© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. 9 93—116 München, 31. 12. 1969

Roter Ammonitenkalk und Radiolarit aus dem unteren Dogger der Kammerker (Nordtirol)

Von

Rudolf Fischer, Marburg/Lahn[1])

Mit 3 Abbildungen und Tafeln 4—5

Zusammenfassung

Aus dem kalkalpinen Gebiet der Kammerker werden zwei Profile durch fossilreichen roten Kalk und den unteren Teil des Radiolarits beschrieben. Eine reiche Ammonitenfauna belegt das Aalenium und erlaubt eine Gliederung in Zonen, die denen der nordwesteuropäischen Ammonitenprovinz entsprechen. Durch Fossilfunde unter dem hangenden Radiolarit und durch den Nachweis eines lückenlosen sedimentären Überganges wird belegt, daß die Radiolarit-Fazies mit dem Bajocium einsetzt. Eine Reihe von Beobachtungen zur Sedimentation des Rotkalkes und des Radiolarits werden zur Ermittlung ihrer Ablagerungsräume diskutiert. Die Diagenese des Radiolarits wird geschildert und es wird versucht, die Vorgänge zwischen Sedimentation und tektonischer Zerklüftung des festen Gesteins in eine zeitliche Ordnung zu bringen.

Summary

From the Kammerker area (Northern Tyrol) two sections through the »ammonitico rosso« and the »radiolarite« are described. For the first time the rich ammonite fauna allows to divide the alpine Aalenian into zones. These zones are equivalent to those of the northwestern European province. Ammonites directly below the radiolarite and a sedimentary tansition between the two facies show that the radiolarite facies comminces with the beginning of the Bajocian. Microfacial characteristics are discussed in order to determine their bathymetric environments. It is attempted to describe chronologically all processes of the radiolarite diagenesis between deposition and the installation of crevices.

[1]) Dr. Rudolf Fischer, Geologisch-paläontologisches Institut der Philipps-Universität Marburg, D-355 Marburg, Deutschhausstraße 10.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Inhalt

Einleitung 94
Die Profile
Profil Unkenbach 95
Profil Scheibelberg II 100
Die Ammonitenzonen des Aalenium der Kammerker 105
Das Alter der Untergrenze des Radiolarits 107
Zur Sedimentation und Diagenese des Radiolarits der Kammerker 108
Schriftenverzeichnis 113

Einleitung

Im Grenzbereich der Länder Bayern, Tirol und Salzburg liegt der landschaftlich und geologisch reizvolle Gebirgsstock der Kammerker-Sonntagshorn-Gruppe. In vielfältiger Weise wurde die Gruppe von Geologen und Paläontologen untersucht. Erstmals kartiert wurde sie durch HAHN (1910); in den vergangenen Jahren nahmen Schüler von Prof. Schmidt-Thomé (München) das Gebiet neu auf. Leider liegen bisher nur die Manuskripte davon vor (K. MÜLLER, E. M. MÜLLER, H. UDLUFT, ÖSTERLEN). Spezialprobleme des Gebirgsstockes behandelten WÄHNER (1882—1898), GÜMBEL (1861), VORTISCH (1926 ff.), A. G. FISCHER (1962), GARRISON (1964), R. FISCHER (1966). Daneben finden sich Angaben über Einzelstücke der in reichem Maße auffindbaren Lias-Ammoniten bei vielen Autoren (z. B. OPPEL, 1862, HAUER, 1856, C. RENZ, 1925, u. a. m.).

Weniger Beachtung fanden bisher die Schichten des Dogger, obwohl auch sie reich an Ammoniten sind. Das mag daran liegen, daß an der Lias/Dogger-Wende kein Fazieswechsel auftritt, daß das Aalenium nur geringmächtig ist und daß die Profile meist sehr gestört sind; dies ist bedingt durch schichtparallele Verschiebungen, die gerade im Grenzbereich der mergeligen Kalke des Aalenium zum hangenden Radiolarit die größten Unregelmäßigkeiten hervorriefen (s. VORTISCH, 1931).

Bei Geländearbeiten im Sommer 1964 und 1967 gelang es mir, in zwei Profilen das Aalenium mit Ausnahme der untersten Ammoniten-Zone zu erfassen. Dabei konnte das Aalenium in Ammoniten-Zonen gegliedert und erstmals gezeigt werden, daß die Rotkalke bis in die *concava*-Zone reichen. Da in den Profilen auch der sedimentäre Übergang der Rotkalke zum hangenden Radiolarit erhalten ist, kann man das Alter der Radiolarit-Untergrenze im Bereich der Kammerker datieren. Die Schliffauswertung erlaubte daneben Aussagen über die Sedimentation und die Diagenese des Radiolarits.

Dankzusagen habe ich an dieser Stelle den Herren Dr. K. GERMANN (FU Berlin), Dr. D. HELMCKE (FU Berlin) und Dr. H. JURGAN (TU Berlin) für ihre freundliche Beratung bei der Schiffanalyse und für viele andere Ratschläge.

Die Beobachtungen zur Diagenese des Radiolarits stehen in engem Zusammenhang mit der Deutung der Entstehung von Kieselknollen im umbrischen Mittellias, wo ich mit Hilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Sommer 1967 ammonitenreiche Profile aufnehmen konnte.

Fossilien und Schliffe zu der vorliegenden Arbeit sind unter den Nummern Fi 1 und ff. in der Sammlung des geologisch-paläontologischen Instituts der Philipps-Universität in Marburg aufbewahrt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Profile

Die von mir untersuchten zwei Profile sind auf der topographischen Karte 1:25 000, Blatt 8341 Seegatterl, des Bayerischen Vermessungsamtes zu finden. Sie liegen im Unkenbach (R 44 950 / H 78 615) und am Scheibelberg (R 43 190 H 77 000) und sind von der mit dem Auto erreichbaren Winklmoos-Alm in einer halbtägigen Wanderung leicht zu besuchen. Zum Profil Unkenbach gelangt man am besten bei niedrigem Wasserstand; man steigt unterhalb der Muck-Klause in das Bachbett und verfolgt es 60 m weit flußabwärts; das Profil liegt dann am westlichen Ufer, ca. 5 m über der Talsohle. Das Profil Scheibelberg II liegt 3 m westlich des Steiges, der vom Gipfel des Scheibelberges zur Möser-Alm führt.

Da das Augenmerk meiner Suche vor allem dem ungestörten Kontakt Rotkalk/Radiolarit galt, ist in beiden Profilen die Grenze Toarcium/Aalenium nicht erfaßt.

Profil Unkenbach (Abb. 1)

In dem Profil Unkenbach stehen 5 m mächtige rote Kalke und Mergel an (Lagerung: 40/28 SE), die in zusammenhängende, charakteristische Gesteinsfolgen unterteilt werden können und die auch zur stratigraphischen Gliederung ausreichende Ammonitenfaunen geliefert haben. Das Hangende bildet Radiolarit.

Neben den streng horizontiert aufgesammelten Ammoniten wurden auch — besonders im Bereich der Radiolarit-Grenze — Gesteinsproben für Dünnschliffe entnommen. Bei der Aufnahme wurde die Untergrenze der ersten Radiolarit-Bank als Nullpunkt gewählt und davon ausgehend nach unten gemessen. Hier wird das Profil von unten nach oben beschrieben.

Der unterste Profil-Abschnitt, dessen Liegendes durch Schutt verdeckt wird, reicht von 455—320 (Zahlenangaben in Zentimetern). Es ist eine Rotkalk/Mergel-Wechselfolge erschlossen: etwa 10 cm dicke Kalkbänkchen wechseln mit bis zu 5 cm starken Mergelbändern, bis die Folge oben durch eine 30 cm mächtige Kalkbank abgeschlossen wird. Die roten Kalke sind dicht, sie brechen splittrig, sind gleichmäßig mikritisch struiert und besitzen ebene Bankungsflächen. Die roten Mergel sind feinstgeschichtet und sondern dünnplattig ab, sie enthalten keine Kalkknollen. Ammoniten sind im Gestein selten; lediglich an der Oberfläche der dicken Kalkbank fand sich ein

320: *Tmetoceras scissum* (Benecke)

Die Oberseite des Fossils ist nicht angelöst, sondern gut erhalten.

Es folgt nun ein dünnes Mergel-Zwischenband, darauf eine 3 cm starke Schicht, die reich an Crinoidenresten ist. Darüber liegen zwei mergelige Kalkbänkchen mit feinschichtigem Aufbau und ebener Oberfläche (320—310). Hieraus bei

315: *Erycites intermedius* Hantken in Prinz

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Im Profil leicht wiederzuerkennen ist ein dickes Mergel-Paket (310—300), rot, feingeschichtet und dünnplattig absondernd. Darüber lagert — 300—240 — eine dicke Rotkalk-Bank, die morphologisch deutlich hervortritt. Der Kalk dieser Bank, ein roter Mikrit, ist stark geflasert, d. h. er ist in längliche, knollige Kalkkörper zerlegt, die voneinander durch Mergel-Häutchen getrennt sind. In einem Abstand von etwa 5 cm trennen durchgehende, schichtparallele Mergelfugen die Flaserlagen voneinander (Die Flaserung ist nach JURGAN 1967:75 spätdiagenetisch entstanden; ihre Ursache waren wohl schichtparallele Bewegungen s. VORTISCH 1937).

Ammoniten sind nicht selten:

265: *Staufenia (Costileioceras)* aff. *opalinoides* (MAYER)
246: *Megalytoceras rubescens* (DUMORTIER)
Phylloceras perplanum PRINZ
Calliphylloceras supraliasicum hastaesimile GECZY
Ludwigia (Ludwigia) bradfordensis (BUCKMAN)

Die Steinkerne der Ammoniten sind nur einseitig erhalten, die Oberseite ist stets zerstört. Die Ursache ist in submariner Anlösung zu suchen. Das im Niveau 240 gefundene *Phylloceras perplanum* zeigt besonders schön, daß die Lösung an den verästelten Abschnitten der Lobenlinie stärker angreift, dort also, wo die größte Oberfläche geboten wird (s. Taf. 4, Fig. 1.).

Es folgt nun ein 5 cm starkes Mergelband (235—240), das von einer Rotkalk-Bank (240—200) überlagert wird.

Das Gestein der Bank ist wieder ein roter, mikritischer Kalk, der jedoch in diesem Profilabschnitt etwas stärker, kleinknolliger, geflasert ist. Bei der Flaserung sammelten sich im Druckschatten der Kalkknollen die mergeligen, hier anscheinend besonders häufigen Bestandteile des Gesteins; so kam es zu den reichlichen Mergelschmitzen, die erlauben, das Gestein heute leicht zu spalten, wodurch die Fossilsuche sehr erleichtert wird.

