

**Mitteltriadische Riffe der Nördlichen Kalkalpen und
altersgleiche Bildungen auf Karaburun und Chios (Ägäis)**

von
E. Ott

Herrn Prof. Dr. Richard Dehm zum 65. Geburtstag gewidmet

Mit 2 Tafeln und 7 Abbildungen im Text

Anschrift:
Dr. Ernst Ott
Institut für Geologie, Technische Universität
D-8 München 2
Arcisstraße 21

Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.	21. Bd.	S.251-276	Innsbruck, 1972
-------------------------------	---------	-----------	-----------------

Inhalt:

I.	Der Wettersteinkalk der Nordalpen	254
	a) Bau und Entstehungsgeschichte eines Riff-Komplexes	254
	b) Die Abfolge der einzelnen Faziesbereiche	255
	c) Stratigraphische Ergebnisse	261
II.	Altersgleiche Bildungen der Ägäis	261
	a) Vorbemerkung	261
	b) Der Riffkomplex in Karaburun	262
	c) Die Verhältnisse auf Chios	268
	d) Ergebnis	270
	Literatur	271

Zusammenfassung

Ein Riffkomplex im nordalpinen Wettersteinkalk besteht aus einer ausgedehnten Lagune, die von einem Saumriff umgeben wird. Gegen außen schließt sich die Beckenfazies der Partnachsichten an. Während der gesamten Entwicklung vom Oberanis bis ins Karn sind die randständigen Riffe ins Becken vorgewachsen und haben das Areal der Riffplatten auf Kosten der Partnachsichten vergrößert (bis zu 1000 km²). In einer Schichtsäule liegen in vertikaler Abfolge die verschiedenen Faziesbereiche so übereinander, wie sie gleichzeitig auch nebeneinander vom Becken zur Lagune hin entstanden sind. Der fertige Riffkomplex bietet das Bild einer eingesunkenen Riffschüssel, die mit lagunären Sedimenten gefüllt ist. Riff und Lagune haben sehr unterschiedlichen Fossilbestand.

Wichtigster Gerüstbildner und -binder im Riff ist das Problematikum *Tubiphytes obscurus*. Neben Korallen und Hydrozoen fallen besonders Kalkschwämme auf; charakteristisch sind segmentierte Formen (Sphinctozoa), die mit mehreren Gattungen vertreten sind. Ein bezeichnender Epöke auf allen Riffbildnern ist das Problematikum *Ladinella porata*. An Algen kommen im Riff Solenoporaceen, Codiaceen und Cyanophyceen vor, nicht jedoch Dasycladaceen. – Im Riffschutt sind Fragmente all dieser Skelettbildner zu finden, im Vorriff kommen noch reichlich Crinoiden-Stielglieder hinzu.

Die Lagunensedimente bestehen aus einer zyklischen Folge von Algenstromatolithen und Dasycladaceen-Rasen. Unter den Dasycladaceen nehmen *Teutloporella nodosa* und *T. herculea* einen riffnahen Bereich der Lagune ein. *Diploporella annulata* bewohnt die riff-ferne Lagune und kommt nur im unteren und mittleren Wettersteinkalk vor. Der hangende, cordevolische Anteil der Lagune wird von der Alge *Poikiloporella duplicata* bevölkert.

In den Mitteltriasriffen der Ägäis lassen sich das Bauprinzip und grundsätzlich die gleiche Faziesverteilung wiederfinden wie im Wettersteinkalk, wenn auch die Beckensedimente als Hornsteinplattenkalke vorliegen und in der Lagune die den Alpen fremde Alge *Oligoporella chia* die Vorherrschaft besitzt.

Summary

A reef complex of the so-called Wetterstein-Limestone (Middle Triassic, Northern Alps) shows an atoll-like structure. Margin reefs, growing towards the Partnach basin, are surrounding an extending lagoon.

In the reef core the probelamiticum *Tubiphytes obscurus* is the most abundant fossil. Apart from corals and hydrozoans the calcareous sponges play an important part as frame builders. Especially the thalamid sponges (Sphinctozoa) are very typical for the reef environment. The following genera can be observed: *Colospongia*, *Dictyocoelia*, *Uvanella*, *Follicatena*, *Vesicocaulis*, *Amblyosphonella*, *Girtyocoelia*, *Cryptocoelia*, *Cystothalamia*, *Olangocoelia*. The pustules of the epizoic problematicum *Ladinella porata* are very common at all these frame builders. Calcareous algae are represented by Codiaceae, Solenoporaceae, and Cyanophycean crusts.

The lagoonal deposits are characterized by a sequence of algal stromatolites and banks of dasyclad algae. The dasyclad algae show a different distribution in the lagoon. *Teutoporella nodosa* and *T. herculea* occupy a zone near the margin reefs. *Diplopora annulata* occurs only in the central lagoon. The uppermost banks of Cordevolic age contain *Poikiloporella duplicata*.

In Middle Triassic reefs from Karaburun peninsula and from the isle of Chios (Greece) a similar facies distribution could be recognized as in the Wetterstein limestone of the Northern Alps. Unknown from the Alps is the dasyclad alga *Oligoporella chia*, which is very abundant in the lagoonal sequence of the Aegean reefs.

I. Der Wettersteinkalk der Nordalpen

a) Bau und Entstehungsgeschichte eines Riff-Komplexes

In der nordalpinen Mitteltrias stehen sich 2 fazielle Großbereiche altersgleich gegenüber: als Beckenfazies die Partnachsichten, als Riff-Fazies im weitesten Sinne die Kalkmassen des Wettersteinkalkes. Diese beiden Fazies können jeweils für sich allein das ganze Ladin und Unterkarn (Cordevol) vertreten. Dabei wird der Wettersteinkalk in den Kalkhochalpen 1000–1700 m dick. In den Partnachsichten sind vollständig aufgeschlossene Profile nicht vorhanden. Im "Wamberger Sattel", einem Partnachbecken mit durchgehender Beckenfazies nördlich des Wettersteingebirges, wird die Mächtigkeit der Partnachsichten auf 400–600 m geschätzt. Im Übergangsfeld der beiden Faziesbereiche, wo also Partnachsichten und Wettersteinkalk zusammen in einer Schichtsäule vorkommen, ist es stets so, daß der Wettersteinkalk die Partnachsichten überlagert. Wenn wir die Situation zu Anfang und am Ende der Wettersteinkalk-Bildung vergleichen, so sehen wir, daß am Ende die Kalkfazies ihr Areal wesentlich vergrößert hat auf Kosten der Partnachfazies. Nirgends ist der Fall bekannt, daß Partnachsichten ihrerseits den Wettersteinkalk überlagern. Es ist also ein gerichtetes Übergreifen der Riffe ablesbar, die während des gesamten Ladins und Unterkarns in die sie umgebenden Becken hineingewachsen sind und dabei diese verschmälert haben. Seinen Ausgang genommen hat das Riffwachstum im Oberanis an einigen Riffknospen auf Schwellenzonen, deren Anlage schon im unterlagernden Muschelkalk sich ankündigt. Beim Vorwachsen gegen die Becken haben die Saumriffe hinter sich immer mehr Platz für eine lagunäre Sedimentation geschaffen.

Nach der Faziesregel von J. WALTHER (1893) folgen in einem lückenlosen, von exogenen Einflüssen unberührten Sedimentstapel nur solche Sedimente übereinander, die gleichzeitig auch in dieser Reihenfolge nebeneinander abgelagert wurden. Diese Regel ist im Wettersteinkalk sehr schön bestätigt. In jeder Schichtsäule, die mehrere Faziestypen enthält, ist die gerichtete Fazieswanderung ablesbar, die durch das stete Übergreifen der Riffe auf das Becken erzeugt wurde. Vom Liegenden ins Hangende sind also die Faziestypen in gleicher Reihenfolge anzutreffen, in der sie gleichzeitig nebeneinander vom Becken zur Lagune hin sedimentiert wurden. Die Mächtigkeit der einzelnen Bereiche ist natürlich sehr unterschiedlich, je nach der paläogeographischen Lage der Schichtsäule im ehemaligen Riffkomplex. Mitten im Zentrum der späteren Lagune ist die basale Riff-Fazies in der Regel nur sehr geringmächtig oder nur durch Riffschutt angedeutet (vgl. Abb. 1).

