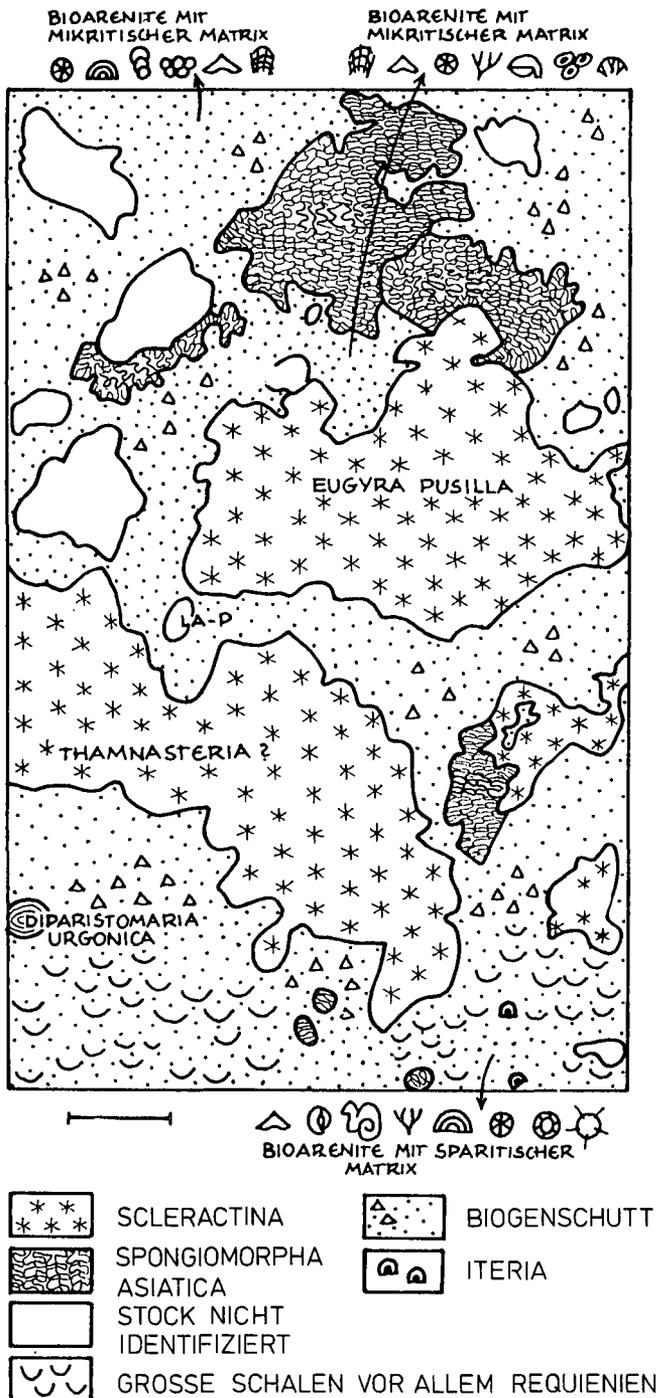


Abb. 5: Basis des Bioherms 1a II bei Profil m 81. Der Maßstab entspricht 10 cm. Die Aufschlußwand steht etwa senkrecht zu den Schichtflächen. Der Rifffkörper ist an dieser Stelle etwa 2,5 bis 3 mal so mächtig, wie der dargestellte Ausschnitt. Die über und unter dem Profil dargestellten Fossilsymbole beziehen sich auf die Analyse von Dünnschliffen aus dem Schutt zwischen den Stöcken. Legende der Fossilsymbole wie auf Abb. 2.

Die Stöcke sind so groß und liegen so dicht, daß man ein sich gegenseitig abstützendes Gerüst aus Riffbildnern annehmen muß, auch wenn manche Stöcke aufgrund des ungünstigen Anschnittes ganz vom Fossil-schutt umgeben zu sein scheinen. Der die Zwickel ausfüllende Schutt ist schlecht sortiert, enthält viele grobe Komponenten (Korallen- und Stromatoporenbruchstücke), porate Brachiopodenschalen, ganze Rhynchonellen (*Cycolothyris latissima* (SOWERBY)) und Algen (*Dasycladaceen*, *Marinella*, *Permocalculus*, Taf. I/4). Milioliden und Orbi-

tolinen sind nicht so häufig. In den obersten 40 cm des Riffes werden die Stöcke rasch kleiner, liegen häufig verkippt oder als Bruchstücke im mikritischen Biorudit. Der Gehalt an Orbitolinen und Milioliden nimmt stark zu, ebenso die Umkrustung größerer Komponenten durch *Bdelloidina* (Taf. I/7) und (?) *Miniacina*, die auch im Riff selbst nicht selten sind, sowie der „Befall“ durch *Bacinella/Lithocodium*. Nach etwa 2,5 m Mächtigkeit wird der Schutt langsam feiner und die Requiendien verschwinden. Kleine Hydrozoen- und Korallenstöcke sind hier noch vereinzelt anzutreffen. Der Horizont schließt bei Profil m53 mit einer einige Zentimeter mächtigen, rötlichen und mergeligen Orbitolinenlage ab, die viel Glaukonit und Quarz führt und praktisch nur aus Orbitolinen besteht.

Zwischen den Horizonten 1a III und 1a IV liegt eine im wesentlichen feinarenitische und oolithische Schichtfolge von sehr hellen, meist orthosparitischen Kalken von 7 bis 8 m Mächtigkeit, in die eine gröbere Schill-Lage mit Rindenkörnern eingeschaltet ist. Die meisten gut gerundeten Komponenten dieser Gesteine sind mikritisiert und nicht identifizierbar. Orbitolinen sind selten und abgerollt, häufig dagegen, vor allem im höheren Teil, die „Spiculae“ von *Acicularia* (Grünalgen). Auffällig ist im Bereich Profil m25 bis m40 das Fehlen der sonst im ganzen Profil mit etwa 30 bis 40° nach S einfallenden, deutlich sichtbaren Bankoberflächen. Dafür treten hier verschiedene andere, undeutliche Flächen auf, die Winkel (>30°) mit den zu fordernden Schichtflächen einschließen, die jedoch von den Werten der Klüfte in der Umgebung verschieden sind. Ich vermute, daß es sich um Schrägschichtungsflächen handelt. Hierzu kommt im tieferen Teil dieser Schichtfolge eine sehr schräg zum Einfallen der Schichten verlaufende Faziesgrenze (Profil m50), bei der es sich mit Sicherheit nicht um eine tektonische Fläche handelt (Erosionsfläche?). Die feinarenitischen Kalke schließen im hangenden (Profil m21–m24) mit einem 80 cm mächtigen Aufarbeitungshorizont ab. Große (1–4 cm, max. 12 cm Ø) „Gerölle“ aus gut sortierten, mikritischen wie sparitischen, feinkörnigen Bioareniten, die den unterlagernden Gesteinen völlig entsprechen, liegen in großer Zahl in schlecht sortierten Biomikriten. Da an der Oberfläche der „Gerölle“ keine Körner abgeschnitten sind, scheinen sie noch in weichem Zustand eingebettet worden zu sein (Schlickgerölle). Dieser Abschnitt des Profils enthält also zahlreiche Hinweise auf unruhige Sedimentationsverhältnisse.

3.3.4. Gastropoden-(Requiendien)-Horizont (1a IV)

Über einer etwa 20 cm mächtigen, feinarenitischen Lage ohne Schlickgerölle, mit unregelmäßig geformten, aussparierten Hohlräumen (*Stromatactis*) zwischen den Komponenten, deren Boden mit Mikrit ausgefüllt ist (*vadoser Siltit*), folgt eine etwa 50 cm mächtige Bank, die zahlreiche Anschnitte großer und dickschaliger Gastropoden (auch einige *Nerineen*) erkennen läßt. Da sich diese schlecht aus dem Gestein lösen lassen, war eine Bestimmung nicht möglich. Daneben kommen auch Requiendien vor. Im mikritischen Zwischenmittel finden sich zahlreiche Milioliden und andere Foraminiferen (u. a. *Sabaudia minuta* (HOFKER)), wenige Orbitolinen, Gastropoden- und Requiendienrümpfer. Lösungsstrukturen (*Stromatactis*) sind hier ebenfalls verbreitet. Darüber folgen 1,6 m eines ungebankten, feinkörnigen und hellen Kalkes mit einzelnen größeren Komponenten (*Nerineen*, trochospirale Gastropoden, Korallenbruch-

stücke und Austern). Die mikritische Grundmasse ist reich an verschiedenen Kleinforaminiferen (Milioliden, Textularien) und Rindenkörnern, besonders häufig aber sind Dasycladaceen (*Salpingoporella hasi* CONRAD, RADOIČIĆ et REY, Taf. I/9) und Gymnocodiaceen (*Permocalcalus*). Im höheren Teil nimmt der Gehalt an Orbitolinen (*Palorbitolina lenticularis* (BLUMENBACH)) deutlich zu. Auch in diesem Horizont sind Stromatactis-Strukturen häufig. In einem Falle (LA 11) ist die Schalensubstanz einer kleinen Nerinee völlig aufgelöst und durch Foraminiferensand ersetzt worden. Die vadose Überprägung erfolgte hier offenbar noch vor der Verfestigung des Sedimentes.

Darüber folgen noch einige Meter dunkler, arenitischer Kalke, die in zunehmendem Maße Glaukonit und Mergellagen enthalten. Hier findet sich ein dünner Aufarbeitungshorizont, der aus meist eckigen, schon vor ihrer Einbettung verfestigten Komponenten besteht (Biogene am Außenrand scharf abgeschnitten, Profil m4). Orbitolinen und Milioliden fehlen, dafür sind im Dünnschliff viele Textularien und Echinodermerreste zu finden.

3.4. Schwarzenberg (SB)

Es handelt sich um Aufschlüsse am Südrand eines Kahlschlages bei etwa 1360 m. Die Gesteine liegen \pm horizontal, da man sich auf dem Scheitel des Schwarzenberg-Gewölbes befindet. Die Grünsandsteine sind hier erosiv entfernt und stehen in der Nähe nirgendwo an. Aus der geologischen Gesamtsituation geht jedoch hervor, daß man sich auch hier im höheren Schrattekalk befindet.

3.4.1. Requienien-Biostrom (sb I)

Als Tiefstes sind hier mikritische Kalke mit 2 übereinanderliegenden Anreicherungen von Requienien aufgeschlossen. Trotz einer Mächtigkeit bis zu 2 m lassen sich diese Horizonte lateral nicht weiter verfolgen und gehen bald wieder in requienienfreien Fossilschutt über.

3.4.2. Korallen-Stromatoporen-Bioherme (sb II)

Nach oben zu entwickeln sich an einigen Stellen bis etwa 2,5 m mächtige Bioherme, die völlig den anderen Riffen des Untersuchungsgebietes gleichen. Sie wurden durch systematisches Suchen im Hangenden von Requienien-Horizonten gefunden, beprobt, jedoch wegen ungünstiger Aufschlußverhältnisse nicht näher untersucht. Häufigster Riffbildner ist auch hier offenbar *Spongiomorpha*.

Das Riff wird von weißen, feindetratischen Kalken überlagert, die im tieferen Teil Orbitolinenlagen mit massenhaft *Pseudochoffatella*, *Sabaudia* und Dasycladaceen führen. Darüber folgen einige Meter Riffschutt mit Korallen (verkippt) und Diparistomariestöcken. Das Hangende dieses Horizontes ist abgetragen.

3.5. Untere Gundalpe (UG)

Hier handelt es sich um einen niedrigen Schrattekalkhügel an der Lochbachstraße, der aus einem unübersichtlichen Karrenfeld besteht und wenige Jahre zuvor erst vom Wald befreit wurde. Deshalb waren zur Zeit der Aufnahme die Aufschlußverhältnisse so gut, daß der Bereich genauer kartiert werden konnte. Die Schichten fallen mit etwa 10 bis 20° nach SW ein, da

wir uns hier am Südflügel des Besler-Gewölbes befinden.