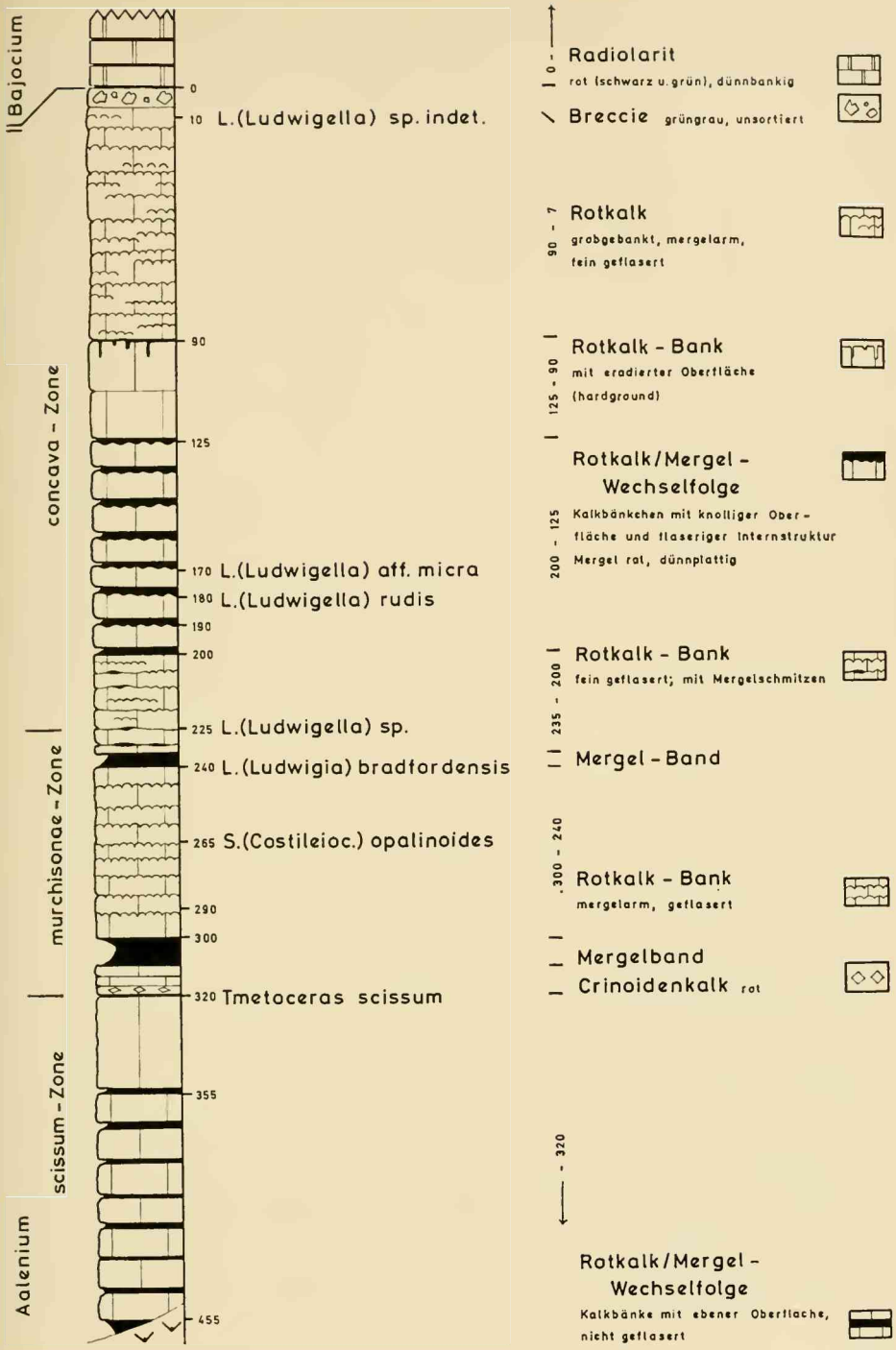
225: *Ludwigia (Ludwigella)* sp.
220: *Megalytoceras rasile* (VACEK)
Phylloceras baconicum HANTKEN in PRINZ
Cenoceras clausum (d'ORBIGNY)
200: *Megalytoceras rasile* (VACEK)
Phylloceras baconicum HANTKEN in PRINZ
Phylloceras perplanum PRINZ
Inoceramus fuscus QUENSTEDT

Der *Inoceramus fuscus* von Schicht 200 ist unter den Megafossilien der einzige Nicht-Cephalopode. An der Muschel sind noch Schalenreste erhalten.

Zwischen 200 und 125 trifft man eine Kalk/Mergel-Wechselfolge an. Die 7

Abb. 1: Profil Unkenbach. Kalkserie des Aalenium; wichtige Ammonitenfunde und Gesteinscharakter

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Kalkbänkchen sind ± 10 cm mächtig, die Mergel selten nur mehr als 1 cm. Die Kalkbänke zeigen flaserigen Internbau und besitzen eine knollige Oberfläche. Das Relief der Oberfläche ist im wesentlichen ein Subsolutionsrelief und nur zum geringeren Teil überprägt durch Flaserung; ein Hinweis für diese Annahme sind angelöste Ammonitenreste.

190: *Phylloceras perplanum* Prinz
180: *Phylloceras perplanum* Prinz
Ludwigia (Ludwigella) rudis Buckman
Ludwigia (Ludwigella) arcitenens (Buckman)
Erycites reussi cesteriformis Geczy
170: *Phylloceras perplanum* Prinz
Ludwigia (Ludwigella) aff. *micra* (Buckman)

Die Wechselfolge wird bei 125—90 von zwei dicken, ca. 15 cm mächtigen Kalkbänken abgeschlossen, die nur durch eine Mergelfuge getrennt sind. Die beiden Bänke weisen wenig mergelige Bestandteile auf; sie sind ein dichtgepackter Echinodermen-Biomikrit. Dies war wohl auch der Grund dafür, daß die Flaserung fast spurlos an ihnen vorbeiging. Die Oberfläche der Doppelbank weist im Niveau 90 ein Lösungsrelief auf, das bis zu 15 mm in das Gestein eingreifen kann; Lösungsrückstände sind tiefrote bis schwärzliche, tonige Substanzen. Auf der angeätzten Fläche sind Foraminiferen angewachsen (s. Taf. 4, Fig. 2). Die durch den Hartboden, die Anlösung und das Aufwachsen der Foraminiferen belegte Sedimentationslücke läßt sich zeitlich nicht fassen; unter und über der angelösten Fläche finden sich Ammoniten ein und derselben Zone. Die Lithifikation und Lösung des Gesteins muß in geologisch sehr kurzen Zeiträumen vor sich gegangen sein.

Obwohl die kompakten Kalkbänke eine Fossilsuche erschweren, fand sich

118: *Megalytoceras rubescens* (Dumortier)

Zwischen 90 und 7 liegen rote, grob gebankte Kalke mit reichem Mergelgehalt. Dieses Gesteinspaket ist sehr intensiv geflasert; die länglichen Kalkknollen liegen mit ihrer 5—7 cm langen a-Achse schichtparallel; die senkrecht zur Schichtung stehende b-Achse erreicht nur 4 cm Länge.

Im Profilabschnitt 90—7 ändert sich — die Grenze konnte ich nicht exakt erfassen — die Mikrofazies des Rotkalkes: zeigte sich bisher im Schliff ein roter, fossilführender Mikrit mit Foraminiferen *(Spirillina liasica* [Jones], Lageniden, Nonioniden), Echinodermenresten und Ammoniten, so tritt nun ein Schalen-Biomikrit auf (Nomenklatur nach Folk; 1959). U. d. M. sieht man feine, kurze Muschelschälchen, vorwiegend schichtparallel angeordnet, das Bindemittel ist mikritisch. Die Muschelschälchen beherrschen das Bild entweder ganz oder es tritt, ebenfalls massenhaft, Ammonitenbrut hinzu; zu sehen sind stets die Embryonalkammer und höchstens zwei weitere Kammern. Neben diesen Resten sind selten auch Radiolarien zu finden. Zahlreiche Wühlgefüge geben Zeugnis von Bodenleben.

Die teilweise gesteinsbildenden feinen Schälchen, die hier beschrieben werden, sind im mediterranen Jura sehr häufig. Sie sind bekannt von Toarcium bis Callovium Spaniens (Perconig 1968: Pyrenäen, Iberische Ketten, Ebrobecken, Betische Kordillere); aus dem Domerium der Aquitaine, dem Ob. Toarcium bis Kimerid-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gium von Algerien, dem Dogger Marokkos, dem Dogger des Irak (alle nach PEYRE 1959); man findet sie im Dogger der Südalpen (z. B. SENN, 1924), dem Dogger des Apennin (FARINACCI 1959), dem Dogger von Griechenland (RENZ 1959), dem Dogger der Dinariden (RADOIČIĆ 1966), dem Toarcium-Aalenium des Bakony (GECZY 1961), dem Toarcium und Aalenium der Karpaten (MIŠIK 1968). Die länglichen, dünnen, fadenartigen Gebilde wurden vielartig gedeutet; als vernünftig gelten drei Möglichkeiten: Algenfilamente, Schalen pelagischer Muscheln (*Halobia* oder *Posidonia)* und Prodissoconche von Muscheln. Der letzteren Deutung neigt PEYRE 1959 zu. Mehrere Schliffe parallel und senkrecht zur Schichtung lassen auch mich zur Auffassung kommen, daß es sich in den Schälchen-Biomikriten der Kammerker um die Reste von Muschel-Prodissoconchen handelt. Megafauna ist selten, wohl durch die intensive Flaserung zerstört.

60: *Megalytoceras rasile* (VACEK)
10: *Ludwigia (Ludwigella)* sp. indet.

Bei 30 finden sich erstmals kugelige, schalig gebaute Knollen aus einem schwärzlichen, stark färbenden Mineral: Mn-Knollen. Die kalkige Serie des Profils Unkenbach wird zwischen 7 und 0 von einer brecciösen Bank abgeschlossen. Die grünliche Farbe des Gesteins ist eine lokale Variante; sonst ist die Bank rot. Die größten Komponenten der Breccie haben einen Durchmesser von 1,5 cm, einige größere Stücke — mit einer Länge bis zu 8 cm — sind durch die spätere Flaserung sekundär mit der Breccie vermengt worden.

Die kantengerundeten bis gerundeten Komponenten bestehen aus vier verschiedenen Mikrofazies:

a) Muschelschalen-Ammonitenbrut-Biomikrit mit wenigen Foraminiferen, Schwamm-Nadeln und Echinodermen-Resten;
b) Muschelschalenführender Mikrit (Schalen wie in a, jedoch nicht gesteinsbildend);
c) Schalen-Biomikrit mit einigen Radiolarien;
d) Biomikrit mit Foraminiferen, wenigen Mollusken-Resten, Echinodermen-Resten.