Aus der horizontalen Komponente des ins Becken gerichteten Riffwachstums und aus der vertikalen Komponente der Absenkung unter den Riffplatten resultiert eine Schrägbeziehung der Fazies innerhalb des fertigen Riffkomplexes, welche in der Profilreihe 1–9 der Abb. 1 dargestellt ist. Das dazugehörige Schaubild des Riffkomplexes am Ende der Wettersteinkalk-Bildung zeigt eine eingesunkene Riffschüssel, die mit lagunären Sedimenten angefüllt ist. Man sieht daraus auch, daß die massige Riff-Fazies des Wettersteinkalkes durchaus nicht nur einem unteren Anteil zukommt, dem dann ein gebankter Hangendabschnitt folgen müßte, wie man dies aus vielen Profilen folgern könnte. Solche Standardprofile sind in ihrer Auslese tektonisch bedingt. Die ins Partnachbecken auskeilenden Ränder der Riffplatten, in denen die Riff-Fazies den obersten, cordevolischen Anteil des Wettersteinkalkes ausmacht, sind bei der Tektonik meist amputiert worden. Solche Randprofile sind deshalb selten; Beispiele gibt es am Westrand der Heiterwand, in den Ammergauer Bergen, östlich des Kaisergebirges, am Nordrand des Karwendelgebirges. Größtenteils liegt jedoch der Wettersteinkalk unmittelbar unter den Raibler Schichten als lagunärer Bankkalk vor.

b) Die Abfolge der einzelnen Faziesbereiche

Innerhalb der beiden weitgefaßten Faziesräume "Becken" und "Riffplatte" läßt sich nun weiter untergliedern, nach Lithologie, Mikrofazies und Fossilbestand. Bei der Besprechung dieser Faziesgliederung wandern wir am besten auf einem beliebigen, aber altersgleichen Niveau aus dem Becken gegen das Zentrum der Riffplatte. In Abb. 1 sind die besprochenen Bereiche mit Großbuchstaben A–G bezeichnet.

Die Beckenfazies der Partnachschichten (A) besteht aus Tonschiefen mit eingeschalteten Mergelkalken, Hornsteinknollenkalken, zum Teil auch bituminösen Dolomiten. Sandsteine werden bei durchgehender Beckensedimentation als Abgrenzung zu den hangenden Raibler Schichten gewertet. Die Fauna ist spärlich. Vereinzelt Ammoniten haben vor allem stratigraphische Bedeutung erlangt, zum Beispiel beweist das Vorkommen der Gattung *Trachyceras* s. str. in den Partnachschichten der Saile bei Innsbruck, daß der überlagernde Wettersteinkalk dort schon karnisch ist (MUTSCHLECHNER 1933). Brachiopoden, zum Teil auch Arten der Cassianer Schichten, kommen vorwiegend in den hangenden Kalkbänken der Partnachschichten vor, die schon zum Faziesbereich (B) der Übergangskalke überleiten. An Mikrofossilien gibt HAUERSTEIN (1964) einige Foraminiferen, Ostracoden und Schwammnadeln an. – In sedimentologischer Hinsicht ist bemerkenswert, daß keine gradierten Turbidite mit Detritus der nahen Wettersteinkalkriffe oder submarine Rutschungsbrekzien von der Riffhalde her bis in die Partnachschichten vorgedrungen sind. Bei heutigen Riffen hingegen sollen über 90 % des Detritus an das offene Meer in dieser Weise abgegeben werden und hunderte von Kilometern weiterverfrachtet werden (K.E. CHAVE, mündlich). Das Fehlen solcher Schüttungen in die Partnachschichten kann wohl nur durch sehr flache Böschungswinkel für den Übergang vom Riff ins Becken erklärt werden. Aus der Überlegung, daß über Partnachschichten nach einem etwa 50 m mächtigen Riffschutt-Sockel schon autochthone Riffbildner gedeihen konnten, kommt man zu einer Wassertiefe der Becken von etwa hundert Metern. Auch die Ausgleichung des

Reliefs über Riffkomplexen und Partnachbecken durch die Raibler Schichten mit ihrem Flachwasser-Bezugshorizont der Sphaerocodienkalke kann zur Ermittlung der Reliefunterschiede herangezogen werden. Sie liefert Werte von 50 bis maximal 200 Meter (vgl. SARNTHEIN 1967).

Mit unscharfer Grenze zu den liegenden Partnachschieben stellt sich im Übergang zum Wettersteinkalk eine insgesamt kalkreichere Randfazies ein (B), in der sich die Nähe der heranwachsenden Riffe durch kleinstückigen, eingestreuten Riffschutt ankündigt. Es bleibt aber das dunkle, pelitische Bindemittel als Kennzeichen der Beckenfazies. Diese Kalke ähneln, vor allem im Liegendabschnitt, sehr den Kalkbänken innerhalb der Partnachmergel, weshalb sie von MILLER (1965, 1971) als Partnachkalke bezeichnet werden und mit gutem Grund noch der Beckenfazies und nicht dem hangenden Wettersteinkalk zugerechnet werden. Andere Bezeichnungen sind Übergangskalke (KRAUS & SCHMIDT-THOME 1967, OTT 1967) oder "Untere Abteilung des Wettersteinkalkes" (ERHARDT 1931). Bodenständige Faunenelemente dieser Fazies sind Crinoidenhäcksel, Kotpillen, Foraminiferen, Daonellen, Brachiopoden und vereinzelte Ammoniten. Auch der Übergang in den hangenden Wettersteinkalk ist naturgemäß unscharf. Es stellen sich gegen das Hangende immer mehr Riffschuttlagen mit Korngrößen über 5 mm ein, es bleibt aber die dunkle Matrix und es kommt nicht zur Ausbildung von größeren Hohlräumen durch Auswaschung oder Versturz der Komponenten. Crinoidenreiche Mergelkalke als Liegendes der Raibler Schichten, wie im Profil 2 der Abb. 1 dargestellt, kommen in den Ammergauer Alpen vor (SCHNEIDER & WALDVOGEL, 1964, S. 109).

Darüber folgt der eigentliche Schuttkranz der Riff-Flanke als Bereich C, ein Schuttalk aus Skelett-Trümmern der Riffbildner und aus vom Riffgerüst losgerissenen, schon verfestigt gewesenen Gesteinsstücken. Die schlecht sortierten, unverrundeten Komponenten sind durch Spatit zementiert, der Feinanteil ist ausgewaschen oder nur in kleinen Nestern festgehalten, daher helle Gesteinsfarben. Sehr oft beginnt der Wettersteinkalk in dieser Fazies direkt über den Hornsteinknollenkalken des unterlagernden alpinen Muschelkalkes, welche übrigens in ihrer Mikrofazies den Partnach- oder Übergangskalken entsprechen. Die Fossilschuttbrekzien im Vorriff wurden an 2 Stellen im Karwendelgebirge näher untersucht (OTT 1967). Crinoidenstielglieder, zum Teil fingerdick, herrschen vor. 5 bis 18 % der Dünnschliff-Flächen nehmen Fragmente von kompaktzelligen Rotalgen ein (*Solenopora*, *Parachaetetes*). Sie konnten sonst nirgends im Wettersteinkalk in dieser Massierung gefunden werden. Wahrscheinlich besiedelten sie einen schmalen Bereich an der Riff-Außenkante und wurden als abgerissene Trümmer an der Halde angereichert. Der akzessorische Organismenschutt dieser Riff-Flanke ist bei OTT (1967, S. 78) aufgezählt. Erwähnenswert ist noch das Vorkommen von eingestreuten Wirtelalgen-Röhrchen an diesem Ort, weil diese sonst nur in der Lagune auf der Riffplatte typisch sind. Sie wurden wahrscheinlich durch ablaufende Gezeitenströmungen hierher verfrachtet, die durch Lücken im Saumriff Material von den Riffplatten in den Vorriff-Fächer transportieren konnten. Das Auftreten von *Diplopora annulata* unmittelbar über den Hornsteinknollenkalken des Muschelkalkes ist hier insofern von Bedeutung für die Stratigraphie, weil im benachbarten Wettersteingebirge im gleichen Niveau eine Ammonitenfauna des obersten Illyr (Avisianus-Zone) vorkommt, und weil somit auch für *Diplopora annulata* ein

Hinabreichen ins oberste Anis gefolgt werden kann (vgl. OTT 1972).