3.5.1. Requienien-Biostrome (ug I)

Die tiefsten aufgeschlossenen Gesteine stehen am Ostfuß des Hügels an. Es ist eine Requienienbank, die hier in etwa 2 m Mächtigkeit aufgeschlossen ist. Sie läßt sich, nach einer kleinen Aufschlußlücke, im Wald östlich des Aufschlusses weiterverfolgen; hier sind mehrere Requienienbänke in mikritische Schuttkalke eingelagert. Die höchste Requienienbank besteht aus schlecht sortierten Bioruditen mit sehr dicht liegenden Anschnitten von Requienien (Taf. III/19, 20). Außerdem finden sich Nerineen, Iterien und Austern. Im oberen Teil des Horizontes nehmen Korallen- und Hydrozoenfragmente (*Spongiomorpha*) zu. Die Schalen sind vielfach von *Cayeuxia* (Taf. I/1) bewachsen. Daneben finden sich große Mengen von Milioliden, *Pseudochoffatella*, Dasycladaceen (*Salpingoporella muehlbergii* (LORENZ)), aber nur wenige Orbitolinen. Viele Komponenten sind randlich mikritisiert.

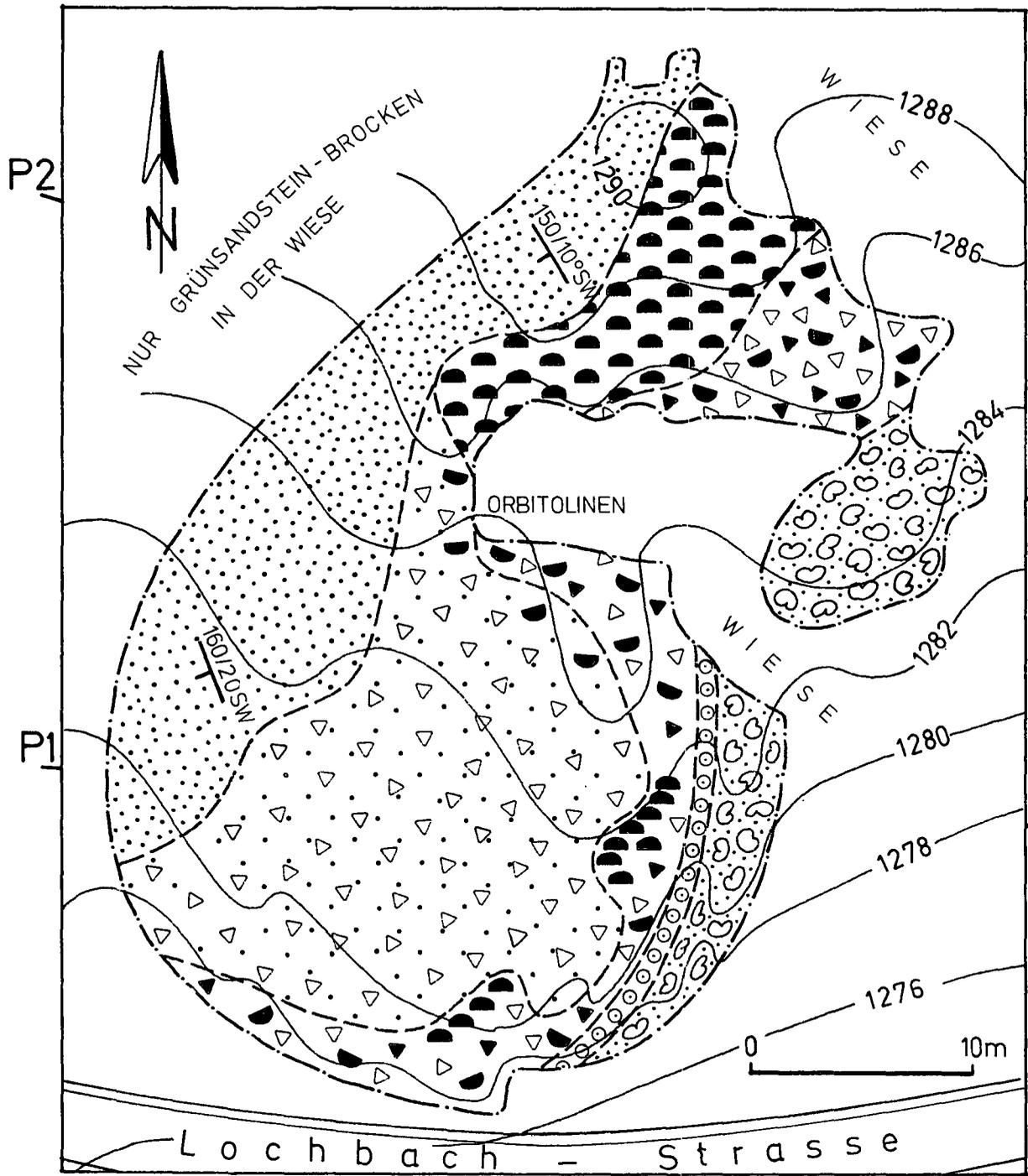
Im S des Aufschlusses wird der Schutt nach oben zu feiner, die Requienien verschwinden; die Rindenkörner nehmen zu. Darüber entwickelt sich ein bis zu 1,20 m mächtiger, mikritischer bis pseudoparitischer Onkoidhorizont. Neben den bis zu 2 cm großen Onkoiden finden sich Rindenkörner, Orbitolinen, viele Milioliden und andere Kleinforaminiferen. Darüber folgen 1 bis 1,5 m feiner, oben gröberer Riffschutt in mikritischer Matrix. Die auffälligsten Komponenten sind hier, neben Korallen- und Stromatoporenbruchstücken, große Diparistomarien- und Chaetitidenstöcke, z. T. in Lebensstellung, und große Mengen von *Barroisia*. Im Schliff findet man viele Bryozoen, Kleingastropoden, Orbitolinen und Kalkalgen (Corallinaceenfragmente, *Cayeuxia*), jedoch nur wenige Kleinforaminiferen.

Diese riffschutführenden Kalke gehen nach oben zu rasch in helle, feindetratische Biosparite über, die in einigen Metern Mächtigkeit erschlossen sind. Da die dahinter folgende Wiese ausschließlich Grünsandsteinbrocken führt, nehme ich an, daß hier der Grünsandstein nicht weit ist. An der Grenze zwischen Riffschutt und sparitischer Bioareniten sind stellenweise 10 bis 20 cm mächtige Coelenteratenanreicherungen festzustellen (mit *Chaetetopsis*, *Promillepora*, ? *Thamnasteria*, *Ethelia alba* PFENDER, Taf. I/2), die ein geschlossenes Gerüst bilden und den Schutt überkrusten. Es handelt sich aber um keinen durchgehenden Horizont; vielfach geht der Riffschutt direkt in die hellen Arenite über. In der Umgebung dieser Grenze sind auch Orbitolinen häufiger, die an einer Stelle zu einem mehr als 20 cm mächtigen Horizont von geringer Ausdehnung angereichert sind.

Die feinarenitischen Kalke sind gut sortierte Biosparite mit Korngrößen von 0,3 bis 1,0 mm. Häufig sind Milioliden und Textularien, viele Komponenten sind pseudodoidisch umkrustet, Orbitolinen fehlen. Stellenweise finden sich Anreicherungen von größerem Fossilschutt. Auch hier sind Anzeichen einer vadosen Überprägung zu finden.

3.5.2. Korallen-Stromatoporen-Bioherm (ug II)

Ganz anders sind die Verhältnisse im Nordteil des Aufschlusses. Hier fehlt der Onkolithhorizont, und das Requienien-Biostrom geht gleich in Requienien-freien Riffschutt über, der mit dem Gestein identisch ist, das im S über dem Onkolith folgt. Zum Hangenden hin wird



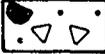
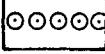
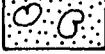
-  Feindetritus mit wenigen verkippten Riffbildern
-  gewachsenes Riff, Riffbildner in Lebensstellung
-  Riffschutt (mit vielen verkippten Riffbildern)
-  Onkoidbank
-  Reagenienbank
-  vados überprägte Ooidsande

Abb. 6: Faziesverteilung im Schramenkalk östlich der Unteren Gundalpe. Die nördlichste Spitze des Aufschlusses liegt bei R.90600, H.54200 (TK 25: Blatt 8527 Oberstdorf).

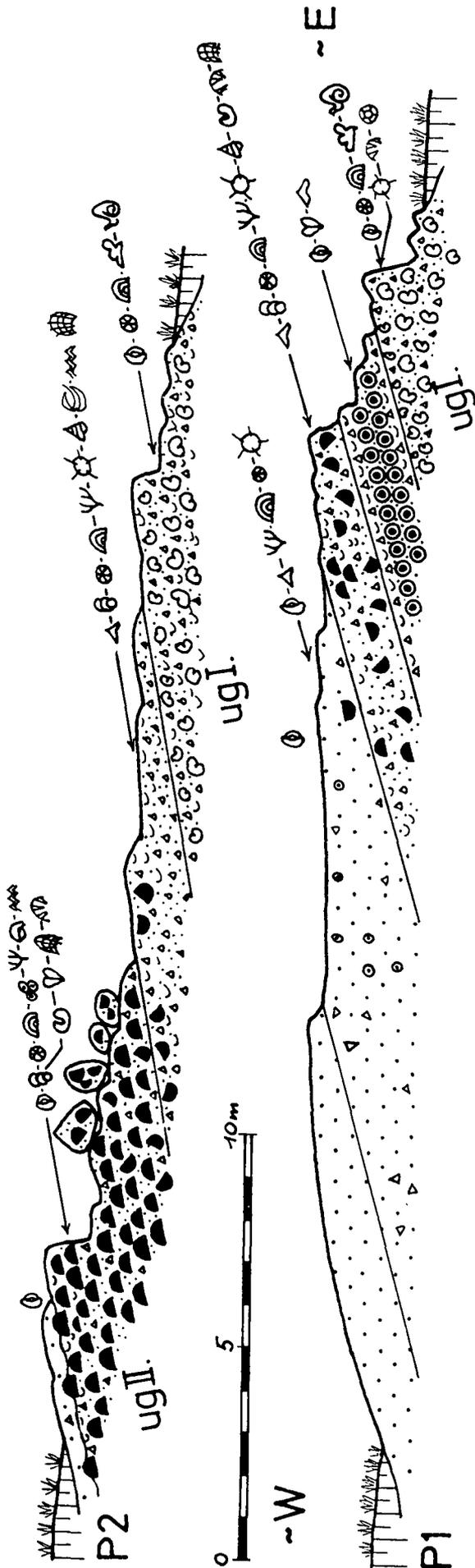
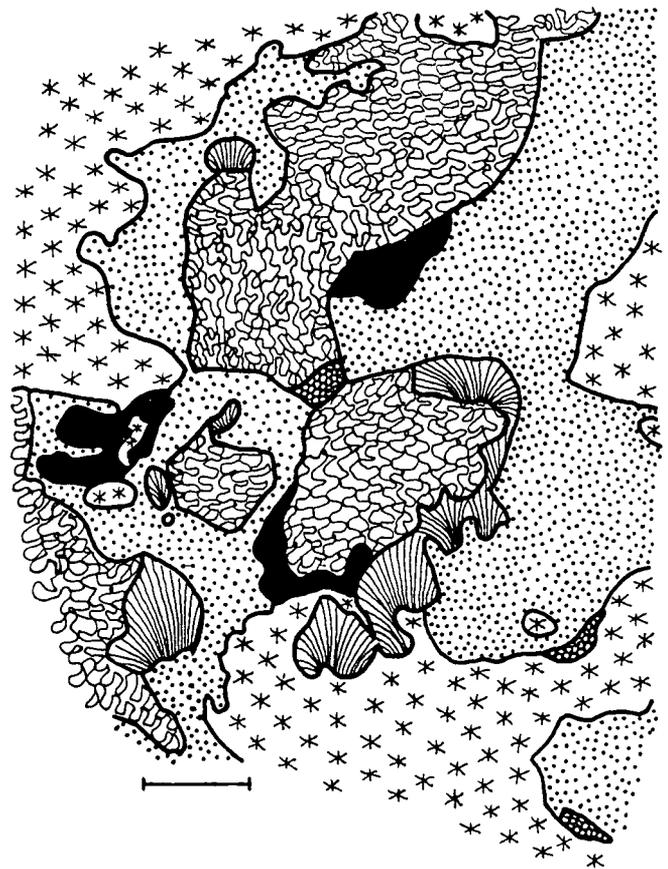


Abb. 7: Zwei Profile durch den Schrottenkalk östlich der Unteren Gundaalpe. Legende wie auf Abb. 2.