Die Fazies a—c unterlagern direkt die Breccie, d ist die Fazies der Rotkalke, wie sie typisch unterhalb von 90 vorkommt. Das Bindemittel ist feinkörniger (1 bis 3 mm) Gesteins- und Fossilschutt; die Gesteine zeigen die Faziestypen a—c, der Fossilschutt ist Echinodermen-Schutt, vermischt mit den feinen Schälchen der Muschel-Prodissoconche. Auf die Breccie wird bei der Beschreibung des Profils Scheibelberg II (s. S. 104) noch näher eingegangen.

Über dieser Breccie liegen mehrere Meter Radiolarit, dessen Folge im Profil Unkenbach mit einer schwarzen, kieseligen Bank beginnt; darüber liegen dann einheitlich 5—10 cm dicke, rote, kieselige Bänkchen. Die Beobachtungen zur Sedimentation und Diagenese des Radiolarits werden weiter unten beschrieben.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Profil Scheibelberg II (Abb. 2)

Dieses Profil ergänzt sowohl faunistisch-stratigraphisch als auch sedimentologisch die im Profil Unkenbach gemachten Beobachtungen. Auch hier wurde als Fixpunkt die Untergrenze der untersten Radiolarit-Bank gewählt; das Profil wird wieder in charakteristischen Abschnitten beschrieben.

Das Liegende des Profils Scheibelberg II (Scheibelberg I s. FISCHER 1966) bilden graue, mittelliasische Kalke, über denen, schichtparallel aufgeschoben, die Folge des Dogger aufgeschlossen ist.

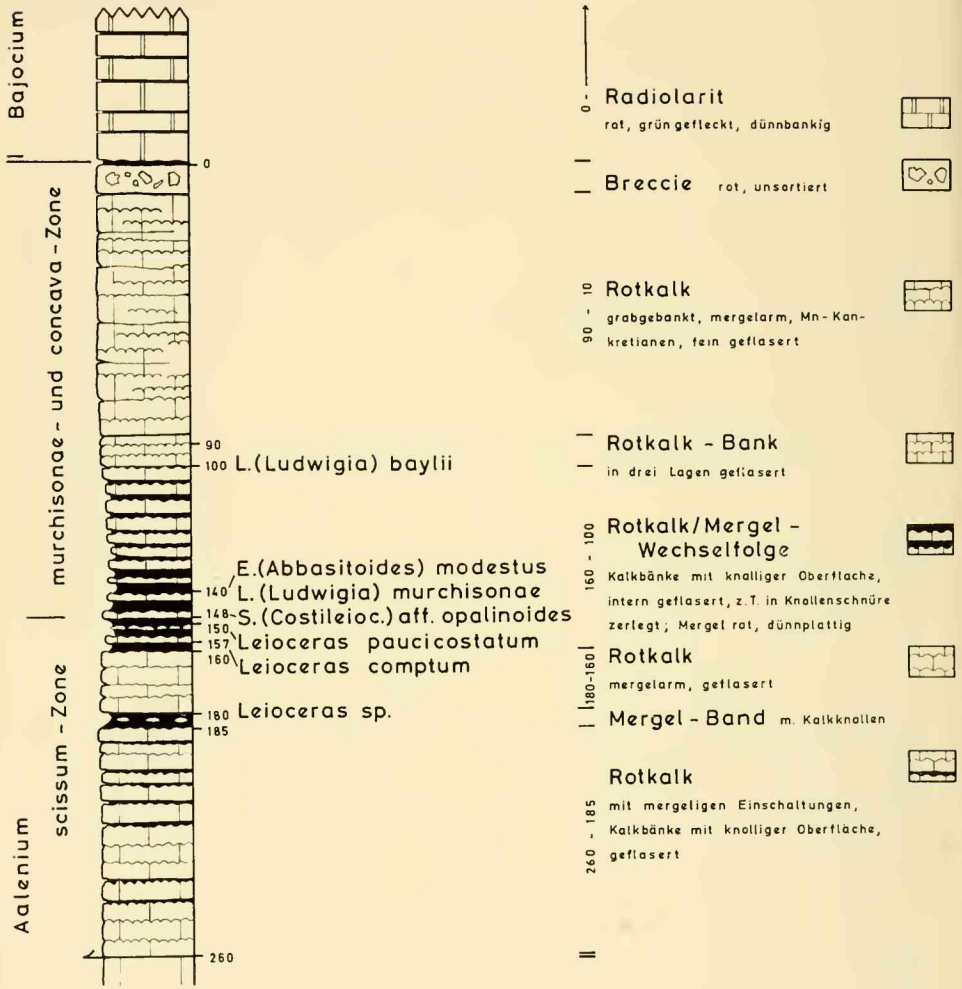


Abb. 2: Profil Scheibelberg II. Die erschlossene Kalkserie des Aalenium; wichtige Ammonitenfunde und Gesteinscharakter.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der Abschnitt 260—185 ist ein morphologisch kompaktes Paket roter, knolliger Kalke, die durch Mergel-Lagen voneinander getrennt sind. Die Kalkbänkchen sind 3—5 cm stark, flaserig gebaut und besitzen wellige Oberflächen. Die Mergelpartien sind meist nur Trennfugen oder Schmitzen im Druckschatten der Kalkflasern; nur wenige Mergel-Bänder werden 1—2 cm stark. Ammoniten fand ich in diesem Teil nicht.

Es folgt ein 5 cm dickes, rotes Mergel-Band, in dem als Reste von Subsolution noch einige isolierte Kalkknollen schwimmen. Diese Knollen sind z. T. Reste von Ammonitensteinkernen.

185: *Leioceras* sp.

Überlagert wird der Mergel von einer kompakten Folge von Rotkalk-Bänken, 180—160; das Gestein ist wie die liegende Serie ausgebildet; es ist etwas mergelärmer. Ammoniten wurden gefunden,

160: *Phylloceras perplanum* Prinz
Phylloceras baconicum Hantken in Prinz

Die unteren Seiten der Fossilien sind gut erhalten, die Oberseiten sind angelöst.

Der Abschnitt 160—100 besteht aus einer Kalk/Mergel-Wechselfolge, von der die untere Hälfte mergelreicher ist. Die Kalkbänkchen sind 3—5 cm stark, knollig, mit welliger Oberfläche. Die Knollen sind, an angeätzten Fossilresten erkennbar, sicherlich Subsolutionsreste, von der Flaserung jedoch stark überprägt. Jedes Bänkchen besteht nur aus einer Knollenlage. Die Mergel sind braunrot, feinschuppig; sie führen keine Kalkknollen.

Der Abschnitt des Profils hat fast alle Ammoniten geliefert; andere Fossilien wurden nicht gefunden.

157: *Phylloceras perplanum* Prinz
Leioceras? comptum (Reinecke)
152: *Megalytoceras* sp.
Megalytoceras rasile (Vacek)
Holcophylloceras sp.
Ptychophylloceras tatricum (Pusch)
Leioceras sp.
Leioceras comptum (Reinecke)
150: *Phylloceras loczyi* Prinz
Phylloceras baconicum Hantken in Prinz
Phylloceras perplanum Prinz
Leioceras paucicostatum Rieber
Erycites (Abbasitoides) modestum (Vacek)
148: *Megalytoceras rasile* (Vacek)
Phylloceras baconicum Hantken in Prinz
Staufenia sp.
Staufenia (Costileioceras) aff. *opalinoides* (Mayer)
147: *Megalytoceras rasile* (Vacek)
Phylloceras iuv. sp.
Ludwigia (Ludwigia) sp.
Ludwigia (Ludwigia) subtuberculata Rieber

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Erycites (Abbasitoides) modestus (Vacek)
Erycites (Abbasitoides) punctus (Vacek)
146: *Megalytoceras rasile* (Vacek)
Holcophylloceras ultramontanum (Zittel)
Ptychophylloceras tatricum (Pusch)
Ludwigia (Ludwigia) helvetica (Horn)
Ludwigia (Ludwigia) subtuberculata Rieber
Erycites (Abbasitoides) modestus (Vacek)
145: *Phylloceras baconicum* Hantken in Prinz
Holcophylloceras ultramontanum (Zittel)
Ptychophylloceras tatricum (Pusch)
Ludwigia (Ludwigia) murchisonae (Sowerby)
142: *Phylloceras baconicum* Hantken in Prinz
140: *Phylloceras loczyi* Prinz
Holcophylloceras ultramontanum (Zittel)
110: *Megalytoceras rasile* (Vacek)
105: *Phylloceras loczyi* Prinz
100: *Ludwigia (Ludwigia) baylii* (Buckman)

Das Trennen von Horizonten, die nur wenige Zentimeter auseinanderliegen, erwies sich als wichtig nach den Aufsammlungen des Sommers 1964, die aus einem größeren Abschnitt folgende Fauna erbrachten:

150—140: *Megalytoceras rasile* (Vacek)
Megalytoceras aff. *rubescens* (Dumortier)
Phylloceras loczyi Prinz
Ptychophylloceras tatricum (Pusch)
Holcophylloceras iuv. sp.
Staufenia (Costileioceras) aff. *opalinoides* (Mayer)
Ludwigia (Ludwigia) sp.
Ludwigia (Ludwigia) rudis Buckman
Ludwigia (Ludwigia) murchisonae (Sowerby)
Erycites (Abbasitoides) modestus (Vacek)

Die reiche Ammoniten-Ausbeute dieses Profil-Abschnittes beruht zunächst auf der leichteren Abbaumöglichkeit der dünnen Kalkbänkchen; daneben ist dieser Abschnitt auch objektiv fossilreicher. Eine Erklärung dafür ist einerseits die durch die Subsolution bewirkte langsame Sedimentation und stratigraphische Kondensation (die allerdings nicht so weit ging, daß die Ammoniten-Zonen nicht mehr trennbar sind), andererseits mögen im Bereich des Profils auch günstigere Lebensbedingungen für Ammoniten geherrscht haben. Dafür spricht hier die größere Artenfülle gegenüber den geringeren Zahlen des Profils Unkenbach. Zwischen 100 und 90 schließt eine Kalkbank den Komplex der Wechselfolge ab; sie ist durch Mergelfugen in drei geflaserte Lagen zerlegbar. Darüber folgt dann ein kompakter Abschnitt, 90—10, eines grob gebankten und fein geflaserten Rotkalkes, der in seinen obersten Schichten Mn-Konkretionen führt. Das Gestein stimmt in der Mikrofazies völlig mit dem Profilabschnitt Unkenbach 90—7 überein. Auch hier tritt in der Mikrofazies der Wechsel zu Schalen-Biomikrit auf, der an Hand einiger Bilder veranschaulicht werden soll.