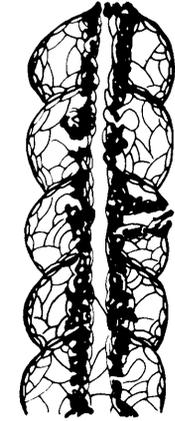
Diese Besonderheit der Ammonitenfauna von Ehrwald verlangt noch eine Erklärung in unserem Fazieskonzept. Wie aus der Abb. 1 ersichtlich, sind die Keimzellen der Wettersteinkalkriffe dort zu suchen, wo dieser ohne Zwischenschaltung von Partnachschichten direkt dem Muschelkalk auflagert. Dieser unterste Wettersteinkalk unmittelbar auf den Schwellenkalken des unterlagernden Muschelkalkes ist in seiner Mikrofazies sehr mannigfaltig. Er kann in Riffkern-Fazies als eine der initialen Riffknospen vorliegen, oder als Schuttkalk einer solchen Riff-Flanke, oder auch als feiner Kalkschlick, wenn er in ruhigen Kleinwannen zwischen den ersten Riffanlagen oder an der beckenwärtigen Seite davon sedimentiert wurde. In der Regel hat der letzte Fall zu sterilen Dismikriten geführt, wie sie z.B. im Karwendel an der Basis des Wettersteinkalkes manchmal gefunden werden können. Als lokale, fossilreiche Variante des letzten Typs muß wohl auch das berühmte Ammoniten- und Gastropodenvorkommen im untersten Wettersteinkalk der Zugspitze angesehen werden. Es ist von REIS (1900, 1905, 1927) an einigen Sturzblöcken ausgebeutet worden, deren Abkunft jedoch gesichert ist. Das den Ammoniten noch anhaftende Sediment ist ein dichter Kalklutit, ohne Spur eines nahen Riffes. LEUCHS (1947) hat denn auch dieses Vorkommen als ladinischen, weißen "Hallstätterkalk" interpretiert.

Im Riff selbst (Bereich D) wird durch autochthone Kalkbildner ein Gerüst gebildet, in dem Detritus und Resedimentbrocken festgehalten werden, welche wiederum durch schuttbindende Organismen verkrustet und befestigt werden. Auch feiner Kalklutit kann in Hohlformen sedimentiert werden. Mikrofazieswechsel im kleinen Bereich ist typisch. Größere Hohlräume sind durch mehrere, frühdiagenetisch gesproßte Spatitrasen von den Wänden her zugewachsen, was zur Bildung der sogenannten Großoolithe geführt hat. Sie wurden früher für Organismen gehalten (Evinospongien), ihre anorganische Entstehung als chemische Internsedimente wird heute nicht mehr bezweifelt. LEUCHS (1928) und VIDAL (1953) haben sich speziell mit den Großoolithen des Wettersteinkalkes beschäftigt.

Hauptriffbildner ist *Tubiphytes obscurus* MASLOV, ein Problematikum, das vor allem in permischen Riffen weltweit verbreitet ist (Taf. 1). Für die Trias ist es im Wettersteinkalk erstmals nachgewiesen worden (Vorkommen und Synonymie in KRAUS & OTT 1968). Zusammen mit Cyanophyceenkrusten hat dieser Organismus auch erhebliche Bedeutung für die Befestigung des Schuttes durch seine inkrustierende Wuchsform. Man kann sagen, daß er in den permischen Riffen Nordamerikas und im Wettersteinkalk die Rolle eingenommen hat, die in rezenten Riffen die Corallinaceen spielen.

Neben verschiedenen, zum Teil sehr feinästigen Korallen (*Theocosmilia*, *Margarosmilia*, *Calamophyllia*, *Pinacophyllum*) und stengeligen Hydrozoen (*Holocoelia toulai* STEINMANN) sind es vor allem die Kalkschwämme, die als Gerüstbildner auftreten und die ein bezeichnendes Faunenelement der Wettersteinkalkriffe abgeben. Die ungliederten Pharetronen sind durch die Gattung *Peronidella* vertreten; auch schornsteinförmige Formen von 5 cm Durchmesser (noch unbestimmt) kommen vereinzelt vor. Bezeichnend sind gegliederte Kalkschwämme, die Sphinctozoen, die von OTT 1967 näher in Dünnschliffen untersucht wurden und die seitdem in verschiedenen anderen Mitteltrias-Vorkommen bearbeitet wurden (KRAUS & OTT 1968, DIECI,

APORATA



Vesicocaulis alpinus

0 1 2 3mm

Follicatena cautica



Vesicocaulis depressus



*Girtyocoelia
oenipontana*



Uvanella irregularis

PORATA

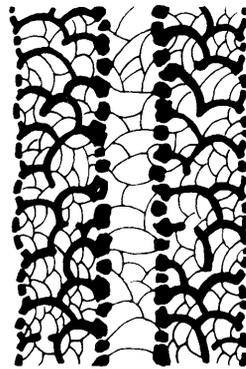


Colospongia catenulata

0 1 2 3mm

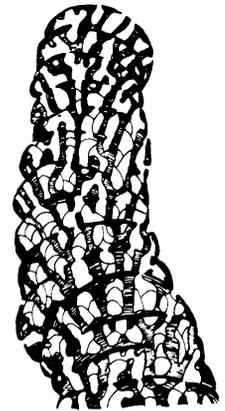


Dictyocoelia manon



Cystothalamia bavaria

0 5 10mm



Cryptocoelia zitteli

Sphinctozoa im Wettersteinkalk

Schematische Schnittbilder

Abb.2

ANTONACCI & ZARDINI 1970, BECHSTÄDT & BRANDNER 1970, JABLONSKY 1971).

Ein Teil der Wettersteinkalk-Sphinctozoen ist in Abb. 2 zusammengestellt. Neu hinzugekommen sind inzwischen *Vesicocaulis carinthiacus* OTT, *Colospongia* sp., *Amblysiphonella* sp., *Celyphia submarginata* (MÜNSTER), *Olangocoelia otti* BECHSTÄDT & BRANDNER.

Das explosive Auftreten der Kalkschwämme, vor allem der Sphinctozoen in den Riffen in Perm und Trias wird von der Paläontologie durch das vorübergehende Freiwerden des Biotopes während der Umstellung der paläozoischen Korallenfauna zu den mesozoischen Hexakorallen erklärt.

Als Epöke auf den verschiedensten Riffbildnern kommt das Problematikum *Ladinella porata* OTT vor.

An Kalkalgen sind im Riff selbst zu erwähnen: Strauchartige Polster von Codiaceen, flachkrustige Solenoporaceen, *Zonotrichites*; auch *Thaumatoporella parvovesiculifera* RAINERI kommt schon im Wettersteinkalk vor. Die Dasycladaceen meiden das Riff selbst, sie sind Bewohner der Lagune. Lediglich *Teutloporella nodosa* geht sehr nahe ans Riff heran und kann zusammen mit *Tubiphytes* im Achterriff gefunden werden.