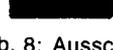
-  RIFF-DETRITUS
-  HYDROZOA
-  SCLERACTINA
-  CHAETETIDAE
-  PHARETRONES
-  OCTOKORALLIA ?

Abb. 8: Ausschnitt aus dem Bioherm ug II. Aufschlußwand etwa senkrecht zu den Schichtflächen. Alle Komponenten sind von Bohrmuscheln stark angebohrt. Der Maßstab entspricht 10 cm.

der Riffschutt gröber und geht nach etwa 1 bis 1,5 m in ein gewachsenes Riff von ca. 3 m Mächtigkeit über. Der Übergang ist leider schlecht aufgeschlossen, das Riff jedoch umso besser. Das Gerüst besteht wieder aus Korallen (besonders *Eugyra*, *Isastraea*, *Hydnophorarea*, ?*Thamnasteria*) und Stromatoporen (*Spongiomorpha*). Daneben spielen Chaetetiden und vielleicht auch Octokorallen (? *Polytremacis*) als Riffbildner eine wichtige Rolle. In fast jedem Schliff lassen sich ferner *Barroisia helvetica* (DE LORIO) (Taf. II/10) und andere Pharetronen, große Krusten von *Ethelia*, *Lithophyllum*, *Cayeuxia*, Serpuliden, Bryozoen und (?) *Miniacina* nachweisen. Alle Stöcke sind sehr stark von Bohrmuscheln befallen.

In den Zwickeln und Höhlungen des Gerüsts finden sich oft massenhaft Brachiopoden (*Cyclothyris latissima* (SOWERBY)), einzelne dickschalige Austern (*Exogyri-nae*) und, recht selten, Dasycladaceen, die in einer teils Riffschutt, teils nur Schwammnadeln und „Sphaeren“ enthaltenden, mikritischen Grundmasse liegen. Abgesehen von seltenen Orbitolinen und einigen Lituoliden

fehlen Foraminiferen weitgehend. Nach oben zu nimmt der Mikritgehalt der Zwickelfüllungen ab. Bereits 50 cm unterhalb der Riffoberkante sind die Hohlräume ganz mit sparitischen Areniten gefüllt, die das Riff überlagern. Die Obergrenze des Bioherms ist sehr uneben, aber scharf. Es handelt sich jedoch um keine Erosionsfläche, sondern um das ursprüngliche Riffdach: Größere Stöcke, die weit in die Arenite hinaufreichen, zeigen eine Zuwachsstreifung, die parallel zur Stockobergrenze verläuft.

Der Bereich, wo das Riff nach S zu auskeilt, ist leider nicht ideal aufgeschlossen. Immerhin ist zu sehen, daß das Riff nicht allmählich in den es vertretenden Riffschutt im Hangenden des Onkolithhorizontes übergeht, sondern abrupt zu Ende ist, ohne daß sich hier eine Störung nachweisen läßt. An der etwa 1,5 m hohen Aufschlußwand an dieser Stelle, senkt sich die Riffoberkante auf nur etwa 1 bis 2 m Entfernung von Brusthöhe bis zum Wiesenniveau herab. Im oberen Teil dieser gegen das generelle Fallen und Streichen der Bänke stark geneigten Fläche ist die Grenze des Riffes zu den feinkörnigen Biospariten recht scharf. Im unteren Teil dagegen ist die Grenze bedeutend unschärfer. Im Grenzgebiet zwischen Riff und Riffschutt finden sich besonders viele Chaetetiden und Pharetronen. Hier beginnen auch die ersten Diparistomariestöcke, die im Riff selbst fehlen. Auch die Sclerospongie *Murania merbeleri* SCHOLZ fand sich hier (SCHOLZ, 1984). Leider ist an dieser Stelle die Basis des Riffchens nicht aufgeschlossen.

Mit ziemlicher Sicherheit handelt es sich hier um einen primären Riffabhang. Ein Herausragen des Bioherms über seine Umgebung ergibt sich aber auch schon aus den Mächtigkeitsverhältnissen: Die Mächtigkeit von der Oberkante des Requeienienhorizontes bis zur Untergrenze der feinkörnigen Biosparite beträgt im N mindestens 4,5 m, im S der Aufschlüsse nur etwas mehr als 2,5 m. Das bedeutet aber, daß es sich um ein echtes Bioherm handelt. Leider ließ sich das an keinem anderen Bioherm des Untersuchungsgebietes nochmals so direkt beobachten. Doch scheinen die Verhältnisse hier nicht anders zu sein.

3.6. Falkenberg (FB) (Abb. 9, 10)

Es handelt sich um den felsigen, karrenzerfressenen Höhenrücken des Falkenberges, wo infolge eines Kahl-schlages unweit des Gipfels das Anstehende recht gut erschlossen ist. Der interessante Teil der Aufschlüsse wurde auskartiert, um einen Überblick über die Faziesverteilung zu erhalten. Die Schichtfolge fällt hier mit etwa 20 bis 30° nach S ein, da wird uns am Südflügel des Falkenberg-Gewölbes befinden, unweit des Scheitels des nordvergenten Luftsattels.

3.6.1. Requeienien-Biostrome (fb I)

Die tiefsten Teile der für uns interessanten Schichtfolge sind noch am steilen Nordabfall des Falkenberges erschlossen. Es handelt sich um eine Folge von bioklastischen Kalken, in die einzelne Requeienienbänke von meist nur geringer Mächtigkeit eingeschaltet sind. Diese lassen sich nicht weit im Streichen verfolgen, was auch mit den relativ schlechten Aufschlußverhältnissen in diesem Abschnitt zusammenhängen dürfte. Der Aufbau und Fossilgehalt ist ähnlich dem von ug I, doch sind die Requeienienbänke von fb I viel ärmer an Riff-

schutt und besonders stark von *Lithocodium/Bacinella* „befallen“.

Etwa auf der Kammlinie des Falkenberges gehen diese Gesteine rasch in helle, gleichkörnige, sparitische Bioarenite über, die eine deutliche, bankparallele, wurstelige Flaserung erkennen lassen. Neben Pseudoiden finden sich große Mengen von Millioliden und anderen Kleinforaminiferen. Wie bei den ähnlich aussehenden Horizonten an der Lochbachalpe und Unteren Gundalpe finden sich auch hier Spuren einer vadosen Überprägung, allerdings nicht so deutlich wie dort. Die Bankmächtigkeit schwankt zwischen etwa 1 bis 2 m.

3.6.2. Requeienien-Biostrom (fb II)

Über den sparitischen Bioareniten folgt eine neuerliche Requeienienbank. Die Grenze zwischen beiden ist leider schlecht aufgeschlossen, so daß über deren Natur nichts ausgesagt werden kann. Sie besteht aus dicht liegenden Requeienien, vereinzelt Matheronien, mit viel grobem Riffschutt. Außerdem fanden sich hier Orbitolinen, Gymnocodiaceen und Dasycladaceen, aber auch Iterien. Der „Befall“ von *Bacinella/Lithocodium* ist hier wieder schwächer. Der Horizont erreicht 3 bis 4 m Mächtigkeit.

3.6.3. Korallen-Stromatoporen-Bioherm (fb III)

Aus dem Requeienien-Biostrom entwickelt sich ein bis etwa 3,5 m mächtiges Riff. Die Untergrenze ist ähnlich wie die des Riffes 1a II entwickelt. Am Aufbau des Biostromes sind auffällig häufig Sclerospongien beteiligt. Nach oben geht das Riff allmählich in Riffschutt über, der mindestens 3 m Mächtigkeit erreicht. Nach E zu keilt das Riff rasch aus. Die Verhältnisse sind zwar hier nicht so eindeutig wie am Bioherm ug II, doch scheint auch hier ein Riffhang entwickelt zu sein. Jenseits davon geht die Requeienienbank direkt in den Riffschutt über. Hier finden sich höchstens Stöcke von *Diparistomaria urgonica* TURNSEK et MASSE (Taf. II/11), die z. T. sehr groß werden können, oder es entwickeln sich linsige kleine Korallen-Chaetetiden-Biostrome von selten mehr als 30 cm Mächtigkeit.

Der Riffschutt wird nach oben zu sehr feinkörnig, und es entsteht ein neuerlicher, sehr heller, sparitischer Bioarenit, der aber, im Gegensatz zum „unteren hellen Biosparit“ nicht so deutlich geflasert ist und neben Kleinforaminiferen und Pseudoiden auch etwas größeren Fossil-schutt enthält (Bryozoen, Dasycladaceen, Korallen).

3.6.4. Requeienien-Biostrom, mit beginnendem Riffwachstum (fb IV)

Weiter unten, am Südhang des Falkenberges, bei 1272 m, werden diese Gesteine wiederum von einer Requeienienbank überlagert, die allerdings stark verkrustet und schlecht aufgeschlossen ist.

Innerhalb der dicht liegenden Requeienien-schalen finden sich immer wieder Gerüstbildungen von Korallen und Stromatoporen, ähnlich wie bereits beschrieben. Der Horizont wird einige Meter mächtig und direkt von Grünsandsteinen der mittleren Kreide überlagert. In allen Kalken zwischen fb II und fb IV findet sich Grünsandstein-gefüllter Paläokarst (vgl. Kap. 3.7.1.)

3.7. Rohrmoos (RO)

Auch dieses Bioherm wurde durch gezieltes Suchen im Hangenden von Requeienien-Biostromen gefunden. Es befindet sich am Fuße der Steilwände im NW von

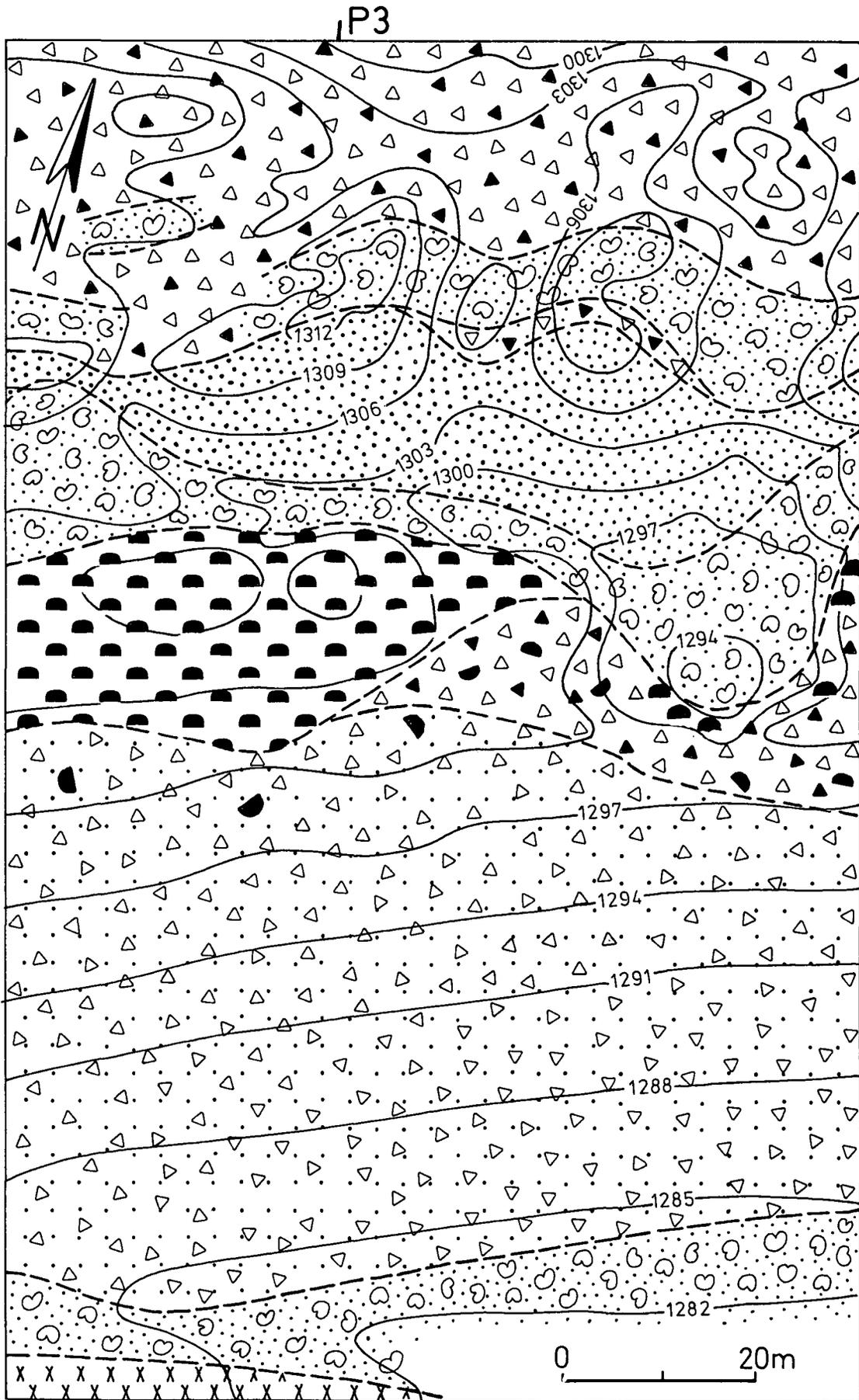


Abb. 9: Faziesverteilung im Schraffenkalk östlich des Falkenberg-Gipfels. Die östlichsten Ausläufer des Bioherms liegen bei R.92500, H.54800 (TK 25: Blatt 8527 Oberstdorf). Legende wie auf Abb. 6.