Der untere Teil der Taf. 4, Fig. 2 zeigt die Mikrofazies, die für die Rotkalke der tieferen Profilteile kennzeichnend ist.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Gestein: Dichtgepakter Echinodermen-Biomikrit.
Fauna: Foraminiferen(*Spirillina liasica* (Jones), Nodosarien, *Lenticulina* sp., *Discorbis* sp., Ceratobulimiden;
Mollusken: Gastropodenbrut, Muschelbrut und Schalen größerer Exemplare, Cephalopodenbrut und zerbrochene größere Reste, daneben Aptychen (selten);
Vermes: Serpulidenröhrchen;
Arthropoden: Ostrakoden.
Echinodermen: Crinoiden, Seeigel-Stacheln; (90% des biogenen Anteils).
Lagerung: wirr.
Bildungsbereich: Neritisch, ohne Anzeichen von Wasserbewegung.

Daneben kommt eine Mikrofazies des Rotkalkes mit geringerem biogenen Anteil vor. Sie ist häufig in den Profilabschnitten Unkenbach 300—90 und Scheibelberg II 185—90.
Gestein: Fossilführender Mikrit.
Fauna: Foraminiferen (Nodosarien);
Mollusken: Gastropodenbrut, Muschelschalen (60% des biogenen Anteils), Ammoniten-Jugendstadien, ein Belemnit (? *Dactyloteuthis* sp.);
Arthropoden: Ostrakoden;
Echinodermen: Crinoiden-Reste, Seeigelstachel.
Lagerung: wirr, nur z. T. geschichtet.
Bildungsbereich: Nicht sicher bestimmbar, ?neritisch.

Taf. 4, Fig. 3 und 4. In den Profilabschnitten SII 90—10 und U 90—7 vertreten sich zwei Mikrofazies, die untereinander durch Übergänge verbunden sind.
Gestein: (Fig. 3). Muschelschalen-Biomikrit.
Fauna: Radiolarien (selten);
Foraminiferen: Lageniden, Textulariiden, Globigerinen;
Poriferen: Schwammnadeln (selten);
Mollusken: Prodissoconche von Muscheln (90% des biogenen Anteils), Bruchstücke größerer Schalen (selten);
Echinodermen: Crinoiden- und Ophiuren-Reste;
Spuren: Das Sediment ist stark durchwühlt. Die Wühlgänge sind entfärbt und ärmer an Mergel-Partikeln. Um runde, entfärbte Bereiche herum sind die Muschelschälchen oft konzentrisch angeordnet (s. Fig. 3).
Lagerung: ± geschichtet, z. T. bioturbat entschichtet.
Bildungsbereich: Nach der herrschenden Ansicht sind die Gesteine mit massenhaftem Vorkommen von Prodissoconchen pelagische Bildungen (Mišik 1966; Perconig 1968).
Gestein: (Fig. 4): Muschelschalen-Cephalopodenbrut-Biomikrit.
Fauna: Radiolarien (selten);
Foraminiferen (selten): Lageniden, Nonioniden, Globigerinen;
Poriferen: Nadeln (selten);
Mollusken: Prodissoconche und Cephalopodenbrut (zusammen 90% des biogenen Anteils);
Echinodermen: Crinoiden-Reste;
Spuren: Wühlgefüge.
Lagerung: Die Schälchen, die oft gekrümmt sind, bilden ein wirres Gefüge, das man als „Spreizgefüge" bezeichnen kann (s. Fig. 4). In den Hohlräumen des sehr locker gepackten Sedimentes lagern sich z. T. Mikrit, z. T. kleine Faunen-Elemente an, das Restvolumen ist mit Kalkspat gefüllt. Kalkspat hat auch alle ursprüng-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lich kieseligen Reste verdrängt. In Abschnitten mit vorwiegend sparitischer Hohlraumfüllung sind oft allein die Kammern der Cephalopodenbrut mit dunkelrotem Mikrit gefüllt.

Bildungsbereich: Die Mikrofauna enthält keine Elemente, die für einen bestimmten Meeresbereich typisch sind. Die Muschelbrut, deren Prodissoconche den Hauptbestandteil der Fauna ausmachen, lebte pseudo-planktonisch im hochpelagischen Bereich; ihre Reste konnten in jedem Tiefenbereich abgelagert werden. Sehr wenig kann die Ammonitenbrut aussagen. Eichler & Ristedt 1966 sind durch Messungen des Sauerstoff-Isotopengehaltes von frühontogenetischen Stadien des *Nautilus pompilius* zum Schluß gelangt, daß sich bei diesem Tier Eiablage und frühe Entwicklung in flachem und warmem Wasser abspielt. Ein Schluß hieraus auf den Lebensbereich der Ammonitenbrut ist jedoch unzulässig, da schon der Vergleich des rezenten *Nautilus* mit fossilen Ammoniten nur bedingt erlaubt ist und darüber hinaus auch über den Lebensbereich erwachsener Ammoniten bisher nur wenig bekannt ist.

Die Wühlgefüge lassen erkennen, daß es sich bei ihnen nicht um Formen handelt, die nach Seilacher 1967 für tiefe Meeresbereiche charakteristisch sind.

Alle anderen im Schliff feststellbaren Reste sind zu selten, um bathymetrische Aussagen zuzulassen; sie könnten in jedes Sediment eingeschwemmt sein.

Das Sediment selbst gibt kaum Hinweise; die wirre Lagerung der Prodissoconche ist nicht durch unruhiges Wasser erzeugt, sondern das Ergebnis eines ruhigen Abregnens der Reste. Der reichlich vorhandene Kalkmikrit schließt sehr große Tiefen aus, die färbenden Eisenmineralien und Tonpartikel des Gesteins lassen noch den Einfluß des Liefergebietes erkennen.

Der Ablagerungsraum läßt sich, betrachtet man alles in allem, nur sehr kursorisch als bathyal bestimmen.

Im Profil Scheibelberg II folgt über den hier beschriebenen Gesteinen eine 10 cm dicke Breccienbank (10—0). Die Komponenten der Breccie sind mannigfaltig in Größe wie in Fazies. Neben größeren Schollen von Kalkbänken finden sich — in der Mehrzahl — rundliche Gesteinsstücke mit Durchmessern von 2 cm. Die Grundmasse besteht aus ± 2 mm großen Fossil- und Gesteinsschutt-Brocken. Die Komponenten zeigen drei mikrofazielle Typen:

a) Muschelschalen-Ammonitenbrut-Biomikrit; z. T. Biosparit; (s. Taf. 4, Fig. 4);
b) Muschelschalen-Biomikrit (s. Taf. 4, Fig. 3);
c) fossilführender Biomikrit.

Die jüngsten Gesteine mit der Fazies a und b müssen noch in plastisch-zähem Zustand transportiert worden sein; ihre Ränder sind weich und fließend, gehen sogar manchmal ohne Grenzen in die Grundmasse über. Etwa zähere Komponenten zeigen Zerrungsrisse. Ältere Gesteine mit Fazies a und b waren bereits mit Spat zementiert: man findet nämlich in der Breccie auch mechanisch nicht verformte Brocken von Muschelschalen-Ammonitenbrut-Biosparit (s. S. 103). Wäre das Ge-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

stein vor Ausfällung des Spats transportiert worden, wäre das »Spreizgefüge« der Schälchen zusammengebrochen.

Die Komponenten der Fazies c waren vor der Umlagerung alle verfestigt: die Korngrenzen sind scharf, Fossilien lagen schon als Steinkerne vor und zerbrachen beim Transport.

Die Grundmasse besteht aus kleinen Bröckchen der drei angegebenen Fazies, zum großen Teil aber aus Echinodermen-Schutt und anderen Fossilresten. Die Lagerung ist wirr, manchmal wird eine leichte Gradierung angedeutet.

Entstanden ist die Breccie wohl durch submarine Gleitung; es fehlen alle Hinweise auf eine Aufarbeitung der Ausgangsgesteine durch bewegtes Wasser. Abgesehen davon, daß solche Rutschungen keines besonderen Anlasses bedürfen, gibt es im kalkalpinen Bereich genügend tektonische Unruhe, die Anlaß zum Abgleiten von Schichten gegeben haben könnten.

Über der Breccie setzt mit zwei kalkigen Bänken und dann rein kieseligen Abfolgen der Radiolarit ein, über den weiter unten berichtet werden soll.

Die Ammonitenzonen des Aalenium der Kammerker

Die Ammonitenfaunen des Aalenium der Kammerker sind so reich, daß die stratigraphische Gliederung der Profile meist keine Schwierigkeiten macht. Andererseits sind, da es nicht möglich war, große Flächen abzubauen, die Artenlisten sicher noch unvollständig. Fossil belegen konnte ich im Aalenium der Kammerker die *scissum*-, die *murchisonae*- und die *concava*-Zone (s. Abb. 1 und 2).

Die Grenze Toarcium/Aalenium ist in meinen Profilen nicht erschlossen; die unterste nachgewiesene Zone ist die *scissum*-Zone (U ?455—320, SII ?260 bis 150) mit *Tmetoceras scissum, Phylloceras perplanum, Ph. baconicum, Ph. loczyi, Holcophylloceras, Ptychophylloceras tatricum, Megalytoceras rasile, Leioceras comptum, L. paucicostatum, Erycites modestus.* Die Gesamtfauna besteht zu 40 % aus Phylloceraten (davon 10% *Ptycho-* und *Holcophylloceras),* zu 20% aus Lytoceraten und zu 40% aus Ammonitinen. Über die geographische Verbreitung der Arten wage ich nichts auszusagen; es scheinen nichtmediterrane Arten sehr häufig zu sein, doch halte ich dies nur für eine Folge mangelnder Beobachtungen in den Alpen. Je besser ein Gebiet mit mediterranen Schichten des Aalenium bearbeitet wurde, desto mehr scheinbar rein »nichtmediterrane« Ammonitina wurden bekannt (Bakony, Geczy 1966, 1967; San Vigilio, Vacek 1886). Obwohl der Grenzbereich zum Toarcium nicht erschlossen ist, glaube ich, daß es eine *opalinum*-Zone — zwischen dem Toarcium und der *scissum*-Zone eingeschaltet — im Kammerker-Gebiet nicht gibt; es scheint *Tmetoceras scissum* zusammen mit Leioceraten direkt über der *aalensis*-Zone des Toarcium einzusetzen. Zwei Gründe bestärken meine Annahme: weder Hahn (1910: 379 ff.) noch Vortisch (1934, 1938) geben in ihren sehr detaillierten Fossillisten und Profilen irgendeinen Hinweis auf Faunen einer typischen *opalinum*-Zone. Dazu kommt, daß die im obersten Toarcium der Kammerker zu beobachtende blühende Entwicklung der Dumortierien (Fischer 1966:

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

70) als nächsten evolutiven Schritt Formen der Gattung *Tmetoceras* geradezu herausfordert; man kann sich zwischen den jüngsten Dumortierien und dem ältesten *Tmetoceras* keinerlei Entwicklungslücke vorstellen.