Innerhalb der Lagunensedimente ist eine Zonierung im Vorkommen der verschiedenen Dasycladaceen-Arten festzustellen. Noch in dem von der Detritus-Schüttung des Riffes beeinflussten Bereich breitet sich *Teutloporella herculea* aus, vorwiegend in Reinkultur (Bereich E). Die getrennten Vorkommen dieser *Teutloporella herculea* und der altersgleichen *Diplopora annulata* im Wettersteinkalk hatten schon PIA (1940) beschäftigt und er hat eine Verbreitung von *T. herculea* am Südrand, von *D. annulata* am Nordrand der Kalkalpen angenommen. Untersuchungen im Riffkomplex des Karwendels haben gezeigt, daß die getrennten Vorkommen so zu erklären sind, daß *T. herculea* an die Riffnähe besser angepaßt ist als *D. annulata*, die einen riff-fernen, von der Detritus-Schüttung nicht mehr erreichten Bezirk der Lagune bewohnt (Bereich F). *Diplopora annulata* bleibt außerdem auf den untersten und mittleren Teil des Wettersteinkalkes beschränkt, sie überschreitet im Gegensatz zu *Teutloporella herculea* nicht die Cordevolgrenze. Im höheren Teil der Lagune tritt erstmals *Poikiloporella duplicata* auf (Bereich F), manchmal kann auch *Clypeina besici* im höchsten Wettersteinkalk beobachtet werden.

Für die Stratigraphie ist wichtig, daß *Poikiloporella duplicata* als faziesunabhängiges Ereignis neu auftritt und, zusammen mit *Clypeina besici*, auch in Karbonatgesteinen über den Raibler Schichten vorkommt. Ihr Erstauftreten kann im Vergleich mit Trachyceraten-Funden an den Beginn des Cordevols verlegt werden. Somit ist das Cordevol mit dem Karn algenfloristisch verbunden, und es kann auch in durchgehender Karbonatfazies vom Liegenden gut abgegrenzt werden. Aus diesem Grunde wird vom Verfasser das Cordevol zum Karn gerechnet, wie dies auch der internationalen Gepflogenheit nach der Ammonitenchronologie entspricht (vgl. OTT 1972).

Die Wettersteinkalk-Lagune ist gekennzeichnet durch eine rhythmische Folge von Kompaktbänken und Zwischenschichten. Die Faziesvarianten der Kompaktbänke wurden durch SARNTHEIN (1966) sedimentologisch charakterisiert. Die Zwischenschichten entsprechen den von A.G. FISCHER unter dem Sammelbegriff "Loferite" definierten Gesteinstypen des Intergezeitenbereiches. In biologischer Hinsicht fällt auf,

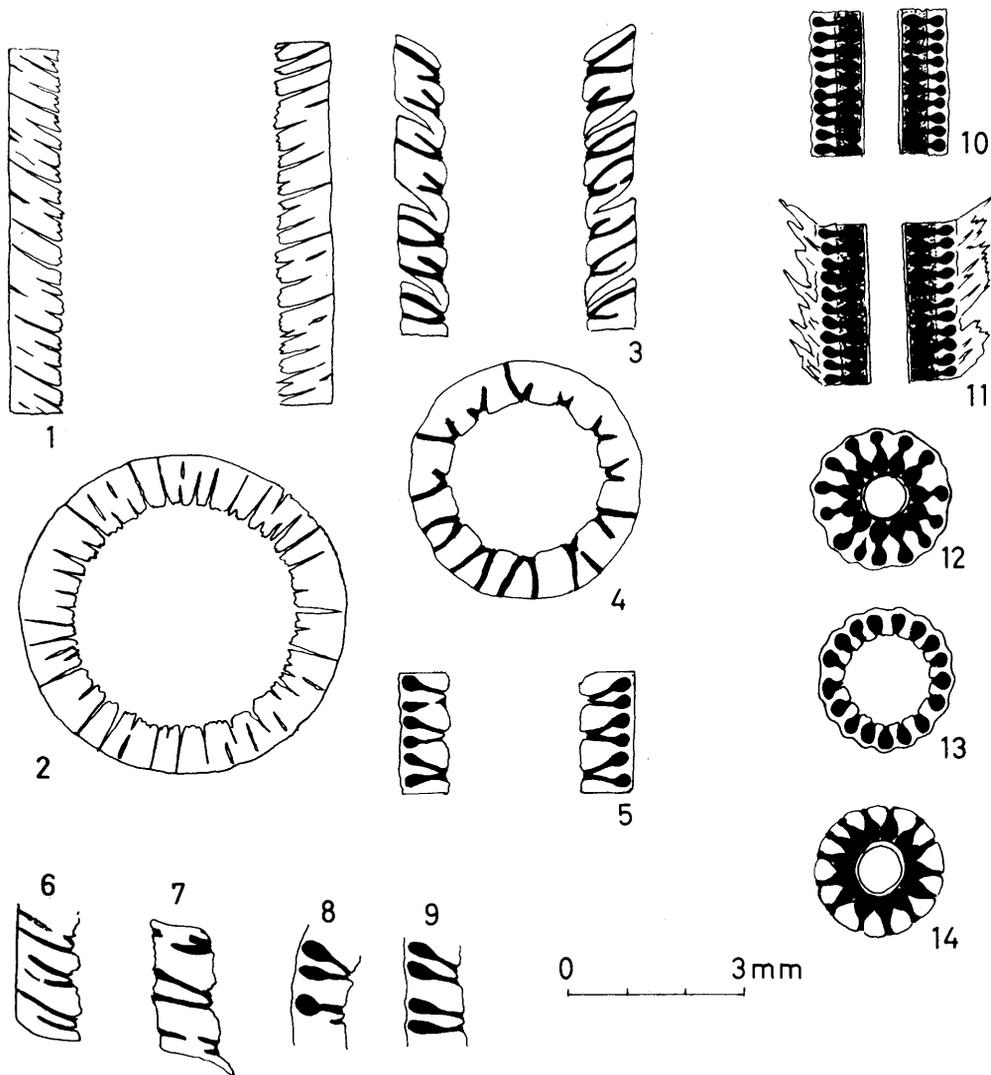
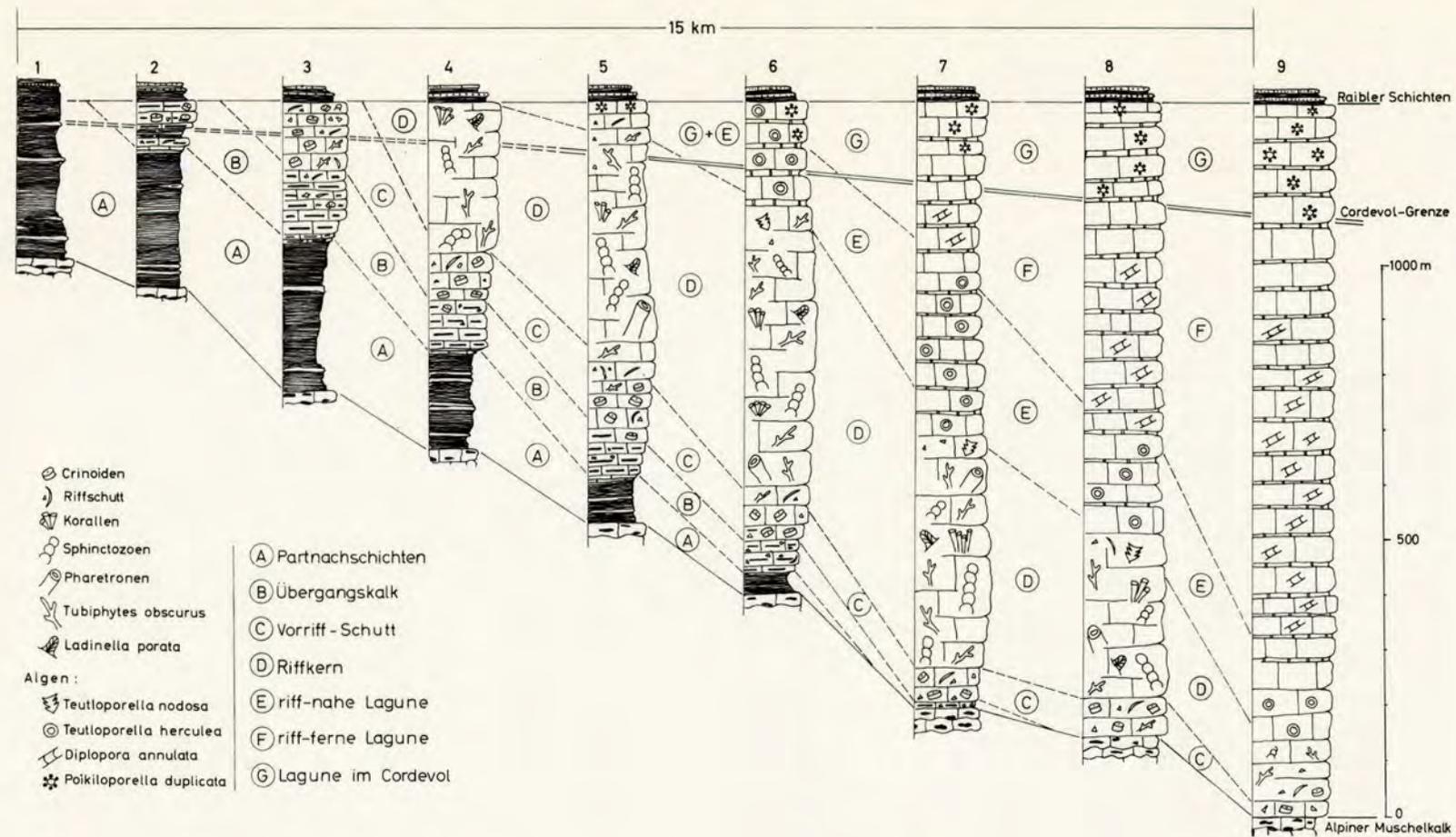