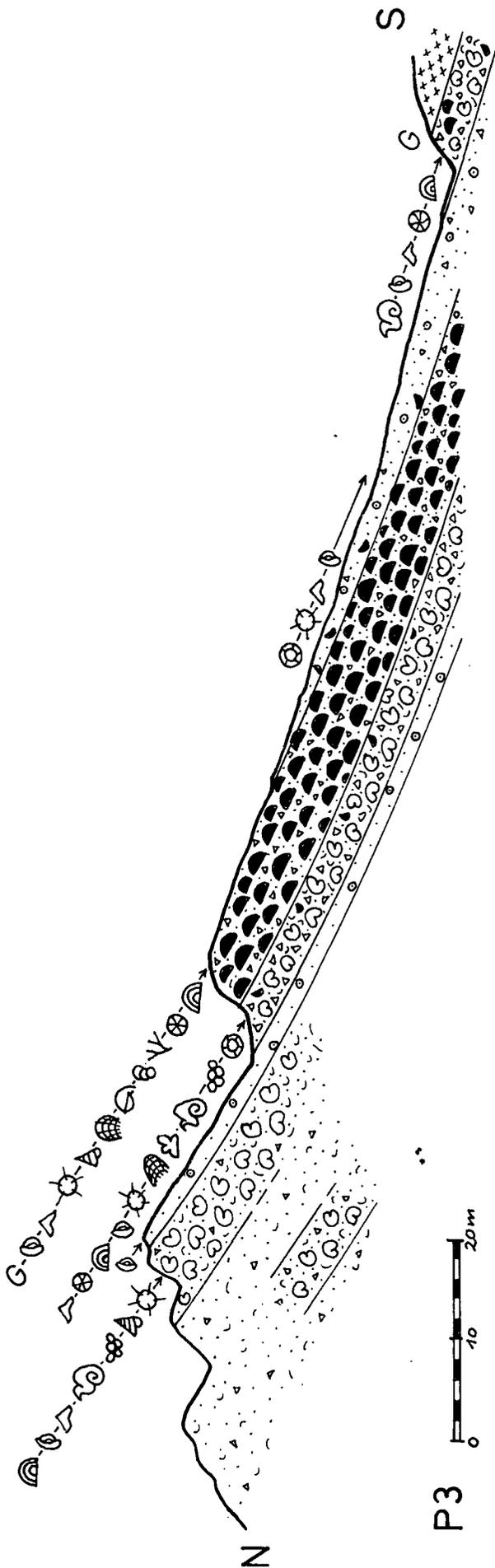


Abb. 10: Profil durch den Schratzenkalk östlich des Falkenberg-Gipfels. Legende wie auf Abb. 2.

Rohrmoos, die dem fast senkrecht einschließenden Südflügel des Geißberg-Gewölbes entsprechen.

3.7.1. Requierien-Biostrome (ro I)

Als Tiefstes sind hier wieder feinkörnige bis grobe, bioklastische Kalke mit einer Reihe von eingelagerten Requierienbänken aufgeschlossen. Sie führen teilweise erhebliche Mengen von Riffschutt. An manchen Stellen enthalten diese Kalke unregelmäßig begrenzte Körper aus glaukonitführenden Quarzsandsteinen, die bis zu 1 m Durchmesser erreichen und vielfach mit dicken, gelblichen Kalzit-Tapeten vom umgebenden Schratzenkalk getrennt sind. Sie haben das Aussehen von Kluffüllungen, umgeben aber den oberen Teil der Sandsteinkörper schalenförmig mit senkrecht zu deren Oberfläche orientierten Kalzitkristallen. An drei Stellen wurden auch gangförmige Vorkommen von Grünsandsteinen im Schratzenkalk festgestellt. Es handelt sich um 3 bis 12 cm breite, Grünsandstein-gefüllte Spalten, die sich auf den Bankoberseiten über viele Meter Länge verfolgen lassen und während ihrer ganzen Längserstreckung eine gleichbleibende Dicke aufweisen. Kalzitapeten fehlen hier. Sie sind vermutlich tektonischer Entstehung, da alle in derselben Richtung streichen und fallen (60/80 S). Die Kalke waren zur Zeit der Bildung der Spalten und Höhlen bereits stark diagenetisch verfestigt. Die tektonischen Bewegungen müßten also nach dem Apt, aber noch vor der Verfestigung der Grünsandsteine des Alb (?) erfolgt sein.

3.7.2. Korallen-Stromatoporen-Bioherm (ro II)

Aus dem höchsten Requierien-Biostrom entwickelt sich ein Riff von etwa 2,5 m aufgeschlossener Mächtigkeit. Dominierend ist hier wieder, wie in allen anderen untersuchten Biohermen *Spongiomorpha* neben einer Fülle von verschiedenen Korallen. Die Struktur des Riffes gleicht, was Größe und Dichte der Riffbildner anlangt, ebenfalls dem bereits besprochenen. Das Hangende ist nicht aufgeschlossen, doch besteht der Hangschutt einige Meter weiter im Wald nur noch aus Grünsandsteinbrocken. Eine direkte Überlagerung der Riffkalke durch Grünsandsteine, die zudem kaum 50 m weiter im W anstehen, ist hier also wahrscheinlich.

3.8. Gottesackerplatt (IF)

Es handelt sich um schlechte Aufschlüsse am Weg von Ifen zur Gottesackerscharte. Man befindet sich hier nahe der tiefsten Stelle einer flachen Synklijalstruktur (Löwental-Kürental-Synkline) innerhalb des Gottesacker-Antiklinoriums. Hier tritt eine Reihe von Grünsandstein-Erosionsresten auf, die eine Lage der Fundstelle wiederum in den hangendsten Bereichen des Schratzenkalkes bezeugen. Aufgrund der schlechten Aufschlußbedingungen war es jedoch nicht möglich, ein Profil aufzunehmen.

3.8.1. Korallen-Stromatoporen-Bioherm (?) (if I)

Auf einigen Zehnermetern des Weges findet man auf einer bankparallelen Erosionsfläche dicht liegende, vielfach angebohrte Korallen- und Stromatoporenstöcke. Da man aufgrund der Aufschlußverhältnisse die Mächtigkeit dieser Anreicherung von Riffbildnern nicht ermitteln kann, stelle ich diese Fundstelle nur mit Vorbehalt zu den Biohermen. Einige Stöcke von *Diparistomaria* sprechen zudem eher für den Randbereich eines Riffes. Es ist aber, zusammen mit den Korallenfundstellen des Kürentales, die südlichste Anreicherung von Riffbild-

4.2. Rekonstruktion des Ablagerungsraumes

4.2.1. Orbitolinen-Horizonte

Orbitolinenlagen von 1 bis 50 cm Mächtigkeit, die zu einem großen Teil oder völlig aus Orbitolinen bestehen, treten in allen Profilen durch den obersten Schrattenkalk auf. Es sind immer mikritische Horizonte, die mit abnehmender Dicke eine deutliche Zunahme des Mergel-, Glaukonit- und Quarzgehaltes erkennen lassen. Durch die Verwitterung des Glaukonits bedingt, haben vor allem die dünnen Orbitolinenlagen eine rostige Farbe (vgl. LIENERT, 1965). Neben *Palorbitolina lenticularis* (BLUMENBACH) und weiteren Orbitoliniden sind hier auch andere Foraminiferen (*Reophax*, sp., *Pseudochoffatella* sp., *Sabaudia minuta* (HOFKER), Milioliden), Algen (*Salpingoporella muehlbergii* (LORENZ), *Boueinia* sp., *Gymnocodium* sp.) und Fragmente von Riffbildnern und Requienien verbreitet.

Gut erhaltene Orbitolinen sind im Untersuchungsgebiet auf mikritische Sedimente beschränkt. In den gut ausgewaschenen Areniten des Südhelvetikums sind sie dagegen fast immer zerbrochen oder abgerollt. Es ist also wahrscheinlich, daß sie vor allem in Stillwasserbereichen gelebt haben. Das häufige Vorkommen von Grünalgen in orbitolinenreichen Sedimenten, die reine Orbitolinen-Horizonte über- oder unterlagern, zeigt, daß diese Tiere offenbar flaches Wasser bevorzugt haben (RAT, 1960). Die reinen Orbitolinenlagen weisen jedoch durch das teilweise oder völlige Fehlen anderer Organismenreste auf besondere Lebensumstände hin, denen offenbar nur die Orbitolinen gewachsen waren. Der Quarzreichtum, Mergelgehalt und die Verbreitung von Glaukonit bezeugen zudem eine „Hungersedimentation“ bezüglich des karbonatischen Detritus. Die Tatsache, daß Orbitolinen-Horizonte Biostrome nach oben hin abschneiden können, über denen sich dann sofort dieselbe Fazies wieder fortsetzt, muß dahingehend interpretiert werden, daß es sich um kurzfristige Perioden verminderter biologischer Aktivität innerhalb des gleichen, unveränderten Faziesraumes handelte. Als Ursachen kommen eine verminderte Wasserzirkulation, eine Trübung des Wassers durch terrigene Einschwemmungen oder Schwankungen des Salzgehaltes in Frage. Obwohl es für alle drei Möglichkeiten keine sicheren Anhaltspunkte gibt, halte ich doch die erste Annahme für die wahrscheinlichste.

4.2.2. Gastropoden-Horizonte

Zwei gänzlich verschiedene Typen von Gastropodenanreicherungen konnten im Schrattenkalk festgestellt werden:

- A) Eine etwa 50 cm mächtige Bank im Profil an der Lochbachalpe (1a IV) enthält nur wenige Nerineen, dafür aber zahlreiche Anschnitte großer, und dickschaliger Gastropoden, die sich leider nicht bestimmen ließen (viele Formen besitzen ein versenktes Gewinde), neben den Resten von Requienien und Kleinforaminiferen.

Ein hoher Gehalt an Dasycladaceen (*Salpingoporella muehlbergii* (LORENZ)) zeigt flaches Wasser, die mikritische Matrix geringe Wasserbewegung an. Der Horizont ist in teilweise gut ausgewachsene Arenite eingelagert, die eine deutliche, synsedimentäre vadoso Überprägung erkennen lassen (Stromatactis, vadoser Siltit). Man könnte sich die Bildung dieser Gastropodenlage innerhalb von einem "tidal pool" vorstellen, einem größeren, seichten Becken, das, im Gegensatz zu den es umgebenden Karbonat-sandflächen, bei Ebbe nicht trocken fiel.