Über der *scissum*-Zone folgt im Aalenium der Kammerker die *murchisonae*-Zone (U 320—225, SII 150—0, unterer Teil).

Die Untergrenze ist im Profil Unkenbach mit dem ersten Auftreten des *Erycites intermedius* gezogen, der in sorgfältig beschriebenen Profilen nur aus dem höheren Aalenium gemeldet wird (Geczy 1966:94), die Obergrenze wird im Unkenbach durch die ersten Ammoniten der Untergattung *Ludwigella* markiert. Im Profil SII tritt an der Untergrenze der Zone erstmals die *Staufenia* aff. *opalinoides* auf; die Obergrenze kann mangels Fossilien nicht gezogen werden. Vergleicht man die Gesteine der Profile U und SII, so könnte die *concava*-Zone etwa im Niveau SII 90 beginnen.

Die Ammonitenfauna der Zone umfaßt:

Phylloceras baconicum, Ph. loczyi, Ph. perplanum, Holcophylloceras ultramontanum, Ptychophylloceras tatricum, Calliphylloceras supraliasicum hastaesimile, Megalytoceras rasile, M. rubescens, Staufenia aff. *opalinoides, Ludwigia* sp., *L. subtuberculata, L. bradfordensis, L. murchisonae, L. helvetica, L. baylii, Erycites intermedius, E. modestus, E. punctus.*

Von der Gesamtzahl der gefundenen Exemplare sind 50% Phylloceraten, 10% Lytoceraten und 40% Ammonitinen. Der Anteil der Ammonitinen bleibt also gegenüber der *scissum*-Zone gleich, die Phylloceraten nehmen auf Kosten der Lytoceraten zu.

Die oberste Ammoniten-Zone des Aalenium der Kammerker ist die *concava*-Zone (U 225—0, SII, 150—0, oberer Teil), deren Untergrenze durch das Auftreten der Untergattung *Ludwigella* bestimmt ist. Im Profil SII zeigen sich über dem Niveau 90 so viele fazielle Übereinstimmungen mit der *concava*-Zone des Profils U, daß man diese Teile sicher parallelisieren kann. Die Obergrenze der Zone bildet in beiden Profilen der Fazieswechsel zum Radiolarit; im Profil U wurde 10 cm unter dieser Grenze eine *Ludwigella* gefunden, die Merkmale sehr später Formen — hohen Windungsquerschnitt, engen Nabel und mäßig starke Berippung — aufweist (s. Rieber 1963:66).

Die Ammonitenfauna dieser Zone ist arten- und individuen-ärmer als die der liegenden Zonen. Vermutlich vertreiben die gleichen ökologischen Faktoren die Ammoniten Mega-Fauna, die den Wechsel der Mikrofazies im höheren Teil der Zone bewirken. Die Fauna: *Phylloceras baconicum, Ph. perplanum, Megalytoceras rasile, M. rubescens, Ludwigella* sp., *L.* sp. indet., *L. rudis, L. arcitenens, L.* aff. *micra, Erycites reussi cesteriformis.* Der Artenzahl nach überwiegen bei weitem die Ammonitinen, der Individuen-Zahl nach besteht die Fauna aus 50% Ammonitinen, 40% Phylloceraten und 10% Lytoceraten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Das Alter der Untergrenze des Radiolarits

Unter Radiolarit verstehe ich bunte, kieselige Gesteine — meist rot, aber auch grün und schwarz —, deren biogener Anteil mindestens 70% beträgt und von Radiolarien gebildet wird. Für dieses Gestein, das in den Juraprofilen der nördlichen Kalkalpen wie auch in vielen anderen mediterranen Abfolgen charakteristisch ausgebildet ist, gibt es eine Reihe von lokalen Namen, die MILLER (1963:58) zuletzt zusammengestellt hat. Abwechslungsreicher sind nur noch die Angaben über das Alter der Untergrenze des Schichtkomplexes.

In den Profilen SII und U gelang es nun, zumindest für den Bereich der Kammerker den Sedimentationsbeginn des bis zu 25 m mächtigen und von tithonischen Hornsteinkalken überlagerten Radiolarits zu erfassen.

Im Profil U liegt 10 cm unter der ersten, hier schwarzen Radiolaritbank noch eine *Ludwigella* der *concava*-Zone; im Profil SII fehlt zwar ein datierender Ammonit, dafür kann an diesem Profil sehr gut der sedimentäre Übergang der kalkigen in die kieselige Serie untersucht werden. Proben aus mehreren Bänken über dem Niveau 0 ergaben, daß in den beiden untersten Bänken des Radiolarits noch lagenweise Einschaltungen des Schalen-Biomikrits auftreten; in beiden Bänken zeugen auch wiederholte Bänder von Resediment-Brocken von der Fortdauer der am Ende der *concava*-Zone die Bank aus Rutschungsbreccie (s. S. 104) bedingten kleinen Bodenunruhen.

Biologische und geologische Merkmale schließen also eine Zeitlücke zwischen dem liegenden Rotkalk und dem Radiolarit aus, so daß der Radiolarit im Kammerker-Gebiet an der Grenze Aalenium/Bajocium einsetzt.

Diese Einstufung ist für das Kammerker-Gebiet neu — obwohl ihr die von GARRISON 1964 getroffene Zuordnung in die *opalinum*-Zone sehr nahe kommt — und erscheint für den bayerisch-nordtiroler Raum sehr tief. Für das Gebiet der Kammerker beschrieb HAHN (1910: 389) den Radiolarit im Kapitel „Oberer Jura". Die von ihm beobachtete Überlagerung von mittelliasischen Kalken durch Radiolarit und das Vorkommen von Radiolaritbänken im Mittellias selbst ist, wie wir seit den Arbeiten von VORTISCH wissen, durch schichtparallele Rutschungen bewirkt. VORTISCH selbst zählt den Radiolarit auch dem Oberjura zu.

Obgleich HAHN (1910: 390) keine Schichtlücke zwischen den liegenden Gesteinen und dem Radiolarit sieht, zögert er, den stratigraphisch richtigen Schritt zu tun und die Radiolarit-Untergrenze in den Dogger (nach seinen Kenntnissen sogar an die Unter-/Mitteljura-Grenze) zu legen. Diese Hemmung beruht wohl auf der Wunschvorstellung, daß der im Gelände leicht erkennbare Radiolarit als ein Leithorizont der nördlichen Kalkalpen überall zeitgleich einsetzen müsse. Zur Zeit HAHN's wiesen die wenigen Fossilfunde dem Radiolarit ein malmisches Alter zu.

Ähnliches findet sich bei GILLITZER (1913:182), der im östlich an die Kammerker anschließenden Reiteralp-Gebirge Radiolarit über datierbarem Lias einsetzen läßt, das kieselige Gestein jedoch ohne Begründung dem Oberen Jura zurechnet. Dagegen rechnet KRAUSS (1914:130), der nordöstlich an die Kammerker anschlie-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ßend arbeitete, den Radiolarit, da er Schichten mit *Coeloceras* sp. überlagert, folgerichtig zum „Liasgebiet".

Kühnel (1939:210) läßt die Sedimentation der Radiolarienkieselkalke der ganzen Salzburg-Berchtesgadener Alpen gleichzeitig und schlagartig mit dem beginnenden Dogger einsetzen, obwohl für diese großräumliche Aussage die notwendigen fossilen Belege fehlen; er schießt völlig über das Ziel hinaus, wenn er darüberhinaus seinen Leithorizont — diesmal leitend an der Lias/Dogger-Wende — durch die Chiemgauer und Bayerischen Alpen bis ins Allgäu zu verfolgen können glaubt.

Die jüngste Arbeit über das Berchtesgadener Gebiet von Barth 1968 drückt sich dahingehend aus, daß das Alter der Radiolarit-Untergrenze „zwischen sicher belegtem Lias und Malm nur grob mit ?Dogger bis Malm anzugeben (sei)".

Westlich der Kammerker-Gruppe ist — bleibt man in derselben tektonischen Einheit des Tirolikums — Radiolarit erst wieder in größerer Verbreitung im Sonnwendgebirge anzutreffen. Dort liegen über rotem, liasischem Kalk die Radiolariengesteine, die nach Wähner (1903:117) den Dogger und vielleicht auch einen Teil des oberen Jura vertreten sollten; neuerdings gibt Wendt (1969:225) die Verbreitung der Rotkalke bis ins obere Oxfordium (*transversarium*-Zone) an.

Nördlich der Kammerker-Gruppe, dort allerdings dem Bajuvarikum zugehörig, findet sich Radiolarit auf Blatt Marquartstein und Blatt Bergen. In der neuesten Bearbeitung des Blattes Marquartstein nennt Franz (in Ganss, 1967:69 ff) im Liegenden des Radiolarits noch eine *Choffatia* sp., die bis in das mittlere Callovien reichen kann. In Kombination mit den Lagerungsverhältnissen setzt Franz die Untergrenze des Radiolarits mit der Dogger/Malm-Grenze gleich. Auch auf Blatt Bergen wählt auch Ganss (1956:26) diese Einstufung, zumal der Radiolarit unterlagert werden kann von Kalken, die dem mittleren bis oberen Dogger entsprechen.

Eine Diskussion weiterer Einstufungen führt über diese Arbeit hinaus und soll einer späteren Studie vorbehalten bleiben. Als Ergebnis kann genannt werden:

1. Der Radiolarit beginnt im Kammerker-Gebiet mit dem Bajocium;
2. Die Untergrenze des Radiolarits ist in den Nordalpen keinesfalls gleich alt. Sie scheint jedoch in einigen Teilbereichen mehr oder weniger gleichzeitig einzusetzen. Darauf deuten die meisten Berichte aus dem Bajuvarikum, die den Radiolarit im Callovien oder an der Dogger/Malm-Grenze einsetzen lassen.

Zur Sedimentation und Diagenese des Radiolarits der Kammerker

In den Profilen U und SII wurden den untersten Radiolarit-Bänken Proben entnommen, um den Fazieswechsel zwischen dem liegenden Rotkalk und dem Radiolarit untersuchen zu können. Im besser erschlossenen Radiolarit-Teil des Profils SII wurden auch aus den folgenden Bänken, bis hinauf zu 3 m über dem Top des Rotkalkes, Proben untersucht. Die Gesteine wurden in petrographischen Dünnschliffen, in Dickschliffen und in Folienabzügen (s. Germann 1965) studiert.