Abb. 3: Die wichtigsten Kalkalgen des Wettersteinkalkes.

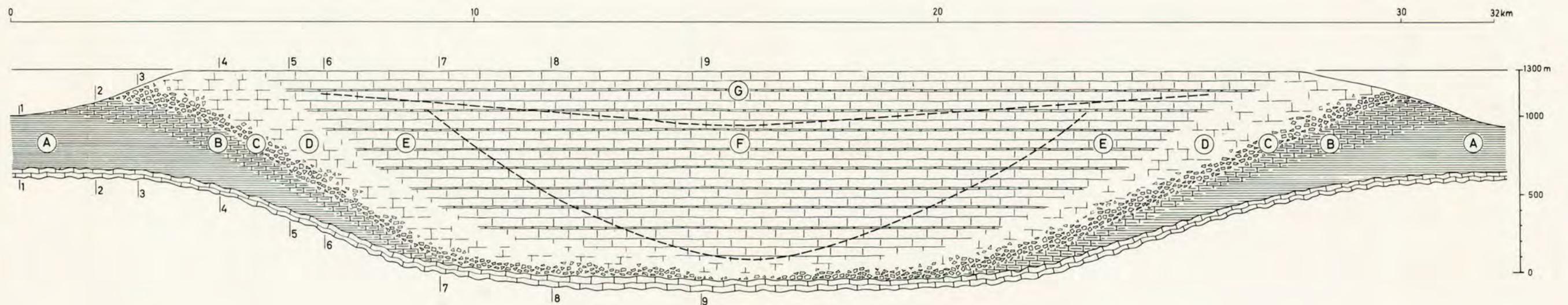
1– 2 *Teutloporella herculea*: 1 Längsschnitt, 2 Querschnitt.

3– 9 *Diploporella annulata*: 3 Längsschnitt durch ein gegliedertes trichophores Exemplar, 4 Querschnitt zu 3, 5 Längsschnitt eines vesiculiferen Exemplares, 6–9 verschiedene Asttypen, Übergang von haarförmigen zu bläschentragenden Ästen.

10–14 *Poikiloporella duplicata*: 10 Längsschnitt mit Innenskelett und hantelförmigen Poren, 11 wie 10 mit Resten eines äußeren Haarkleides, 12 Querschnitt zu 10, 13 Ring aus verkalkten Endblasen in *Gyroporella*-Erhaltung, 14 Querschnitt mit flaschenförmigen Ästen.



Riff-Schema und
9 Schichtsäulen
zur Faziesabfolge
im Wettersteinkalk



daß bei allen Fossilvorkommen Artenarmut mit Individuenreichtum gekoppelt ist, was auf ein Außenseitermilieu hinweist. Dasycladaceen treten partienweise gesteinsbildend auf, ebenso Cyanophyceen-Stöckchen der Gattung *Zonotrichites*, die den Hauptbestandteil in Areniten bilden können. An Makrofauna sind großwüchsige Schnecken (*Chemnitzia*), in einzelnen Bänken auch Brachiopoden zu erwähnen. Im obersten Wettersteinkalk gibt es Bänke mit kleinen Megalodonten. *Tubiphytes obscurus* und die übrigen Bewohner des Riffes fehlen in der Lagune gänzlich.

c) Stratigraphische Ergebnisse

Der Wettersteinkalk umfaßt in einem vollständigen Profil zwischen Muschelkalk und Raibler Schichten einen Zeitraum vom obersten Illyr bis Cordevol einschließlich. Für die Datierung der Basis ist die Ammonitenfauna von REIS maßgeblich, die in die Avisianus-Zone gehört. Der cordevolische Hangendteil ist durch Einzel-Funde von Ammoniten der Gattung *Trachyceras* sensu stricto sowohl im Wettersteinkalk selbst als auch in Partnachsichten unter dem höchsten Wettersteinkalk nachgewiesen, außerdem durch die Überlagerung durch Raibler Schichten mit Ammoniten des Jul.

Eine stratigraphische Gliederung ist vorderhand nur mit Dasycladaceen möglich. Für den oberstanischen und den ladinischen Anteil ist *Diplopora annulata* leitend. *Poikiloporella duplicata* und *Clypeina besici* kommen nur im Cordevol-Anteil des Schichtpaketes vor.

In der eigentlichen Riff-Fazies, wo die Dasycladaceen fehlen, kann man den karnischen Anteil vom ladinischen auf Grund der Riff-Fauna allein nicht unterscheiden. – Wohl aber läßt sich der Wettersteinkalk oder ein mitteltriadisches Riff als solches auch ohne Diploporen ansprechen und beispielsweise vom obertriadischen Dachsteinkalk unterscheiden, wie dies am Beispiel des strittigen Dobratsch-Gipfelkalkes geschehen ist (vgl. KRAUS & OTT, 1968).

II. Altersgleiche Bildungen der Ägäis

a) Vorbemerkung

Etwa 60 km westlich von Izmir liegt die Halbinsel Karaburun, auf der in den sechziger Jahren durch Prof. R. BRINKMANN erstmals triadische Sedimente entdeckt wurden. Daraufhin wurden von Izmir aus einige Diplomarbeiten auf Karaburun angesetzt, die den Nachweis erbrachten, daß eine vorwiegend aus Flachwasserkarbonaten bestehende Schichtfolge vorliegt, ähnlich jener der Insel Chios, die ja nur 10 km vor der Küste Karaburuns liegt. In einer ersten Mitteilung wurde darüber 1967 berichtet (BRINKMANN, RENDEL & TRICK).