- B) Am Roßkopf (Grünten) sind die hangendsten Meter des Schrattenkalkes, der hier aus groben, gut ausgewaschenen Areniten oder Ruditen besteht, reich an Nerineen. Einige dünne Lagen bestehen praktisch nur aus den vollständigen Gehäusen der Arten *Nerinea* sp., *Nerinea byzacenica* PERVINQUIÈRE und *Ileria utriculus* GEMMELARO. Der hohe Gehalt an Dasycladaceen spricht für ganz flaches Wasser, der Auswaschungsgrad für große Strömungsgeschwindigkeiten. Es scheint sich hier offenbar um Ablagerungen der Brandungszone zu handeln, in der die Nerineen ehemals ideale Lebensbedingungen vorgefunden haben.

4.2.3. Requienien-Biostrome

Requieniden sind die charakteristischen Megafossilien des Schrattenkalkes. Vereinzelt finden sich deren Schalen in verschiedenen Niveaus, zu Biostromen angereichert jedoch nur in seinem oberen Teil. Hier bilden sie bis einige Meter mächtige Horizonte, die vor allem von *?Requienia* aff. *renewieri* PAQUIÈRE, *Matheronia virginiae* (GRAS), vereinzelt auch *Requienia ammonia* (GOLDFUSS) aufgebaut werden. Viele Individuen sind hier noch mit dem Deckel verschlossen, also bestimmt nicht weit transportiert worden. Zudem ist eine bestimmte Orientierung der Schalen im Gelände auffällig oft zu beobachten: Der Schalenrand steht senkrecht, das eingedrehte Ende zeigt nach unten (Taf. III/19, 20). Da freigelegte Exemplare in dieser Stellung nicht freiwillig liegen bleiben, ist eine derartige Orientierung wohl nicht durch Einregelung zu erklären, sondern entspricht der Lebensstellung. Hinweise darauf, daß die linke Klappe festgewachsen war, was viele Autoren behaupten (DOUVILLÉ, 1935), habe ich nicht finden können. Es scheint vielmehr, daß die Requienien hervorragend an das Leben auf Sandböden angepaßt waren, die sie als erste größere Organismen zu besiedeln vermochten, ähnlich wie viele andere Rudisten auch (vgl. PHILIP, 1972). Sie haben ihre Lage vermutlich dadurch stabilisiert, daß der gedrehte Teil der Klappe korkenzieherartig im Sande steckte. Dadurch verfestigten sie ursprünglich weiche Böden (sekundärer Hartgrund) und boten eine ausreichend feste Unterlage für Korallen, Stromatoporen und Chaetetiden, die sich auch regelmäßig innerhalb der Biostrome finden. Diese lassen sich niemals über größere Strecken hin verfolgen und gehen, bei gleichbleibender Bankmächtigkeit, allmählich in requienienfreie Gesteine unterschiedlicher Körnung über. Wir haben es hier also mit Strukturen zu tun, die sich zur Zeit ihrer Bildung nicht wesentlich über den Meeresboden erhoben haben.

Diese Biostrome wurden ausnahmslos in wenig bewegtem Wasser gebildet. Ihre Matrix ist immer mikritisch, also schlecht ausgewaschen; gut ausgewaschene Karbonatsande sind im Allgäuer Schrattenkalk immer frei von Requienien (vgl. WILSON, 1975). Der hohe Gehalt an Schalenrümmern in den Biostromen geht mit Sicherheit weniger auf die Wirkung von Wellen, als vielmehr auf die zerstörende Tätigkeit bohrender Organismen zurück. Ein großer Teil der Komponenten ist randlich mikritisiert; hier findet sich auch das Problematikum *Bacinella* bzw. *Lithocodium*, zwei Strukturen, die offensichtlich vom selben Organismus gebildet worden sind, der nach meinen Untersuchungen ein wichtiger Kornzerstörer war.

Obwohl es sich also um Stillwasserbereiche handelte, war das Wasser an diesen Stellen doch unbedingt

seicht, da die Requiendien regelmäßig zusammen mit Dasycladaceen gefunden werden.

WILSON (1975, zitiert COOGAN, 1972; PERKINS, 1971) gibt denn auch für Requiendien (*Requienia*, *Toucasia*) sehr flaches Wasser (backreef, tidal pools, lagoonal to intertidal environments) als Lebensraum an. Obwohl Requiendien demnach erhöhte Salinität und Wassertemperatur offenbar aushalten können (WILSON, 1975), läßt die marine Begleitfauna im Bereich der Requiendien-Biostrome des Schrattenkalkes keine Zweifel an den „normal“ marinen Verhältnissen aufkommen.

4.2.4. Agriopleuren-Biostrome

An zwei Stellen wurden Bänke entdeckt, die praktisch nur aus den Schalen von *Agriopleura blumenbachi* (STUDER) bestehen. Ihr Auftreten ist offenbar auf den tieferen Teil des Schrattenkalkes (Barrême) beschränkt. Die tütenförmigen Schalen besitzen vielfach noch ihre Deckel und stehen oft noch aufrecht im Gestein. Dabei sind sie zuweilen in Büscheln von mehr als 10 Individuen zusammengewachsen (Taf. III/22). Mir scheint dies eine Möglichkeit der Stabilisierung gewesen zu sein, da ihr eigener Schutt, den die Agriopleuren als Unterlage verwendeten, vermutlich zu locker war, um einzelnen Tieren ein aufrechtes Wachstum zu ermöglichen. Auch die Agriopleuren-Biostrome wurden im Stillwasserbereich gebildet (mikritische Matrix!), doch weist hier das völlige Fehlen von Grünalgen auf vermutlich etwas tieferes Wasser hin. Sie waren aber, wenn die Vermutung richtig ist, daß die Radiolitidae symbiontische Zooxanthellen besaßen (PHILIP, 1972), noch an die durchlichtete Zone gebunden.

4.2.4. Agriopleuren – Biostrome

An zwei Stellen wurden Bänke entdeckt, die praktisch nur aus den Schalen von *Agriopleura blumenbachi* (STUDER) bestehen. Ihr Auftreten ist offenbar auf den tieferen Teil des Schrattenkalkes (Barrême) beschränkt. Die tütenförmigen Schalen besitzen vielfach noch ihre Deckel und stehen oft noch aufrecht im Gestein. Dabei sind sie zuweilen in Büscheln von mehr als 10 Individuen zusammengewachsen (Taf. III/22). Mir scheint dies eine Möglichkeit der Stabilisierung gewesen zu sein, da ihr eigener Schutt, den die Agriopleuren als Unterlage verwendeten, vermutlich zu locker war, um einzelnen Tieren ein aufrechtes Wachstum zu ermöglichen. Auch die Agriopleuren-Biostrome wurden im Stillwasserbereich gebildet (mikritische Matrix!), doch weist hier das völlige Fehlen von Grünalgen auf vermutlich etwas tieferes Wasser hin. Sie waren aber, wenn die Vermutung richtig ist, daß die Radiolitidae symbiontische Zooxanthellen besaßen (PHILIP, 1972), noch an die durchlichtete Zone gebunden.

4.2.5. Korallen-Stromatoporen-Bioherme

Meist entwickeln sich die Bioherme des Untersuchungsgebietes direkt aus unterlagernden Requiendien-Biostromen. Es war möglich, durch systematisches Suchen im Hangenden von Requiendien-Biostromen neue Riffe ausfindig zu machen. Die Untergrenze eines Bioherms ist besonders gut an den Aufschlüssen bei der Lochbachalpe zu beobachten. Hier erscheinen in den obersten Teilen des Biostroms plötzlich Iterien und kleine Stromatoporenstöcke zwischen den Requienschalen. Rasch gesellen sich größere Korallenstöcke dazu und bilden schon nach etwa 30 cm ein geschlossenes Gerüst. Als ausgesprochene „Pionier-Coelente-

raten“ wurden vor allem *Chaetetopsis favrei* (DENINGER), *Promillepora cf. provencensis* TURNŠEK et MASSE, vereinzelt auch *Diparistomaria urgonica* TURNŠEK et MASSE über den Biostromen festgestellt, teilweise auf Requienschalen aufgewachsen. In den Riffen selbst sind die Stöcke so groß und liegen so dicht, daß man ein sich abstützendes Gerüst aus Riffbildnern annehmen muß, auch wenn manche Stöcke aufgrund des ungünstigen Anschnittes ganz von Fossilschutt umgeben zu sein scheinen. Der die Zwickel ausfüllende Schutt ist meist schlecht sortiert, enthält viele grobe Komponenten (Korallen- und Stromatoporenbruchstücke), porate Brachiopodenschalen, ganze Rhynchonelliden (*Cycolothyris latissima* (SOWERBY)) und Algen (*Salpingoporella muehlbergii* (LORENZ), *Marinella lugeoni* PFENDER, *Permocalculus* sp.). Milioliden und Orbitolinen sind nicht häufig. Das Gerüst selbst wird vor allem durch Stromatoporen (*Spongiomorpha asiatica* YABE et SUGIYAMA) und verschiedene Korallenarten (*Polytrema urgonensis* KOBY, *Pentacoenia pulchella* D'ORBIGNY, *Eugyra colteaui* DE FROMENTEL, *Eugyra pusilla* KOBY, *Isastraea cf. explanata* MÜNSTER, *Hydnophorarea cf. styriaca* (MICHELIN), *Thamnasteria* sp. u. a.) gebildet. Daneben spielen auch Kalkschwämme (*Barroisia helvetica* (DE LORIOL), *?Elasmotoma* sp.) und die eigenartige Schwammgruppe der Sclerospongiae (*Murania lefeldi* KAZMIERCZAK, *Murania merbeleri* SCHOLZ) eine wichtige Rolle. Auch verschiedene Algen (*Lithophyllum* sp., *Lithoporella* sp., *Ethelia alba* PFENDER, *Cayeuxia cf. piaei*), Foraminiferen (*?Miniacina* sp., *?Planorbulina* sp., *Bdelloidina* sp.) und Röhrenwürmer (*Spiraserpula* sp., *?Sarcinella* sp.) sind wichtige Gerüstbildner.

In den Aufschlüssen des Falkenberges (FB) und der Unteren Grundalpe (UG) sind die Randbereiche von Biohermen aufgeschlossen. Man kann hier beobachten, daß das Riff nicht allmählich in den es vertretenden Riffschutt seitlich übergeht, sondern recht abrupt zu Ende ist, ohne daß sich hier eine Störung nachweisen ließe. Es handelt sich vielmehr um einen stark geneigten Riffhang, an dem sich beim Bioherm U II sogar eine deutliche Zonierung der Fauna nachweisen läßt: Der Gehalt an Chaetetiden und Pharetronen nimmt zum Rand hin deutlich zu; hier wachsen auch die ersten Diparistomariestöcke, die im Inneren der Riffe gänzlich fehlen. Es läßt sich nachweisen, daß das Riff seine Umgebung um mindestens 2 m überragt hat. Die hier gewonnenen Erkenntnisse können mit Sicherheit auf alle anderen Bioherme des Untersuchungsgebietes übertragen werden.

Wie auch die Biostrome wurden die Riffe in ganz flachem Wasser gebildet. Schon die Größe der Stöcke, ihre Wuchsform (meist knollig) und der Artenreichtum sprechen für ein Seichtwasserbiotop. Hermatypische Korallen, und um solche handelt es sich hier eindeutig, sind ja auf Wassertiefen von 0 bis 50 m beschränkt, da sie symbiontische Zooxanthellen besitzen. Wenn auch sichere Grünalgen seltener sind (die häufige *Cayeuxia* wird neuerdings zu den Blaugrünen Algen gerechnet), so spricht doch auch die reiche Entfaltung der Rotalgen für flaches Wasser. Schließlich ist auch die Koppelung der Bioherme mit den dasycladaceenreichen Biostromen ein Beweis für die geringe Wassertiefe.