Es werden zunächst Beobachtungen zur Sedimentation dargestellt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der Übergang aus der Muschelschalen-Biomikrit-Fazies zu der schon äußerlich sehr verschiedenen Radiolarien-Fazies vollzieht sich sehr schnell im Bereich dreier Bänke. Radiolarien kommen, stets untergeordnet unter Prodissoconche und Cephalopodenbrut, in den höchsten Partien des Rotkalkes bereits vor. In der untersten Radiolarit-Bank sind die Radiolarien dagegen gesteinsbildend; der biogene Anteil, fast nur aus Radiolarien-Schälchen bestehend, erreicht bis zu 80%. Die Matrix ist mikritisch. Lagen von Prodissoconchen und eingerutschtem, brecciösem Material an der Basis, in der Mitte und an der Oberfläche der zwei untersten Radiolarit-Bänke belegen das Nachklingen der Sedimentations-Verhältnisse des Rotkalkes. Auch die Kalksedimentation setzt mit Beginn des Radiolarits nicht aus; die Radiolarien sind stets mikritisch eingebettet, selbst in Bänken 3 m über der Untergrenze, die heute völlig verkieselt als Jaspis vorliegen, finden sich noch Anzeichen ursprünglicher mikritischer Matrix (s. S. 112). Gegen eine Zeitlücke zwischen Rotkalk und Radiolarit spricht auch die Art der Vermengung von eingerutschtem und einbettendem Material: es sind Strukturen zu sehen, die nur deutbar sind, wenn das gerutschte Material zumindest teilweise noch in plastischem Zustand wieder eingebettet wurde.

Im Stoffbestand der eingerutschten Sedimente (Schalen-Biomikrit, Cephalopodenbrut-Biomikrit, Echinodermen-Biomikrit, eckige Kieselbrocken) fallen die eckigen Kieselbrocken auf. Diese selten zu findenden Komponenten sind kaum angerundet, wasserklar und einheitlich strukturiert, grau bis hellbraun, bis zu 3 mm groß. Sie sind ein Hinweis darauf, daß die rutschenden Schichten über — schon vorher durch Rutschung vom Hangenden befreite — freiliegende und bereits verfestigte Hornsteinkalke glitten und dabei einzelne Kieselbrocken mitnahmen. Die Hornsteinkalke sind im Kammerker-Gebiet unter- bis mittelliasisch.

Die Einlagerungen von Muschelschälchen und Zwischenschaltungen eingerutschter Sedimente sind im Profil SII mit der dritten Radiolarit-Bank beendet. Die Gesteine bestehen nur noch aus Radiolarien (bis zu 80% des Gesteins), davon etwa 1% Nassellarien, sonst Spumellarien. Größere und kleinere Exemplare sowie die unterschiedlichen Formen sind ohne Sonderung abgelagert; gelegentlich deuten tonige Substanzen eine Schichtung an, die stets parallel zu den Bankungsfugen verläuft. Das Sediment besitzt alle Anzeichen eines ruhigen Absatzes. Die Matrix war ursprünglich mikritisch.

Nur kurz soll hier die Frage nach der Ursache des Fazies-Wechsels gestellt werden. Der Wandel von rotem Knollenkalk zu Radiolarit ist nicht nur in den nördlichen Kalkalpen ein häufig feststellbares Phänomen, man trifft auf ihn in den südlichen Kalkalpen ebenso wie in den Apenninen, den Dinariden, den griechischen wie den ungarischen Jura-Serien. Der zeitliche Einsatz ist, oft sogar in nahe gelegenen Profilen, unterschiedlich ausgebildet.

Die große regionale Verbreitung gleichartiger Sedimente schließt aus, daß die Fazies zufällige Naturereignisse — wie z. B. lokales Eindriften von Radiolarien-Schwärmen — widerspiegelt. Großräumig dagegen würden wirken: Veränderungen des Klimas, Auftreten von kieselsäure-zuführendem Vulkanismus, Verstärkung der Kieselsäure-Zufuhr vom Land, Bahnverlagerung kalter Strömungen oder Änderungen der Bathymetrie des Ablagerungsraumes.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Veränderungen klimatischer Faktoren dürften für eine Erklärung des Auftretens des Radiolarits ausscheiden; sie können sicher nicht den gleichartigen Sedimentationswechsel in geographisch auch im Jura so verschiedenen Breiten wie den n' Kalkalpen und etwa des Pindus-Troges ausdeuten. Kieselsäure-zuführender Vulkanismus ist in dem in Frage kommenden Zeitabschnitt in den n' Kalkalpen ganz selten beobachtet und nur schwer mit dem Radiolarit in Verbindung zu bringen. Darüber hinaus liegt keine rezente Meldung eines Zusammenhanges zwischen Vulkanismus und einer Radiolarien-Fauna vor (s. a. Beckmann 1953:324). Dagegen ist dieser Zusammenhang erkannt bei verstärkter Kieselsäure-Zufuhr vom Land her (Woolnough nach Beckmann 1953). Nun haben aber Bien, Contois & Thomas 1959 im Mississippi-Mündungsgebiet festgestellt, daß fast keine der vom Fluß zugeführten Kieselsäure ins freie Meer gelangt; sie wird im Flachwasser bereits organisch oder anorganisch gefällt. Für eine Flachwasser-Natur der mediterranen Radiolarite fehlt jeglicher faunistische Beweis.

So blieben als wirkende Faktoren der Einfluß neu auftretender kalter Strömungen und Änderungen der Bathymetrie zu diskutieren. Das Mitwirken von Strömungen am Einsatz des Radiolarits kann nicht ausgeschlossen werden; so könnte das oben angedeutete etwa gleichzeitige Auftreten der Radiolarien-Fazies in einzelnen, Orogen-parallelen Streifen der n'Kalkalpen durchaus von Strömungen bewirkt sein. Hauptursache für den Fazieswechsel Rotkalk/Radiolarit dürfte jedoch eine Vertiefung des Ablagerungsraumes gewesen sein: wir beobachten vom Rotkalk zum Radiolarit hin eine zunehmende Einseitigkeit des biogenen Faziesanteils; wir finden schließlich nur noch pelagische Faunen-Elemente, jeder biologische Hinweis auf flaches Wasser fehlt. Über die Tiefe des Beckens sagen die untersuchten Profile nur wenig aus; da aber die Radiolarien mikritisch eingebettet wurden, sollte eine Meerestiefe von 4000 m, die ± die Untergrenze der Kalksedimentation ist, nicht unterschritten worden sein.

Im folgenden werden die Beobachtungen zur D i a g e n e s e dargestellt. Es soll dabei versucht werden, das Gesehene in eine zeitliche Ordnung zu bringen, um einen Eindruck vom Verlauf der Diagenese zu vermitteln. Schlüsse auf chemische und physikalische Bedingungen während der Diagenese werden jedoch nicht gezogen. Die Beobachtungen entstammen Bänken 2 bzw. 3 m über der Basis des Radiolarits im Profil SII. Sie sind zusammengestellt in der Abb. 3.

Die auf den Meeresgrund absinkenden Radiolarien waren abgestorben und frei von organischer Substanz. Anders ist es nicht erklärbar, daß von den Radiolarien einer Schliff-Fläche etwa 90% mit Mikrit erfüllt sind (s. Taf. 5, Fig. 1). Die restlichen 10% blieben nach der Ablagerung zunächst hohl.

Der erste diagenetische Vorgang war die F ü l l u n g der 10% hohler Radiolarien mit Kalkspat bzw. sphärulitischem Chalzedon. Es handelte sich dabei wirklich um eine Neufüllung; Hinweise auf Verdrängung oder Umkristallisation einer vorhergehenden Hohlraum-Füllung fehlen. Die kalzitisch gefüllten Radiolarien sind in parallelen Bändern anzutreffen, die mit Bändern mit Chalzedon erfüllter Radiolarien wechseln. Im Schliff läßt sich keine Abhängigkeit dieser band-artigen Anordnung von primären Sedimentstrukturen erkennen, so daß man annehmen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

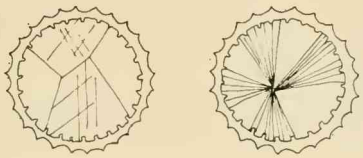
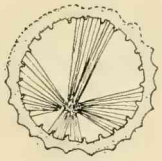
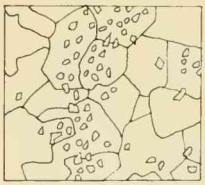
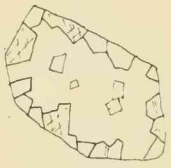
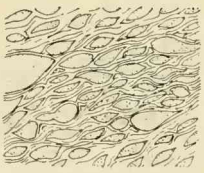
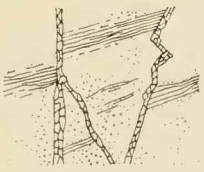
	Prozeß	Morphologie
Verfestigung	Hohlraum - Füllung	
	Lösung der Schale Ersatz durch Mikrit	
	Verkieselung	
	Sprossen von Kalzit	
Tektonik	Flaserung	
	Klüftung	

Abb. 3: Der zeitliche Ablauf der Diagenese im Radiolarit der Kammerker

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

muß, daß die zonierte Verteilung von Kalzit oder Chalzedon auf bank-parallele gleichartige physiko-chemikalische Bedingungen zurückzuführen ist.

Der Hohlraum-Füllung folgt die Auflösung der kieseligen Radiolarien-Schale, an deren Stelle selten Kalkspat, meist Mikrit tritt. Der Mikrit ersetzt die Schale so, daß er die häufig noch erhaltene Außenskulptur nachprägt; er hebt sich durch eine etwas dunklere Färbung von der mikritischen Matrix ab. Der Vorgang zeigt, daß das Gestein noch nicht verfestigt war, der Kalkschlamm war noch beweglich.

Der nächstfolgende diagenetische Vorgang ist die Verdrängung der ursprünglich mikritischen Matrix durch Mosaikquarz: die Verkieselung. Bei der verdrängenden Kieselsäure handelt es sich wohl um die aus den Radiolarienskeletten gelöste Substanz. Ob daneben schon primär anorganische Kieselsäure im Sediment verteilt war, konnte nicht nachgeprüft werden; in den noch heute mikritischen, nicht verkieselten, untersten Bänken der Radiolarit-Serie im Profil SII fand sich kein Hinweis auf andere Kieselsäure im Sediment als die der Radiolarien. Der verdrängte Kalk des Mikrits wandert nicht ab; die Mikrit-Teilchen schließen sich durch Sammel- oder Neukristallisation zu Kalzitkriställchen mit durchschnittlichen Größen von 3,5 μ zusammen, selten erreichen sie auch 20 μ. Der Mosaikquarz kann bei seinem Wachstum — was allerdings nur selten beobachtet wurde — auch den sphärulitischen Chalzedon der Radiolarien-Füllung verdrängen (s. Taf. 5, Fig. 3).

In den Schliffen, besonders aber in Folienabzügen, fallen gerundete Körper auf, in denen die ursprünglich mikritische Matrix trotz der sonstigen Verkieselung des Gesteins noch erhalten ist (s. Taf. 5, Fig. 2). Diese Partien sind regellos, ohne Bindungen an sedimentäre Merkmale in jeder kieseligen Bank zu finden. Sie zeigen mit ihrer statistischen Verteilung, daß die Verkieselung unter Bedingungen verlief, die unabhängig waren von der Ausgangsstruktur des Sediments.