1968 begann H. LECHNER vom Institut für Geologie der TU München mit der Kartierung eines 66 km² großen Gebietes um die Ortschaft Uzunkuyu in Mittel-Karaburun (Abb. 4). Der Verfasser hat dabei von München aus die Mikrofossilien bestimmt, besonders die Kalkalgen, die in den mächtigen triadischen und jurassischen Karbonatpaketen oft die einzigen Gliederungshilfen darboten. Dabei ergab der

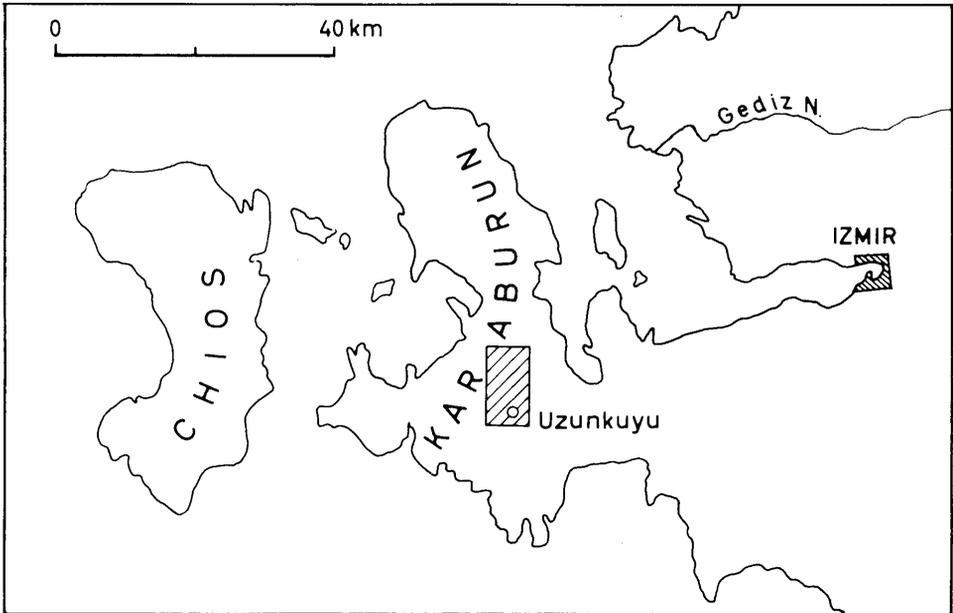


Abb. 4: Lageskizze von Chios und Karaburun mit Karieregebiet von LECHNER

paläontologische Befund, daß im Gelände zunächst nicht vermutete Inverslagerungen vorliegen mußten und daß zum andern die dortige Mitteltrias auffallende Parallelen zum nordalpinen Wettersteinkalk aufwies. Auf einer gemeinsamen Exkursion im Frühjahr 1969, auf der uns zeitweise Prof. BRINKMANN begleitet hat, wurden die tektonischen Konsequenzen durch sedimentologische Detailbeobachtungen erhärtet, und es wurden gezielte Fossilaufsammlungen für das weitere Studium des mittel-triadischen Riffkomplexes durchgeführt.

Dank: Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat durch eine Sachbeihilfe die Herstellung zahlreicher Dünnschliffe finanziert. Prof. SCHMIDT-THOME (München) und Prof. BRINKMANN (damals Izmir) haben durch ihre Befürwortung die Reise nach Karaburun ermöglicht. Herr LECHNER stellte die Ergebnisse seiner Diplomarbeit (1969) zur Verfügung.

b) Der Riffkomplex in Karaburun

Geologischer Rahmen

Einen Überblick über die Stratigraphie des Kartierungsgebietes gibt das Sammelprofil der Abb. 5. Die Trias beginnt außerhalb des kartierten Gebietes mit skythischen Ammonitenkalken. Auffallend sind Radiolarite und bunte Kalk-Konglomerate im Anis, die durch ihr radiolarien-reiches und ammoniten-führendes Bindemittel als submarine Rutschungsbrekzien erkannt werden konnten. Im Ladin folgt die im folgenden zu beschreibende Riffentwicklung, die mit einem klastischen Horizont, verbunden mit Emersionen und Rauhwassenbildung, endet; altersmäßig ist er dem nordalpinen Raibler

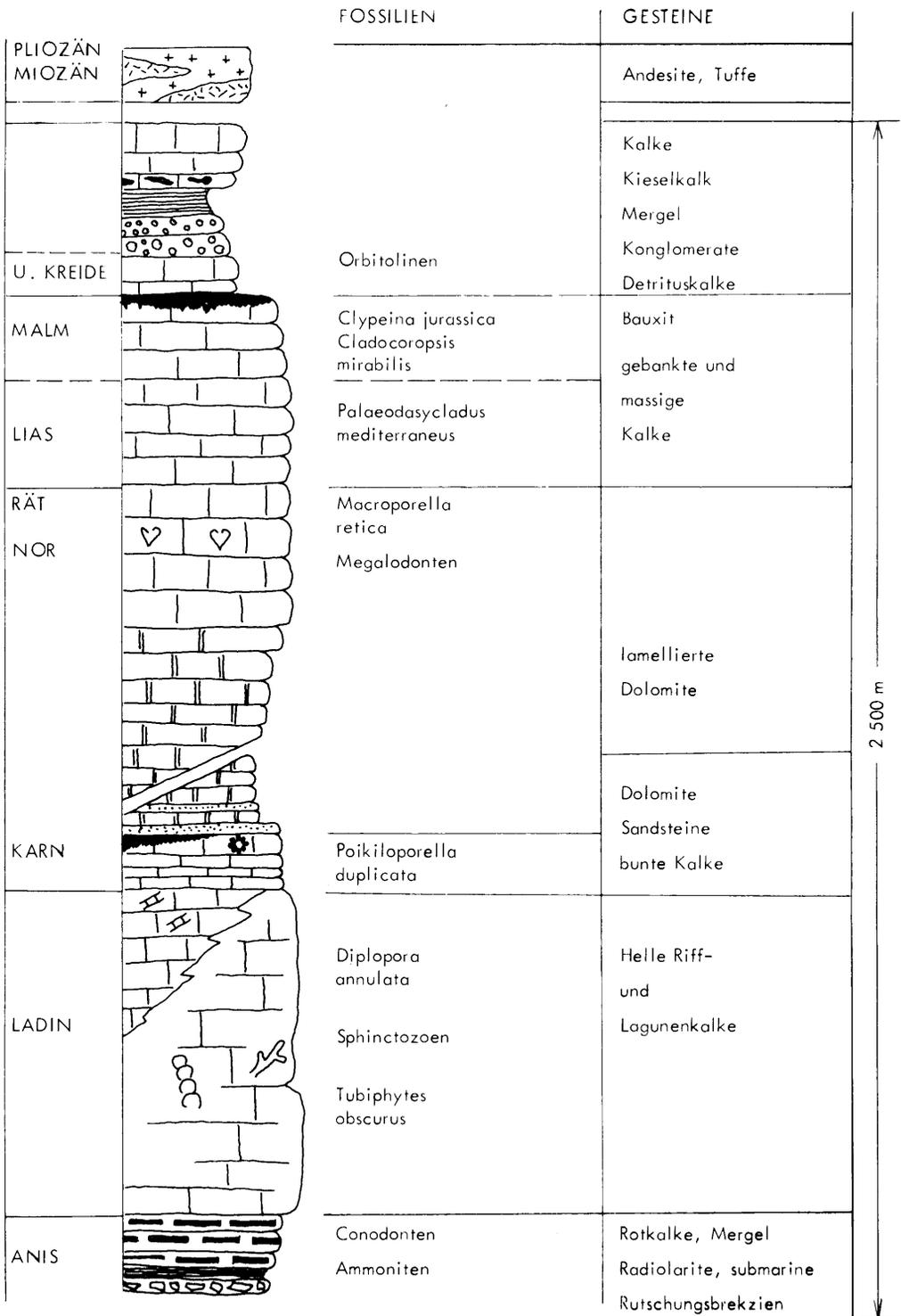


Abb. 5: Sammelprofil der Schichtfolge in Mittelkaraburun, nach LECHNER 1969

Ereignis vergleichbar. Darüber folgt eine dem Hauptdolomit ähnliche Serie von lagunären Dolomiten, die in einen kalkigen Lias in Pantokratorkalk-Fazies übergeht.

Schon unter den ersten wenigen Proben aus der Mitteltrias von Karaburun befanden sich Algen- und Sphinctozoen-Gesteine, die in ihrer Mikrofazies nicht von Handstücken aus dem Wettersteinkalk zu unterscheiden waren. Bei der Klärung der Fazieszusammenhänge in der dortigen Mitteltrias lag es daher nahe, diese Stücke an den gleichen Platz zu stellen, den sie nach unserer Kenntnis in einem Wettersteinkalk-Riff eingenommen hätten. Nach der Verteilung dieser Proben im Gebiet und nach ihrer Höhenlage im Schichtprofil konnte man schon zu einem frühen Zeitpunkt der Untersuchungen schließen, daß das aus dem Wettersteinkalk mitgebrachte Konzept von der Faziesabfolge und Entstehungsgeschichte eines solchen Riffkomplexes auch auf die Verhältnisse in Anatolien anwendbar sei. Die aufgenommenen Schichtprofile sind in Abb. 6 nebst ihrer Lage im Kartiergebiet zusammengestellt.