Die knollige oder krustige Wuchsform fast aller Coelenteratenstöcke innerhalb der Riffe und die Seltenheit von ästigen Formen ließe auf eine hohe Wellenenergie schließen, denn auch in rezenten Biohermen finden sich krustige und knollige „Ökotypen“ vor allem im Bereich größter Wasserbewegung (äußere Riff-Fläche;

vgl. z. B. WIJSAMAN-BEST, 1974). Doch ist das Sediment in den Hohlräumen fast aller Bioherme des Untersuchungsgebietes lutitisch, was gegen eine hohe Wellenenergie spricht. Es ist allerdings möglich, daß diese Hohlräume ursprünglich leer waren und erst nachträglich, nach Absterben des Riffes, mit Schlamm aufgefüllt worden sind. Es gibt einen Hinweis dafür, daß es tatsächlich so gewesen sein könnte. Im Bioherm ug II sind die Hohlräume der oberen 50 cm mit recht gut ausgewaschenen Areniten verfüllt. Sie überlagern sowohl das Bioherm als auch dessen Umgebung. Zwischen dem Absterben des Riffes und dem Auffüllen der Hohlräume durch Kalksand kann nur kurze Zeit verstrichen sein, da keine Korrosionserscheinungen an den Korallenstöcken der Riffoberfläche nachzuweisen sind. Wie aus den Untersuchungen am Außenrand des Bioherms hervorgeht, wird das Riff und der zu ihm gehörende Schutt in der Umgebung so von den Kalksanden überlagert, daß man annehmen muß, dieses Zuschütten müsse recht rasch erfolgt sein. Bevor dies aber geschah, waren immerhin die oberen 50 cm des Riffes frei von detritischen Sedimenten, die Hohlräume waren leer. Falls das auch für die anderen Bioherme zugetroffen hat, können wir mit einer gewissen Wasserturbulenz z. Z. der Riffbildung rechnen.

Die Bioherme waren an kein bestimmtes stratigraphisches Niveau gebunden, wie der Vergleich der verschiedenen Profile zeigt. Das stratigraphisch tiefste, echte Riff liegt mindestens 20 m unter der Schrattenkalk-Oberkante (LA), das höchste direkt unter den Grünsandsteinen (RO). In zwei Fällen wurde im selben Profil außer einem Riff auch noch beginnendes Riffwachstum in einem anderen Horizont festgestellt.

Man darf also annehmen, daß, wenigstens auf den obersten Teil des Schrattenkalkes, die Walther'sche Faziesregel anwendbar ist, d. h. alle hier in den Profilen übereinanderliegenden Faziestypen müssen z. Z. ihrer Ablagerung auch nebeneinander existiert haben.

So könnten die hellen, gut ausgewaschenen und sortierten Bioarenite, die in 4 Profilen neben Requienien-Biostromen und Riffen festgestellt wurden und eine relativ hohe Wasserbewegung anzeigen, als Wellenbre-

cher für dahinterliegende Stillwasserbereiche mit Requienien-Biostromen gedient haben.

Undeutliche Schrägschichtungen (?), Erosionskanten und Aufarbeitungslagen, zusammen mit den Anzeichen einer synsedimentären vadosen Überprägung gerade dieser Horizonte (Abb. 12) sprechen für ein barrenartiges Auftragen dieser Sedimente z. Z. ihrer Ablagerung in den Gezeitenbereich. In den Zeiten eines verbesserten Wasseraustausches der Stillwasserbereiche mit den südlich anschließenden Teilen der Karbonatplattform konnten sich auf den vorhandenen Hartgründen offenbar kleine Fleckenriffe (patch reefs) von 50, vielleicht 100 m Durchmesser entwickeln.

4.3. Paläogeographie

Schon ZACHER (1973) hat den oberen Schrattenkalk im Allgäu in 3 E-W-streichende Zonen eingeteilt: Im äußersten N ein schmaler Streifen oolithischer (sparitischer) Fazies; im S folgt eine breite Zone, die er als „Bioarenit- und Intrasparitfazies“ bezeichnet. Diese geht nach ZACHER (1973) nach S in einen verhältnismäßig schmalen Streifen „größter Biogenschutt-Produktion“ über.

Dieses Bild muß nach den hier vorliegenden Untersuchungen modifiziert werden. An einen Bereich gut ausgewaschener und oft schlecht sortierter, grober Bioarenite im S (Gottesackergebiet) in dem sich wohl die Wellen des offenen Ozeans brachen, schließt sich eine Zone mit vorwiegend mikritischen Gesteinen an, die größtenteils in schwach oder nicht bewegtem Wasser, abgelagert worden sind. In diesem, z. T. extrem flachen Meeresbereich liegt der eigentliche Ort hoher biogener Produktion, mit zahlreichen Mollusken-Biostromen und Korallen-Stromatoporen-Biohermen. Im N schließt sich ein Streifen neuerlich sparitischer Sedimente an (Oolithsande), die, will man rezente Vergleiche gelten lassen, in Bereichen stark bewegten Wassers entstanden sind (FABRICIUS, 1978). Die ungefähre Zeitgleichheit der Schrattenkalk-Oberkante vorausgesetzt, ist es nicht einfach zu erklären, wie die Zufuhr bewegten Wassers durch eine von Stillwasserbereichen einge-

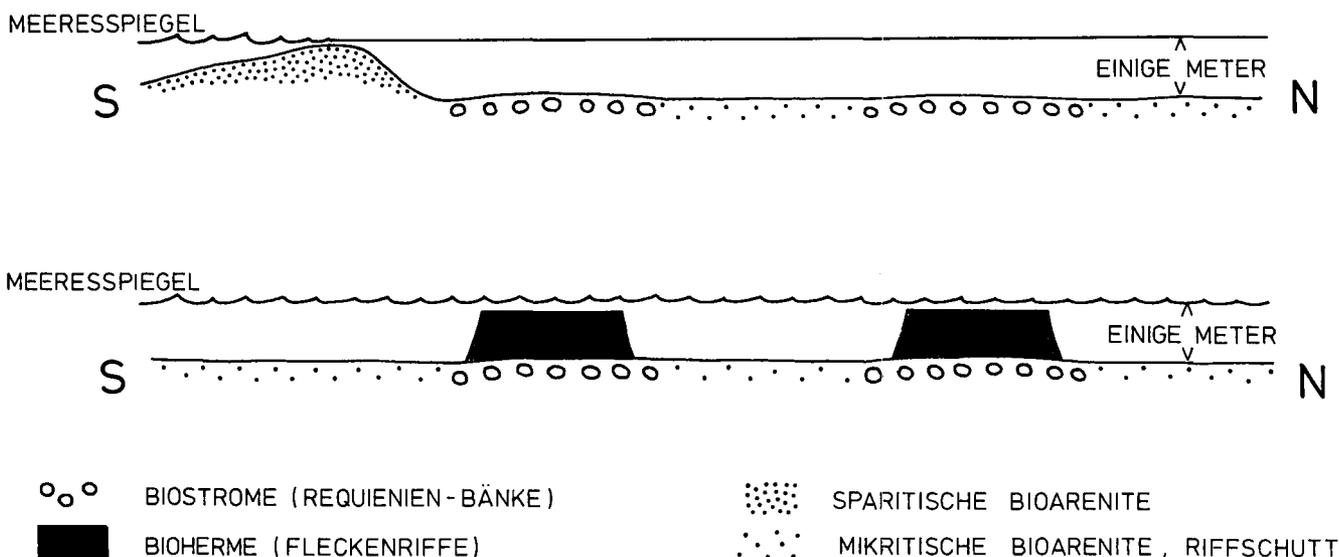


Abb. 12: Rekonstruktionsversuch der Ablagerungsbedingungen im obersten Schrattenkalk; schematisch, ohne Maßstab.
A) Abschnürung von Stillwasserbereichen durch Karbonatsandbarren.
B) Wachstum von Riffen zu Zeiten einer verstärkten Frischwasserzufuhr.

nommene, E–W-streichende Zone hindurch funktioniert haben soll. Man hätte entweder große "tidal channels" anzunehmen, von denen jedoch jede Spur fehlt, oder mit einem Meeresarm zu rechnen, der der Schratzenkalk-Plattform von hinten her Frischwasser zuführen konnte.

Ergebnisse

Im Gegensatz zu früheren Anschauungen gibt es im Allgäuer Schratzenkalk Riffe. Während der Unterkreide beeinflussen sie mit ihrem Detritus die Sedimente dieser Karbonatplattform.

1. Verbreitung

Die Riffe (Bioherme) sind auf eine E–W streichende Zone beschränkt, die vom Kürental (Gottesackerplatt) im S bis zum Schwarzenberg (bei Obermaiselstein) im N reicht. Insgesamt konnten 10 Bioherme nachgewiesen werden, die an den höheren Schratzenkalk (unteres Apt) gebunden sind, hier aber in verschiedenen Niveaus auftreten können.

2. Aufbau

Es handelt sich um Riffkörper, die einen Durchmesser von mindestens 50 m bei einer Mächtigkeit von nur 3,5 m erreichen, sich aber mit recht steilen Flanken über ihre Umgebung erhoben haben. Neben verschiedenen Korallen (*Eugyra*, *Hydnophorarea*, *Isastraea*, *Thamnasteriidae* u. a.) sind vor allem Stromatoporen (*Spongiomorpha*) die wichtigsten Gerüstbildner. Daneben spielen auch Kalkschwämme (Pharetronen), Kalk-Kieselschwämme (Sclerospongien) und Rotalgen (*Lichtophyllum*, *Ethelia*) eine wichtige Rolle. Fast alle Coelenteratenstöcke sind massiv, krustig oder knollig; ästige Formen sind sehr selten. Die Höhlungen des Riffes wurden von Brachiopoden bewohnt.

3. Entstehung

Die Riffe haben immer ein Bivalven-Bioström (Muschelbank) aus Requieriden (Rudisten) als Unterlage. Auch Grünalgen (*Salpingoporella*) und Foraminiferen (Orbitolinen, Milioliden) sind hier verbreitet. Die Requieriden (*Requienia*, *Matheronia*) lebten als Pioniere auf weichen Sandböden und bildeten sekundäre Hartgründe, die dann von Korallen überkrustet werden konnten.

4. Environment

Die Requieriden besiedelten schlammige Stillwasserbereiche, die wahrscheinlich durch ooidische Kalksandbarren, deren Reste vielfach in der Umgebung der Bioströme, in Form vados überprägter, gut ausgewaschener Feinarenite, zu finden sind, von bewegteren, südlich anschließenden Meeresteilen abgetrennt waren. In Zeiten verstärkter, terrestrischer Einschwemmung oder geringerer Wasserzirkulation wurde hier die Karbonatsedimentation fast ganz unterbrochen, und es kam zur Bildung dünner, glaukonitreicher Orbitolinen-Horizonte. In Zeiten verstärkter Frischwasserzufuhr kam es dagegen zur Entstehung von Fleckenriffen.