Mit Ablauf der Verkieselung ist auch die Verfestigung des Gesteins abgeschlossen. Ein Vorgang, wie z. B. die Sediment-Setzung ist damit nicht mehr möglich. Setzung in mikritischen Gesteinen wird selten beschrieben, ich möchte hier nur einige Daten geben. In den Schliffen des Profils SII ist die Setzung des Sediments an zwei Kriterien ablesbar: a) an der Verkürzung des vertikalen Durchmessers der mit Mikrit gefüllten Radiolarien (die nur vertikale Deformation der ursprünglich kugeligen Radiolarien durch Setzung ist im Schliff nicht immer leicht von der ebenfalls die Achsen verkürzenden, aber schräg deformierenden Flaserung zu unterscheiden); mit Spat oder Chalzedon gefüllte Radiolarien werden von der Setzung nicht deformiert; b) an der Verkürzung von senkrecht zur Schichtung laufenden Klüftchen, die noch vor der Setzung aufrissen und mit Kalzit verheilten (Taf. 5, Fig. 4). Nach a) hat sich das Sediment um 25% seiner Ausgangsmächtigkeit gesetzt; aus b) ergibt sich der Wert von 20%.

Die folgenden Vorgänge sind spätdiagenetisch. An die Verkieselung schließt sich zeitlich das Neuaufsprossen von Kalzit an und die Verdrängung von Quarz. An größeren kieseligen Komponenten kann man beobachten, wie sich vom Rand her Kalzitkristalle in die kieselige Partie hineinschieben, teilweise sprossen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aber auch mitten im quarzigen Bereich idiomorphe Kalzitrhomboeder auf. Beobachtet wurden die Kalzite stets nur in einheitlich auslöschenden, quarzigen Bestandteilen, nie dagegen in Partien mit sphärulitischem Chalzedon.

Ein noch späterer Vorgang ist die Flaserung, deren Auswirkung man auch in den Radiolarit-Serien der Kammerker-Profile sehen kann. Die stark verkieselten Gesteinsteile wurden von dem Vorgang nicht betroffen, lediglich an schon sedimentär durch Lagen von Tonmineralien vorgeprägten Ablösungsflächen konnte auch der Radiolarit geflasert werden. Erkennbar ist der Vorgang an den in Richtung der Flaserung spitz-elliptisch verformten Radiolarien und der Anlagerung tonigen Materials im Druckschatten dieser Fossilreste.

Als letzter das Gestein prägende und im Schliff erkennbarer Vorgang sei die Klüftung und die Füllung der Klüfte mit Kalkspat genannt. Die Klüfte durchsetzen alle vorher beschriebenen Strukturen, sie sind also der jüngste überlieferte diagenetische Schritt in der Radialorit-Serie der Kammerker.

Schriftenverzeichnis

Beckmann, J. P.: Die Foraminiferen der Oceanic Formation (Eocaen-Oligocaen) von Barbados, Kl. Antillen. — Eclogae geol. helv. **46**, 2 : 301—412, 29 Abb., 1 Tab., Taf. 16—30, Basel 1953

Bien, G. S., Contois, D. E. & Thomas, W. H.: The removal of soluble silica from fresh water entering the sea. — Soc. econ. Paleont. Mineralogists, Spec. Publ. **7**, : 20—35, 11 Abb., Tulsa 1959

Eichler, R. & Ristedt, H.: Untersuchungen zur Frühontogenie von *Nautilus pompilius* (Linné). — Paläont. Z. **40**, 3/4 : 173—191, 4 Abb., 3 Tab., Taf. 16—17, Stuttgart 1966

Farinacci, A.: Le microbiofacies giurassiche dei Monti Martani (Umbria). — Univ. Studi Roma, Ist. Geol. Paleont., A VIII, **41**, 61 S., 17 Taf., Rom 1959

Fischer, A. G.: Fossilien aus Riffkomplexen der alpinen Trias: *Cheilosporites* Wähner, eine Foraminifere? — Paläont. Z. **36**, 1/2 : 118—124, Taf. 13—14, Stuttgart 1962

Fischer, R.: Die Dactylioceratidae (Ammonoidea) der Kammerker (Nordtirol) und die Zonengliederung des alpinen Toarcien. — Bayer. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abh., N. F. **126**, 83 S., 4 Abb., 5 Tab., 6 Taf., München 1966

Folk, R. L.: Practical petrographic classification of limestones. — Amer. Ass. Petrol. Geol. Bull. **43**, 1 : 1—38, 41 Abb., Tulsa 1959

Folk, R. L. & Weaver Ch. E.: A study of the texture and composition of chert. — Amer. J. Sci. **250**, : 498—510, 1 Abb., 4 Taf., New Haven/Conn. 1952

Ganss, O.: Geologie des Blattes Bergen. — Geol. Bavarica **26**, 164 S., 7 Abb., 5 Beil., 1 Prof.-Taf., 1 geol. Karte, München 1956

Ganss, O.: Blatt Nr. 8240 Marquartstein. — Erl. geol. Kte Bayern 1 : 25 000, 276 S., 33 Abb., 3 Tab., 3 Beil., München 1967

Garrison, R. E.: Jurrasic and early cretaceous sedimentation in the Unken Valley area, Austria. — Diss. Dept. Geol. Univ. Princeton, Mskr., Princeton 1964

Geczy, B.: Die jurassische Schichtreihe des Tüzköves-Grabens von Bakonycsernye. — Jb. ungar. geol. Anst. **49**, 2 : 507—549, 7 Taf., Budapest 1961

Geczy, B.: Ammonoides jurassiques de Csernye, Montagne Bakony, Hongrie. Part I. (Hammatoceratidae). — Geol. Hungarica, Sér. Palaeont. **34**, 276 S., 44 Taf., Budapest 1966

Germann, K.: Die Technik des Folienabzuges und ihre Ergänzung durch Anfärbemethoden. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh. **121**, 3 : 293—306, Taf. 28—29, Stuttgart 1965

Gillitzer, G.: Geologischer Aufbau des Reiteralpgebirges im Berchtesgadener Land. —

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Geognost. Jh. 25 (1912): 161—227, 22 Abb., Taf. 2, 1 Prof.-Taf., 1 tekt. Kte, 1 geol. Kte, München 1913

Gümbel, C. W. v.: Geognostische Beobachtungen des Bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. — 950 S., 25 Abb., 5 Ktn, 1 Bl. Gebirgsans., 42 Prof.-Taf., Gotha (Justus & Perthes) 1861

Hahn, F. F.: Geologie der Kammerker-Sonntagshorngruppe. 1. Stratigraphisch-paläontologischer Teil. — Jb. k. k. geol. R.-Anst. 60, 2 : 311—420, 20 Abb., Taf. 16—17, Wien 1910

Hahn, F. F.: dto. 2. Teil. — Jb. k. k. geol. R.-Anst. 60, 4 : 637—712, Taf. 24—26, 1 geol. Kte, Wien 1910

Hauer, F. v.: Über die Cephalopoden aus dem Lias der nordöstlichen Alpen. — Denkschr. k. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Cl. 11, 86 S., 25 Taf., Wien 1856

Heitzer, I.: Die Radiolarienfauna der mitteljurassischen Kieselmergel im Sonnwendgebirge. — Jb. geol. B.-Anst. 80, 381—406, Taf. 27—29, Wien 1930

Jurgan, H.: Genese und Fazies von Lias-Sedimenten in den Berchtesgadener Alpen. — Diss. TU Berlin, 122 S., 26 Abb., 5 Tab., Berlin 1967

Krauss, H.: Geologische Aufnahme des Gebietes zwischen Reichenhall und Melleck. — Geognost. Jh. 26 (1913) : 105—154, 9 Abb., 2 Beil., Taf. 3—4., 1 Prof.-Taf., 1 geol. Kte, München 1914

Kühnel, J.: Sedimentäre Kieselgesteine, Hornsteine und das Feuersteinproblem. — Z. dt. geol. Ges. 91, 3 : 207—231, Berlin 1939

Miller, H.: Gliederung und Altersstellung der jurassischen und unterkretazischen Gesteine am Südrand des Wetterstein-Gebirges („Jungschichtenzone") mit einem Beitrag zur geologischen Stellung der Ehrwaldite. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. 3, : 51—72, München 1963

Mišik, M.: Microfacies of the mesozoic and tertiary limestones of the west Carpathians. — 269 S., 101 Taf., 3 Ktn, Bratislava (Slovenska Akad. Vied) 1966

Oppel, A.: Palaeontologische Mitteilungen aus dem Museum des koenigl. Bayer. Staates. III. Ueber jurassische Cephalopoden. — Palaeont. Mitt. : 127—288, Taf. 40—50, München 1862

Perconig, E.: Microfacies of the Triassic and Jurassic sediments of Spain. — Internat. sedimentary petrogr. Ser. 10 : 1—63, 123 Taf., Leiden (Brill) 1968

Peyre, Yves: Etude sur les organismes du jurassique présentant en section taillée l'aspect de filaments. — Rev. Micropaléont. 2, 2 : 80—87, 2 Abb., 2 Taf., Paris 1959

Radoičić, R.: Microfacies du Jurassique des Dinarides externes de la Yougoslavie. — Geologija 9 : 5—377, 165 Taf., Ljubljana 1966

Renz, C.: Paroniceraten, Frechiellen und Leukadiellen der österreichischen und bayerischen Alpen, nebst schwäbischen und französischen Vergleichsstücken. — Verh. naturforsch. Ges. Basel 36 : 200—219, Taf. 4—5, Basel 1925

Renz, C.: Die vorneogene Stratigraphie der normalsedimentären Formationen Griechenlands. — 637 S., 4+11 Abb., 4 Taf., 6 Ktn, Athen (Inst. Geol. Subsurf. Res.) 1955

Rieber, H.: Ammoniten und Stratigraphie des Braunjura ß der schwäbischen Alb. — Palaeontographica, A, 122 : 1—89, Taf. 1—8, 25 Abb., Stuttgart 1963

Riedel, W. R.: Siliceous organic remains in pelagic sediments. — Soc. econ. Paleont. Mineralogists, Spec. Publ. 7 : 80—91, 3 Abb., Tulsa 1959

Seilacher, A.: Bathymetry of trace fossils. — Marine Geol. 5 : 413—428, 4 Abb., 2 Taf., Amsterdam 1967

Senn, A.: Beiträge zur Geologie des Alpensüdrandes zwischen Mendrisio und Varese. — Eclogae geol. helv. 18 : 550—632, 9 Abb., Taf. 20—22., Basel 1924