Vorriff, Riffkern und Achterriff

Profil 1 am Südrand des Kartiergebietes zeigt eine über 400 m mächtige Abfolge von Riff- und Vorriff-Sedimenten. An der Basis wurden 2 Faziestypen gefunden, die in ihrer roten Matrix noch Anklänge an die unterlagernden Ammonitenkalke des Oberanis zeigen. Einmal sind dies dichte Rotkalklutite mit autochthonen, langstielig-lockeren Korallenstöcken (umkristallisiert). Der andere Typ sind Fossilschutt-Brekzien mit vielen dicken Crinoiden-Stielgliedern, Echiniden-Stacheln, Schnecken- und Muschelschalen, Rotalgen-Trümmern (*Solenopora*, *Parachaetetes*), Codiaceen (Typ *Boueina*), Schutt von *Tubiphytes* und anderen Riffbildnern, dazu Resedimentbrocken. An Foraminiferen treten *Glomospira*-Arten auf. Die Auswaschung hat nicht das gesamte Trümmerwerk freigelegt, Sandfang in Schalengehäusen und in Zwickeln bewirkt immer noch Rotfärbung. – Darüber folgt eine Serie grauer Kalksteine, in denen vorwiegend Resedimentbrocken und Trümmer von Riffbildnern der herannahenden Riffe aufgearbeitet sind. Auch in den später folgenden Lagen mit deutlich erkennbaren Riffgerüst sind immer wieder solche Aufarbeitungszonen zwischengeschaltet. In den ausspatitierten Hohlräumen (Großoolithe) sind als geopetale Füllungen noch ab und zu Rotpelite zu beobachten, die den Einfluß eines südlich gelegenen Beckens andeuten. Wichtigster Riffbildner und -binder ist hier wie im Wettersteinkalk das Problematikum *Tubiphytes obscurus* MASLOV. Zusammen mit Cyanophyceen-Krusten umhüllt es Schuttkomponenten, in den Krusten sind weiterhin sessile sandschalige und kalkschalige Foraminiferen zu finden. Auch der im Wettersteinkalk so typische Epöke *Ladinella porata* OTT beteiligt sich am Bewuchs. In den Schliften dieser Riffkernfazies konnten in den Profilen 1, 2, und 3 folgende Riffbildner bestimmt werden:

Korallen (*Thecosmilia*, *Calamophyllia*, *Montlivaultia*)

Hydrozoen (*Holocoelia toulai* STEINMANN)

Pharetronen (*Peronidella* sp.)

Sphinctozoen: *Uvanella irregularis* OTT, *Dictyoceelia manon* (MÜNSTER), *Amblysi-phonella* sp., *Follicatena cautica* OTT, *Colospongia catenulata* OTT, *Colospongia* sp., *Vesicocaulis depressus* OTT, *Vesicocaulis carinthiacus* OTT, *Celyphia submarginata* (MÜNSTER)

Algen: Cociaceae (*Mitcheldeania* sp.), *Zonotrichites* sp., *Thaumatoporella parvo-*

Z-Chios
Karakaris

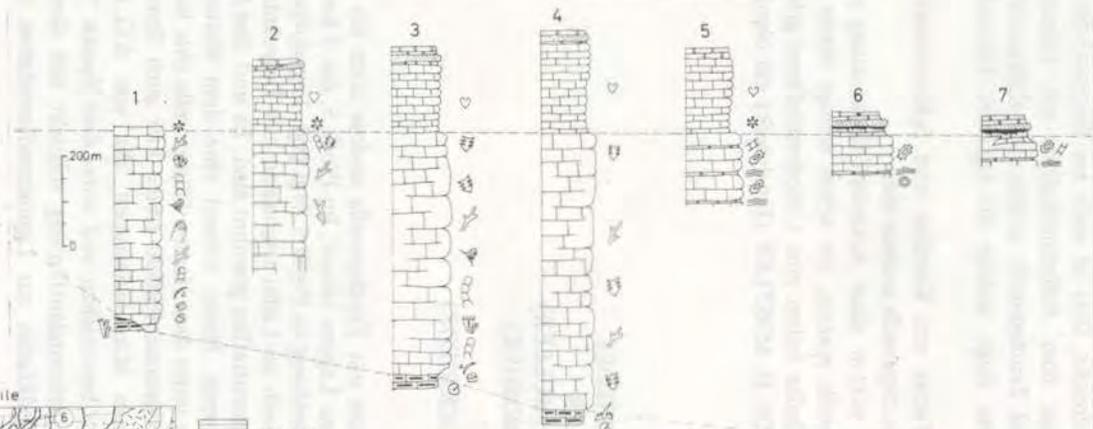
nach Tietze
1969



Profile aus der Mitteltrias von Karaburun (Westanatolien, Türkei)

W-Chios
Ligandl

n Tietze
1969



Lage der Profile



- Untertrias
- Mitteltrias
- inverse Deckschollen von Mitteltrias
- Obertrias bis Kreide
- Andesit
- Schutt

Legende

- | | | |
|--|-----------------------------|---------------------------------|
| | Dolomit | Emersionshorizont |
| | Sandstein | <i>Paikiloporella duplicata</i> |
| | Bunte Kalke | <i>Diplapora annulata</i> |
| | Megalodonten | <i>Teutloporella herculea</i> |
| | Dickbankige helle Kalke | <i>Tubiphytes obscurus</i> |
| | <i>Oligoporella chia</i> | Pharetronen |
| | Stromatolithe | <i>Sphinctozoen</i> |
| | <i>Teutloporella nodosa</i> | Riffschutt |
| | Massige Kalke | |
| | <i>Ladinella parata</i> | |
| | Korallen | |
| | Crinoiden | |
| | Rotkalke | |
| | Ammöniten | Conodonten |

Abb.6

vesiculifera (RAINERI)

Im Handstück- oder Schlibfbereich ist die Fazies vom Wettersteinkalk-Riff nicht zu unterscheiden.

Profil 1 endet mit einer riffnahen Achterriff-Fazies, wo sich neben Riffbildner-Schutt die ersten Dasycladaceen einstellen. Gefunden wurde *Teutloporella herculea* und, verbacken in grape-stones, *Poikiloporella duplicata*. Letztere zeigt an, daß die Riff-Fazies hier bis ins Cordevol heraufreicht. Dies ist auch am Westrand des Gebietes der Fall, wo im Profil 2 unmittelbar über Riffschuttkalken mit Trümmern von *Tubiphytes*, *Colospongia catenulata* und *Teutloporella nodosa* eine Kalkarenitbank mit Onkoiden und *Poikiloporella duplicata* folgt, welche die lagunäre Entwicklung im Cordevol einleitet.

Im Profil 3 geht die basale Riff-Fazies mit Korallen und Sphinctozoen in eine Achterriff-Entwicklung mit reichlich *Teutloporella nodosa* über.