Literatur

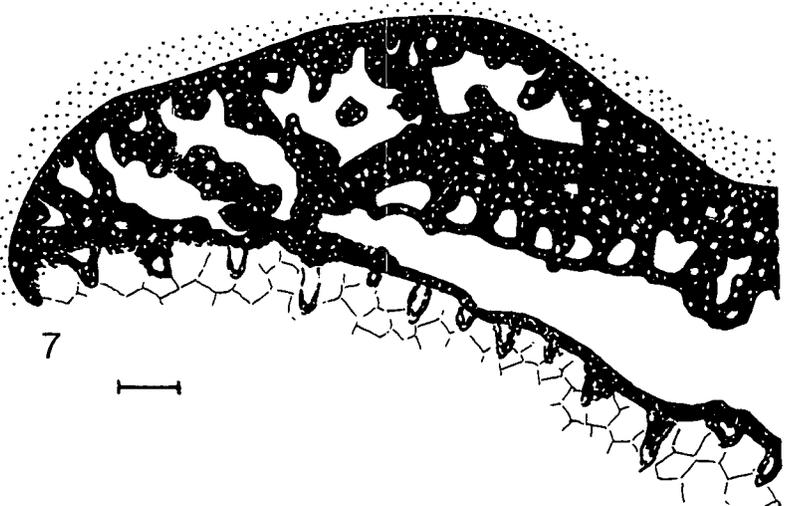
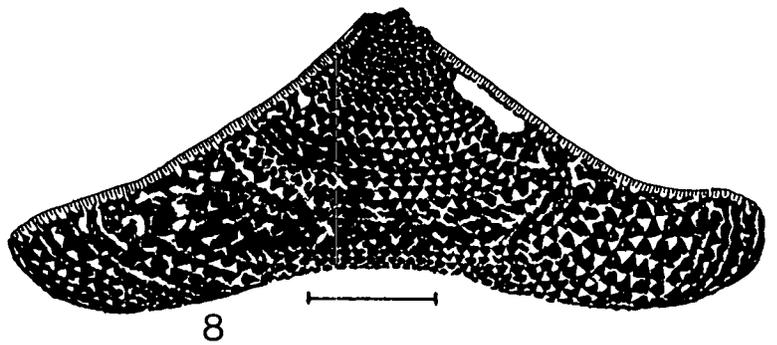
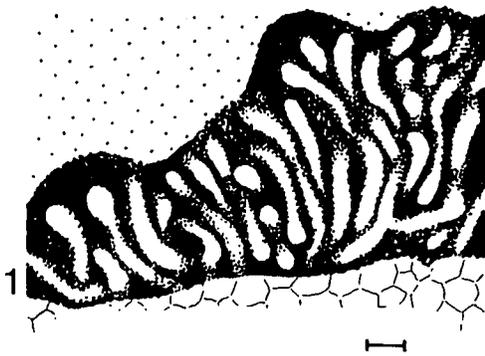
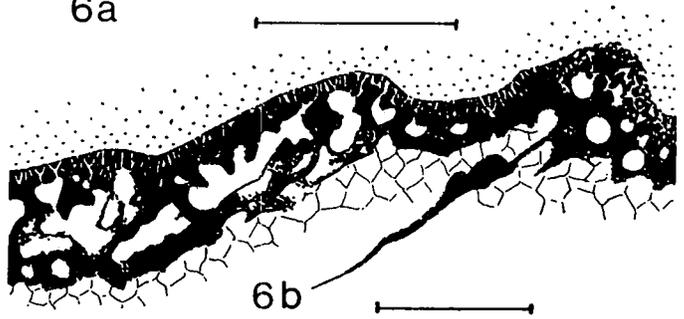
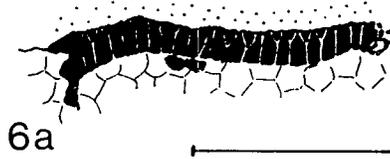
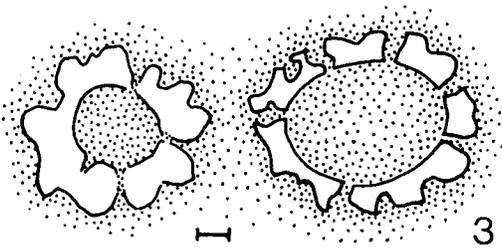
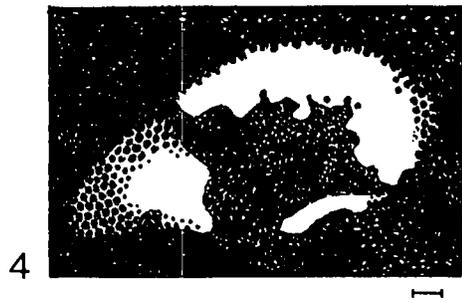
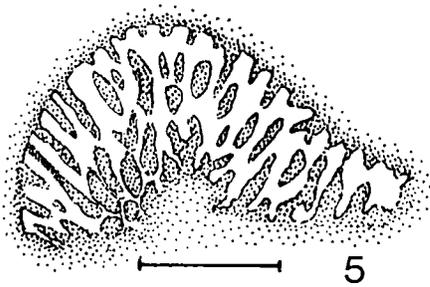
BATHURST, R. G. C.: Carbonates and their diagenesis. – *Dev. Sediment.*, **12**, 1–620, Amsterdam–London–New York (Elsevier) 1971.
 BÖGGILD, O. B.: The shell structure of the mollusk. – *K. Danske Vidensk. Selsk. Skr., Naturv. og mat. Afd.*, **9/2**, 231–326, Taf. 1–15, Kopenhagen 1930.

BRIEGEL, U.: Geologie der östlichen Alviergruppe (Helvetische Decken der Ostschweiz) unter besonderer Berücksichtigung der Drusberg- und Schratzenkalkformation (Unterkreide). – *Ecolage geol. Helv.*, **65/2**, 425–483, Taf. 1–9, Basel 1972.
 CHAROLLAIS, J. & BRÖNNIMANN, P.: Première note sur les Foraminifères du Crétacé inférieur de la région genevoise. – *Arch. Sc. Genève*, **18/3**, 615–624, Taf. 1–3, Genève 1965.
 CONRAD, M. A.: Les calcaires urgoniens dans la région entourant Genève. – *Université de Genève Diss.*, 1–79, Taf. 1–7, Genève 1969.
 DOUVILLÉ, H.: Les rudistes et leur évolution. – *C. R. S. des Séances, Bull. Soc. Géol. France*, **5/9**, 319–358, Taf. 15, Paris 1935.
 ELLIOTT, G. F.: Problematical microfossils from the Cretaceous and Paleocene of the Middle East. – *Palaeontology*, **6/2**, 293–300, London 1962.
 FABRICIUS, F. H.: Origin of Marine Ooids and Grapestones. – *Contributions to Sedimentology*, **7**, 1–113, Taf. 1–18, Stuttgart 1977.
 FLÜGEL, E.: Mikrofazielle Untersuchungsmethoden von Kalken. – *Taf. 1–33*, 1–454, Berlin–Heidelberg–New York (Springer) 1978.
 FREY, E.: Zur Geologie des südöstlichen Neuenburger Jura. – *Beitr. geol. Karte Schweiz, NF*, **55**, 1–98, Taf. 1–3, Basel 1925.
 HEIM, ARN.: Geologie der Schweiz, 2: Die Schweizer Alpen. – *Taf. 1–27*, 3–476, Leipzig (Tauchnitz) 1921.
 HEIM, ARN. & BAUMBERGER, E.: Jura und Unterkreide in den helvetischen Alpen beiderseits des Rheins (Vorarlberg und Ostschweiz). – *Denkschr. Schweizer. Naturforsch. Ges.*, **68/2**, 155–220, Taf. 1–2, Zürich 1933.
 HEIM, ARN. & SEITZ, O.: Die mittlere Kreide in den helvetischen Alpen von Rheintal und Vorarlberg und das Problem der Kondensation. – *Denkschr. Schweizer. Naturforsch. Ges.*, **69/2**, 185–310, Taf. 1–3, Zürich 1934.
 KOPY, F.: Monographie des polypiers crétacés de la Suisse, 1. – *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, **22**, 5–28, Taf. 1–8, Genève 1895.
 KOPY, F.: Monographie des polypiers crétacés de la Suisse, 2, 3. – *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, **23/24**, 29–97, Taf. 1–8/1–6, Genève 1897.
 KÜHN, O. & ANDRUSOV, D.: Rudistenfauna und Kreideentwicklung in den Westkarpaten. – In: *Stratigraphie und Paläogeographie der Rudisten*, 3. N. Jb. *Min. Geol. Paläont.*, **86 B**, Beilageband: 450–480, Taf. 28–30, Stuttgart 1942.
 LEHMANN, U.: Paläontologisches Wörterbuch. – *Taf. 1–3*, 1–439, Stuttgart (Enke) 1977.
 LEMCKE, K.: Zur nachpermischen Geschichte des nördlichen Alpenvorlandes. – *Geologica Bavarica*, **69**, 5–48, München 1973.
 LIEDHOLZ, J.: Geologie der Berge nördlich von Rohrmoos im Allgäu. – *Diss. Freie Univ. Berlin*, 248 S., Berlin 1959.
 LIEDHOLZ, J.: Helvetikum und nördliche Flyschzone im Allgäu westlich der Iller, an der Breitach und im Balderschwanger Tal (Exkursion E am 7. April 1983). – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, **N. N.**, **65**, 61–83, Stuttgart 1983.
 LIENERT, O. G.: Stratigraphie der Drusbergschichten und des Schratzenkalkes am Säntisgebirge unter besonderer Berücksichtigung der Orbitoliniden. – *Diss. ETH Zürich*, 3–141, Zürich 1965.
 MORYCOWA, E.: Hexacorallia des couches de Grodziszczé (Néocomien, Carpathes). – *Acta Palaeont. Pol.*, **9/1**, 3–114, Taf. 1–33, Warszawa 1964.
 MORYCOWA, E.: Hexacorallia et Octocorallia du crétacé inférieur de Raňau (Carpathes orientales roumaines). – *Acta Palaeont. Pol.*, **16/1–2**, 3–149, Taf. 1–40, Warszawa 1971.
 PHILIP, J.: Paléocologie des formations à rudistes du crétacé supérieur – l'exemple du Sud-est de la France. – *Paleogeography, -climatology, -ecology*, **12**, 205–222, Amsterdam 1972.
 RADOIČIĆ, R.: Some problematic microfossils from the Dinarian Cretaceous (in Serbo-Croate). – *Serbia Zavod Geol. i Geobiz. Istaz.*, *Vesnik*, **17**, 87–92, Taf. 1–3, Beograd 1959.
 RAT, P.: Le milieu et le développement des Orbitolines (Foraminifères). – *Bull. Soc. Géol. France*, **7/1**, 188–198, Paris 1960.
 RICHTER, M.: Allgäuer Alpen. – In: *Sammlung geologischer Führer*, **45**, 1–192, Berlin 1966.

- SCHNORF, A.: Diparistomaria, un Actinostromariidae nouveau du Valangien d'Azier (Jura vaudois). – *Eclogae Geol. Helv.*, **53/1,2**, 439–442, Bâle 1960.
- SCHNORF-STEINER, A.: Sur quelques „Chaetetidae“ du Valangien du Kura. – *Eclogae Geol. Helv.*, **56**, 1117–1129, Taf. 1–8, Bâle 1963.
- SCHOLZ, H.: Paläontologie, Aufbau und Verbreitung der Bioherme und Biostrome im Allgäuer Schrattenkalk (Helvetikum, Unterkreide). – Diss. Techn. Univ. München, 1–133, München 1979.
- SCHROEDER, R. & CONRAD, M.: Huitième note sur les Foraminifères du Crétacé inférieur de la région Genevoise. Eoplaorbitolina charollaisi n. gen., n. sp., un Orbitolinidé nouveau du Barrémien à faciès urgonien. – *C. R. S. des Séances, SPHN, NS*, **2/3**, 145–162, Genève 1968.
- THIEULOY, J.-P.: Étude micrographique des „Calcaires à Débris“ Barrémo-Aptiens sur le pourtour méridional du Vercors. – Diplôme, Faculté des Sciences de Grenoble, 40–96, Taf. 1–25, Grenoble 1958.
- TURNŠEK, D. & MASSE, J. P.: The Lower Cretaceous Hydrozoa and Chaetetidae from Provence (South-Eastern France). – *Razprave*, **16/6**, 219–244, Taf. 1–27, Ljubljana 1973.
- TURNŠEK, D. & BUSER, S.: The Lower Cretaceous Corals, Hydrozoans and Chaetetids of Banjška Planota and Irnovski Gozd. Ibid. – *Razprave*, **17/2**, 83–124, Taf. 1–16, Ljubljana 1974.
- WIJSMAN-BEST, M.: Systematics and ecology of New Caledonian Faviinae (Coelenterata, Scleractina). – *Bijdragen Dierk.*, **42/1**, 4–90, Taf. 1–14, Amsterdam 1974.
- WILSON, J. L.: Carbonate Facies in Geologic History. – 1–409, Taf. 1–30, Berlin–Heidelberg–New York (Springer) 1975.
- WRAY, J. L.: Calcareous Algae. – 1–185, Amsterdam–Oxford–New York (Elsevier) 1977.
- ZACHER, W.: Das Helvetikum zwischen Rhein und Iller (Allgäu-Vorarlberg). – *Geotekt. Forsch.*, **44**, 1–74, Taf. 1–4, Stuttgart 1973.
- Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 16. Februar 1984.