Vacek, M.: Über die Fauna der Oolithe von Cap S. Vigilio verbunden mit einer Studie über die obere Liasgrenze. — Abh. k. k. geol. R.-Anst. 12, 3 : 57—212, 20 Taf., 3 Abb., Wien 1886

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Vortisch, W.: Oberrhätischer Riffkalk und Lias in den nordöstlichen Alpen. — Jb. geol. B.-Anst. **76** : 1—64, 4 Abb., Taf. 1, Wien 1926

Vortisch, W.: Ursache und Einteilung der Schichtung. — Jb. geol. B.-Anst. **80** : 455—496, 3 Abb., Wien 1930

Vortisch, W.: Tektonik und Breccienbildung in der Kammerker-Sonntagshorngruppe. — Jb. geol. B.-Anst. **81** : 81—96, 1 Tab., 4 Abb., Wien 1931

Vortisch, W.: Die Juraformation und ihr Liegendes in der Kammerker-Sonntagshorngruppe. Beschreibung der Aufschlüsse. 1. Westrand des Gebietes (Kammerker). — N. Jb. Miner. Geol. Paläont., Abh. **73**, Abt. B : 100—148, Taf. 7—9, Stuttgart 1935

Vortisch, W.: Über schichtenparallele Bewegungen (Kammerker-Sonntagshorn-Gruppe und Osterhorngruppe). — Zbl. Miner. Geol. Paläont., Abt. B **1937** : 263—272, 272—286, 3 Abb., Stuttgart 1937

Vortisch, W.: Ein geologischer Querschnitt durch die Kammerker-Sonntagshorn-Gruppe. 1. Teil. Beschreibung der Aufschlüsse. — Abh. dt. Ges. Wiss. Künste Prag 1, 194 S., 13 Taf., Prag 1938

Vortisch, W.: Bemerkungen zu der Schrift von R. Weynschenk über das Sonnwendgebirge. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh. **1950** : 33—36, Stuttgart 1950

Vortisch, W.: Ähnlichkeiten im Bau dreier alpiner Gebirgsgruppen (Sonnwendgebirge, Kammerker-Sonntagshorn-Gruppe und Innere Osterhorn-Gruppe). — N. Jb. Geol. Paläont. Mh. **1950**, 4 : 116—125, Stuttgart 1950

Vortisch, W.: Ist der Überschiebungsbau in den rhätischen und jurassischen Gesteinen der nordöstlichen Alpen zweifelhaft? — N. Jb. Geol. Paläont. Mh. **1963**, 7 : 358—369, Stuttgart 1963

Wähner, F.: Beiträge zur Kenntnis der tieferen Zonen des unteren Lias der nordöstlichen Alpen. Teil I—VIII. — Beitr. Paläont. Österreich-Ungarn **2—6, 8, 9, 11**, Wien 1882—1898

Wähner, F.: Das Sonnwendgebirge im Unterinnthal. Ein Typus alpinen Gebirgsbaues. — 356 S., 96 Abb., 19 Taf., 1 geol. Kte, Leipzig und Wien (Deuticke) 1903

Weynschenk, R.: Beiträge zur Geologie und Petrographie des Sonnwendgebirges (Tirol) besonders der Hornsteinbreccien. — Schlern-Schr. **59**, 66 S., 15 Taf., 3 Beil., Innsbruck 1949

Wendt, J.: Stratigraphie und Paläogeographie des Roten Jurakalks im Sonnwendgebirge (Tirol, Österreich). — N. Jb. Geol. Paläont. Abh. **132**, 2 : 219—238, 1 Beil., 1 Abb., 1 Tab., Taf. 21—25, Stuttgart 1969

Wilson, R. C. L.: Silica diagenesis in upper jurassic limestones of southern England. — J. sedim. Petrol. **36**, 4 : 1036—1049, 5 Abb., Tulsa 1966

Zanmatti Scarpa, C.: Studio di alcune „Microfacies" del Bresciano. — Boll. Serv. geol. d'Italia **78**, 4—5 : 585—607, 1 Abb., 4 Taf., Roma 1957

Tafelerläuterungen

Tafel 4

Fig. 1: *Phylloceras perplanum* Prinz aus dem Niveau 240 des Profils Unkenbach. Bevorzugte submarine Anlösung an den fein verästelten Lobenspitzen der Sutur.

Fig. 2: Subsoluierter Echinodermen-Biomikrit. Auf der Lösungsfläche lagern schwarze Rückstände, darauf wachsen Foraminiferen auf. Unkenbach 90; Folienabzug; Positiv.

Fig. 3: Muschelschalen-Biomikrit mit Wühlgefügen. Die Wühlgänge sind z. T. von mergeligen Bestandteilen befreit und daher hell (rechts); z. T. ärmer an Resten von Prodissoconchen (links). Scheibelberg II 0—10; Folienabzug; Positiv.

Fig. 4: Durch langsames und gleichmäßiges Abregnen der Schälchen verursachtes „Spreizgefüge". Hohlräume mit Spat gefüllt. Scheibelberg II 0—10; Folienabzug; Positiv.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 1: Mikritisch gefüllte Rediolarien. Unten links zwei ursprünglich hohlgebliebene, später mit Chalzedon gefüllte Radiolarien. Scheibelberg II + 10, unterste Radiolaritbank. Dünnschliff.

Fig. 2: Kalkige Partien mit unregelmäßiger Begrenzung im rein kieseligen Radiolarit. Scheibelberg II + 3 m; Folienabzug; Positiv. ×3.

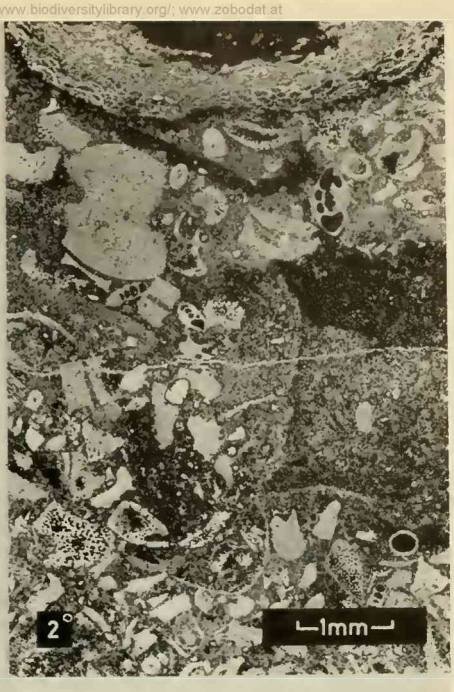
Fig. 3: Verkieselter Radiolarit. Die großen grauen und schwarzen Flecken sind Quarze, die kleinen Kriställchen sind sammel- oder neukristallierte Kalzite. Scheibelberg II + 2 m; Dünnschliff; + Nicols.

Fig. 4: Durch Setzung verkürztes Klüftchen im Radiolarit. Scheibelberg II + 10; Folienabzug; Positiv.

Nachtrag

Die Arbeit „Garrison, R. E. & Fischer, A. G.: Deepwater limestones and radiolarites of the alpine Jurassic. — Soc. econ. Paleont. Miner., Spec. Publ. 14: 20—56, 22 Abb., Tulsa 1969" konnte nicht berücksichtigt werden. Sie erschien nach der Drucklegung des Manuskriptes.

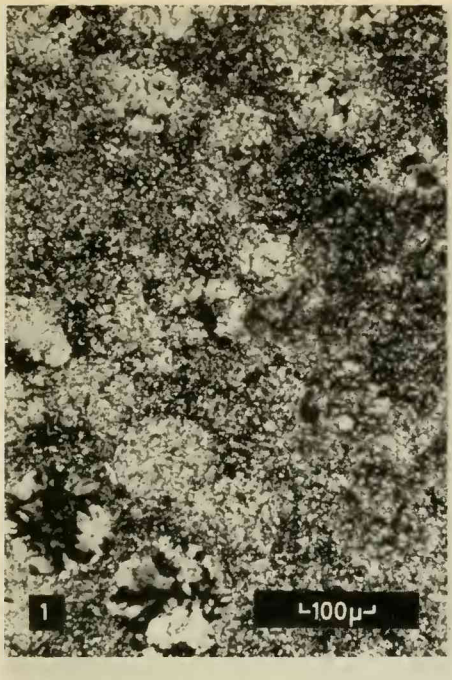
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

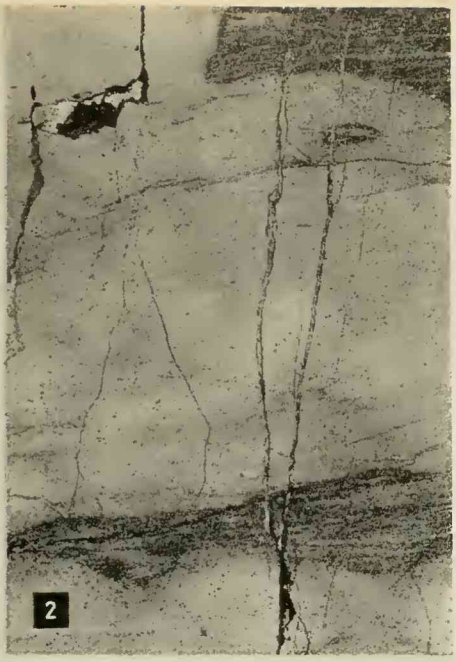


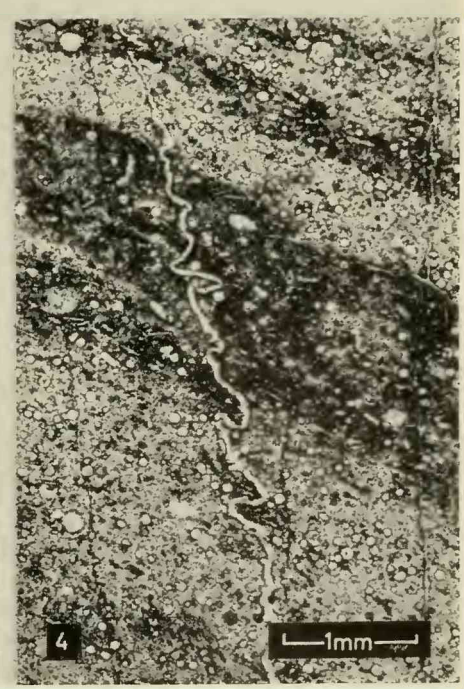
FISCHER, R.: Roter Ammonitenkalk und Radiolarit aus dem unteren Dogger . . . . **Tafel 4**

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at







FISCHER, R.: Roter Ammonitenkalk und Radiolarit aus dem unteren Dogger . . . . **Tafel 5**

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und Histor. Geologie

Jahr/Year: 1969

Band/Volume: 9

Autor(en)/Author(s): Fischer Rudolf

Artikel/Article: Roter Ammonitenkalk und Radiolarit aus dem unteren Dogger der Kammerker (Nordtirol) 93-116