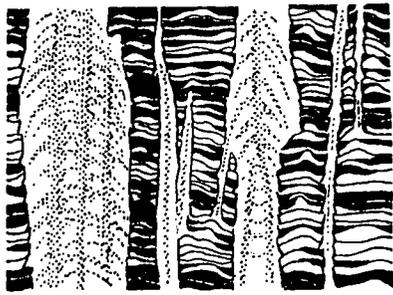
Tafel 1

- Fig 1. *Cayeuxia* cf. *plae* FROLLO, 1938
Querschnitt durch eine Kruste auf einer Requiensschale.
Requiens-Biostrom 1a I, Lochbachalpe (Apt).
Der Maßstab entspricht 0,1 mm
- Fig 2. *Ethelia alba* PFENDER, 1939
Querschnitt durch einen Teil einer mehrere cm langen Kruste.
Korallen-Stromatoporen-Bioherm ug II, Untere Gundalpe (Apt).
Der Maßstab entspricht 0,1 mm
- Fig 3. *Salpingoporella hasi* CONRAD, RADOIČIĆ et REY, 1976
Querschnitt durch die Kalkhülle der Stammzeile.
Gastropoden-(Requiens)-Horizont 1a IV, Lochbachalpe (Apt).
Der Maßstab entspricht 0,1 mm
- Fig 4. *Permocalculus* sp. indet.
Tangentiale Schnitt durch Fragmente des Thallus.
Horizont im Hangenden des Gastropoden-Biostrom 1a IV, Lochbachalpe (Apt).
Der Maßstab entspricht 0,1 mm
- Fig 5. *Gymnocodium* sp. indet.
Schiefer Schnitt durch ein Thallusfragment.
Requiens-Biostrom ug I, Untere Gundalpe (Apt).
Der Maßstab entspricht 1 mm
- Fig 6. *Lithocodium aggregatum* ELLIOTT, 1956 und *Bacinella irregularis* Radoičić, 1959
a) *Lithocodium*-Kruste auf einem rekristallisierten Schalenrest.
Requiens-Biostrom 1a I, Lochbachalpe (Apt).
Der Maßstab entspricht 1 mm
b) *Lithocodium* mit Übergang zu *Bacinella* auf einem rekristallisierten Korallenast.
Korallen-Stromatoporen-Bioherm 1a II, Lochbachalpe (Apt).
Der Maßstab entspricht 1 mm
- Fig 7. *Bdelloidina* sp. indet.
Querschnitt zweier einander überkrustender Individuen, auf einer rekristallisierten Koralle aufgewachsen (Apt).
Korallen-Stromatoporen-Bioherm 1a II, Lochbachalpe.
Der Maßstab entspricht 0,1 mm
- Fig 8. *Eopalorbitolina* cf. *charollaisi* SCHROEDER et CONRAD, 1968
Subaxialer Schnitt durch ein sehr großes Exemplar.
Dünnschichtige, mergelige, orbitolinreiche Kalke zwischen 1b II und 1b III, Profil am Beginn der Lochbachstraße, tieferer Teil des Schrattenkalks (Barrême).
Der Maßstab entspricht 1 mm

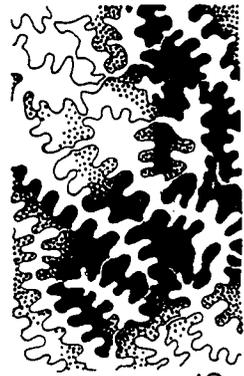


Tafel 2

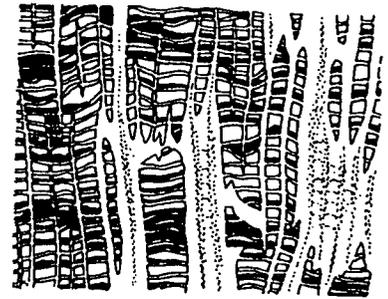
- Fig 9. ? *Elasmostoma* sp. indet.
Tangentialschliff durch die Außenwand eines becherförmigen Exemplars.
Die konturlinienartige Streifung zeichnet die konzentrisch um die Poren angeordneten Spiculae nach.
Austern-Korallen-Stromatoporen-Biostrom 1b I, Profil am Beginn der Lochbachstraße (Barrême).
Der Maßstab entspricht 1 mm
- Fig 10. *Barroisia helvetica* (DE LORIO, 1869)
a) Querschnitt durch ein unverzweigtes Exemplar; im oberen Teil das Zentralrohr eröffnet. Kammern sind z. T. mit Sand gefüllt.
Korallen-Stromatoporen-Bioherm ug II, Untere Gundalpe (Apt).
Der Maßstab entspricht 1 mm
b) Tangentialschnitt durch die Außenwand mit gut sichtbaren Triaxona, die die Poren hexagonal umschließen (gezeichnet nach Lackabzug).
Korallen-Stromatoporen-Bioherm ug II, Lochbachalpe (Apt).
Der Maßstab entspricht 0,1mm
- Fig 11. *Diparistomaria urgonica* TURNŠEK et MASSE, 1973
Sehr großer Stock, in Lebensstellung im Riffschutt stehend. Die Zahl der eingezeichneten Latilaminae beträgt in Wirklichkeit 2–6/cm. Die schwarzen Punkte markieren Löcher von Bohrmuscheln. Neben dem Stock liegt eine verkippte Chaeteteide.
Riffschutt am Rande des Korallen-Stromatoporen-Biostroms fb, IV, Falkenberg (Apt).
Der Maßstab entspricht 10 cm
- Fig 12. *Eugyra cotteavi* DE FROMENTEL, 1857
a) Tangentialschnitt durch das Corallum.
b) Radialschnitt durch das Corallum.
Loser Block (Riff-Fazies) aus der Schuttentnahme Schwarzenberg (? Apt).
Der Maßstab entspricht 1 mm
- Fig 13. *Hydnophorarea* cf. *styriaca* (MICHELIN, 1847)
a) Tangentialschnitt durch das Corallum.
b) Radialschnitt durch das Corallum.
Loser Block (Riff-Fazies) aus der Schuttentnahme Schwarzenberg (? Apt).
Der Maßstab entspricht 1 mm
- Fig 14. *Mesomorpha ornata* MORYCOWA, 1971
Tangentialschnitt durch das Corallum.
Loser Block (Riffschuttfazies) aus der Schuttentnahme Schwarzenberg (? Apt).
Der Maßstab entspricht 1 mm
- Fig 15. *Chaetetopsis favrei* (DENINGER, 1906)
a) Radialschnitt durch den Stock; mit deutlich sichtbaren Tabulae.
b) Tangentialschnitt durch den Stock.
Loser Block (Riffschuttfazies) aus der Schuttentnahme Schwarzenberg (? Apt).
Der Maßstab entspricht 1 mm



13b



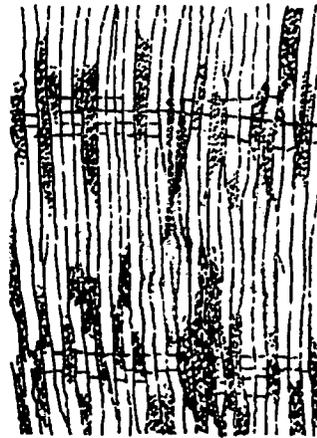
12a



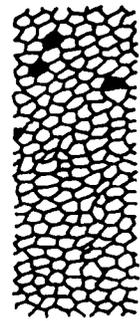
12b



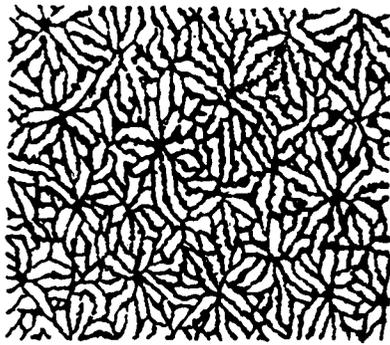
13a



15a



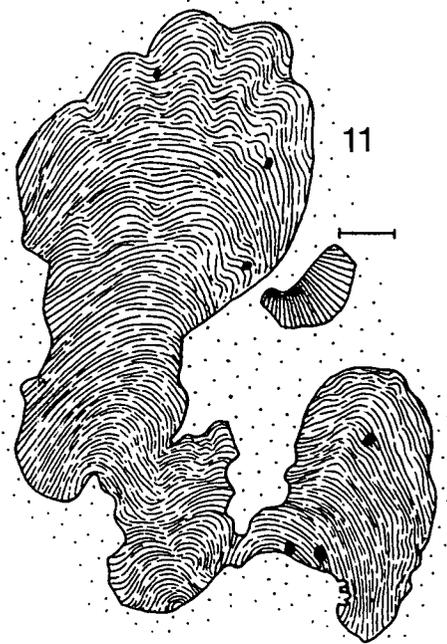
15b



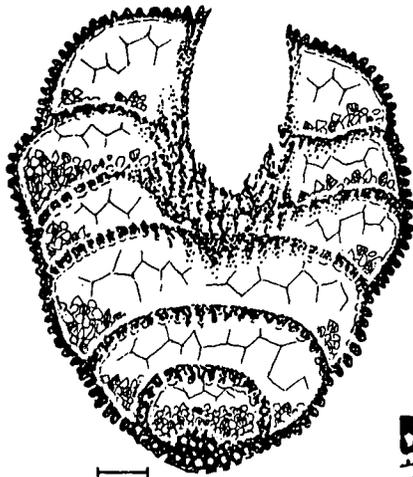
14



9



11



10a



10b

Tafel 3

- Fig 16. *Iteria urticulus* GEMMELARD, 1863
Schiefer Querschnitt des auf einer Seite angebrochenen Gehäuses.
Requienien-Biostrom 1a III, Lochbachalpe (Apt).
Der Maßstab entspricht 1 mm
- Fig 17. *Diozoptyxis coquandi* (D'ORBIGNY, 1842)
Axialschnitt. Nach einem auf der Schichtfläche freigewitterten Exemplar gezeichnet.
Requienien-Biostrom 1a III, Lochbachalpe (Apt).
Der Maßstab entspricht 1 cm
- Fig 18. ? *Lopha (Actinostreon)* sp. indet.
a) Anschnitt parallel zum Schalenrand.
b) Schnitt durch ein doppelkappig erhaltenes Exemplar.
c) Schiefer Querschnitt durch eine isolierte Klappe.
Nach Anschnitten auf einem Gletscherschliff gezeichnet.
Austern-Korallen-Stromatoporen-Biostrom 1b I, Profil am Beginn der Lochbachstraße (Barrême).
Der Maßstab entspricht 1 cm
- Fig 19. ? *Requienia* aff. *renevieri* PAQUIER, 1903
Steinkern eines mit Deckel erhaltenen Exemplars; in die vermutete Lebensstellung gebracht.
Loser Block (Requienien-Biostrom) aus der Schuttentnahme Schwarzenberg (? Apt).
Der Maßstab entspricht 1 cm.
- Fig 20. *Requienia ammonia* (GOLDFUSS, 1838)
Steinkern eines mit Deckel erhaltenen Exemplars; in die vermutete Lebensstellung gebracht.
Loser Block (Requienien-Biostrom) aus der Schuttentnahme Schwarzenberg (? Apt).
Der Maßstab entspricht 1 cm
- Fig 21. *Matheronia virginiae* (GRAS, 1852)
Nach Anschnitten auf einer Schichtfläche gezeichnet.
a) Verkipptes Exemplar, mit angebohrter Schale.
b) Exemplar mit Deckel, von oben her betrachtet in Lebensstellung.
Requienien-Bioströme 1a III, Lochbachalpe (Apt).
Kreuzschraffur: weißer, körniger Kalzit.
Der Maßstab entspricht 1 cm
- Fig 22. *Agriopleura blumenbachi* (STUDER, 1834)
Nach Anschnitten auf einer Klufffläche gezeichnet. Büschel von 6 Individuen, vermutlich in Lebensstellung. Längsschnitte (II), Querschnitte.
Loser Block (Agriopleuren-Biostrom) aus der Schuttentnahme Schwarzenberg (Barrême).
Schwarz: Ostracum; gestreift: Hypostracum.
Der Maßstab entspricht 1 cm