Profil 4 umfaßt durchgehend über 600 m diese Achterriff-Entwicklung mit *Tubiphytes*-Schutt und der Alge *Teutloporella nodosa*, die schon wenige Meter über der Basis einsetzt. Die unterlagernden Rotkalken haben eine Conodontenfauna geliefert, die nach freundlicher Bestimmung durch Dr. H. MOSTLER (Innsbruck) ein oberillyrisches Alter anzeigt:

Chirodella dinodoides (TATGE)

Prioniodina kochi HUCKRIEDE

Cypridodella conflexa MOSHER

Gladigondolella tethydis (HUCKRIEDE)

Gondolella cf. *palatoides* MOSTLER

Neohindeodella triassica triassica (MÜLLER)

Neohindeodella triassica riegeli (MOSHER)

Gondolella excelsa (MOSHER)

Enantiognathus petrae-viridis (HUCKRIEDE)

Lagunenfazies im Ladin

Im Profil 4 reicht die riffnahe Fazies mit *Teutloporella nodosa* noch bis unter die bunten Lagunenkalke der cordevolischen Lagune hinauf. Im Profil 5, das 2 km nördlich und in eindeutig sedimentären Zusammenhang zu Profil 4 liegt (vgl. Lageskizze Abb. 6), ist die Situation schon ganz anders. Noch im Ladin erscheinen hier Dasycladaceen, die wir im Wettersteinkalk in der Lagune anzutreffen gewohnt sind. Es sind dies *Diplopora annulata* und *Teutloporella peniculiformis*. Hinzu kommt eine dem Wettersteinkalk fremde Art, die von HERAK auf Chios unter dem Namen *Oligoporella chia* beschrieben wurde (Taf. 2). Im Wechsel mit den Algenrasenbänken treten hier auch Stromatolithe auf, vergesellschaftet mit verschiedenen Mikrofaziestypen, die von A.G. FISCHER (1966) aus der Obertrias der Kalkalpen beschrieben und unter dem Namen "Loferite" zusammengefaßt wurden. Auf 2 km Horizontalentfernung vollzieht sich demnach der Übergang von einer riffnahen Schuttkalkfazies zur Lagunensedimentation mit Dasycladaceen- und Cyanophyceenrasen.

Besonders schön ist hier eine Fazies mit *Zonotrichites* ausgeprägt, auf die etwas näher eingegangen werden soll (Taf. 2). Trümmer von solchen Algenstöckchen sind in der Literatur vielfach als Codiaceen oder Solenoporaceen bezeichnet worden, im Wettersteinkalk als *Ortonella* (OTT 1968), in jüngeremesoischen Kalken meist als

Cayeuxia. HERAK hat aus Chios diese Gebilde als *Cayeuxia mediterranea* beschrieben. Der älteste Name dafür ist *Zonotrichites* BORNEMANN, er wurde von ELLIOTT 1964 für mitteltriadische Vorkommen wieder ausgegraben. BORNEMANN hatte 1887 solche Algen aus der lakustrischen Lissauer Brekzie (Rät, Oberschlesien) studiert und in vorbildlicher Weise mit rezenten, entkalkten Cyanophyceen (*Zonotrichia*) verglichen. In Anlehnung an die rezenten Bildungen wurde die Gattung *Zonotrichites* aufgestellt. REIS hat 1923 ganz ähnliche Algen aus dem Tertiär unter dem Namen *Dimorphostroma* beschrieben. Erst 1938 hat dann FROLLO in Unkenntnis der vorangegangenen Arbeiten für zwar marine, aber morphologisch gleiche Vorkommen im Jura die Gattung *Cayeuxia* aufgestellt. — Der Vergleich mit BORNEMANN's Abbildungen und mit eigenen Schliffen an rezenten Cyanophyceen-Kalktuffen zeigt, daß für diese Algenstöckchen hier und im Wettersteinkalk nur Cyanophyceen als Erzeuger in Frage kommen können, weshalb wir mit ELLIOTT den Namen *Zonotrichites* verwenden.

Im Wettersteinkalk, besonders im oberen, sind solche *Zonotrichites*-Trümmersande verbreitet. Hier in Karaburun sind die polsterförmigen Cyanophyceen-Rasen noch in Lebensstellung erhalten. Die Röhrenwände entsprechen verkalkten Schleimhüllen der Algenfäden. Die Polster wachsen auf Dasycladaceen-Schutt und überwuchern diesen. Nach oben gehen sie bei zunehmender Auffransung und Schutteinstreuung in geschichtete Stromatolithe über. Die Abfolge im Handstückbereich legt einen Lebensort von *Zonotrichites* an der Niedrigwasserlinie nahe: im Liegenden Dasycladaceen-Rasen, entstanden unter geringer, aber steter Wasserbedeckung; darüber wenige Zentimeter von *Zonotrichites*-Rasen, entstanden bei zunehmender Verflachung und vielleicht erstem Auftauchen; darüber dann Algenstromatolithe des Intergezeitenbereiches. Es ist verständlich, daß beim nachfolgenden Auftauchen in den Intergezeitenbereich diese Cyanophyceen-Stöckchen als erstes wieder aufgearbeitet wurden und daß deshalb *Zonotrichites* vorwiegend als Fragment in Trümmersanden gefunden wird, meist schon wieder umrindet von onkoidischen Krusten.

Die Lagune im Cordevol

Gegen das Hangende leitet die in den Profilen 5, 6 und 7 schon im Ladin beginnende Lagunenkalkentwicklung in die cordevolische Lagune über. In den Profilen 1 bis 4 reicht die Riff-Fazies bis unter die karnische Lagune hin. Paläontologisch ist der Beginn des Karns durch das Auftreten der Alge *Poikiloporella duplicata* markiert. Auch lithologisch setzt sich die nun im Karn folgende Serie durch ihre insgesamt buntere Gesteinsfolge ab. Die 20 bis 150 cm dicken Bänke bestehen zwar auch vielfach aus weißen Bioareniten und -mikriten wie die ladinischen Kalke, aber es sind nunmehr auch ockerfarbene Oolithe, braune Megalodontenkalke und hell- bis ziegelrote Kalkmikrite eingeschaltet. Neben der Alge *Poikiloporella duplicata* konnten die ebenfalls unterkarnischen Arten *Pianella humilis* BYST. und *Clypeina besici* PANTIC, letztere in Bruchstücken, gefunden werden, sowie weitlumige *Gyroporella*-Arten.

In einer rotgefärbten Biomikrit-Bank treten Foraminiferen (*Permodiscus*- bzw. *Involutina*-Arten) nahezu gesteinsbildend auf.

Makroskopisch am auffälligsten sind die Bänke mit 2–5 cm großen pachydoten Muscheln.

Für längere Trockenlegung in manchen Bezirken sprechen Emersionshorizonte mit

Brauneisenkrusten und Bohnerzpisolithen. Teilweise muß wieder ein Großteil der bis zu 200 m mächtigen Lagunenkalke des Unterkarns weggelöst worden sein. Dies deutet sich in den Profilen 6 und 7 an, wo nur noch einige Meter bunter Kalke zwischen den (fossilbelegten) ladinischen Algenkalken und dem mittelkarnischen Bezugsniveau verbleiben. (Im vergleichbaren Profil aus Chios liegt, durch einen mächtigeren Emersionshorizont getrennt, die klastische Einschaltung direkt über ladinischen Algenkalken.)

Paläogeographie

Um eine Paläogeographie des Riffkomplexes in Karaburun zu rekonstruieren, reichen die im Kartiergebiet von LECHNER gewonnenen Befunde nicht aus. Dazu müßten die Nachbargebiete faziell und tektonisch näher untersucht sein. Erschwerend kommen weitflächige junge Andesitergüsse hinzu.

Trotz lückenhafter Aufschlüsse und Profile läßt sich jedoch im Süden und Westen des Gebietes ein Saumriff bis ins Cordevol herauf geltend machen, das eine im Norden gelegene Lagune umgrenzt hat. Eine Beckenfazies kann noch weiter im Süden vermutet werden.

c) Die Verhältnisse auf Chios

Zur Vervollständigung des Bildes ist ein Blick auf die benachbarte Insel Chios vonnöten, die von Marburg aus in 6 Dissertationen bearbeitet wurde. Dort finden sich Faziesbereiche des Riffkomplexes, die in Karaburun bisher nur unvollständig oder überhaupt nicht gefunden wurden, und zwar die zentrale Lagunenfazies in durchgehenden Profilen und auch eine ladinische Beckenfazies.

Im Kalkplateau von Westchios ist eine durchgehende Folge in lagunärer Entwicklung aufgeschlossen, die dort schon im Oberanis beginnt und mit Algen aus dem Trinodosus-Niveau belegt ist. Als repräsentativ ist ein von TIETZE aufgenommenes Profil aus diesem Kerngebiet der Lagune ausgewählt worden und an die unvollständigen Profile aus Karaburun in entsprechender Position angereiht worden (Abb. 6, rechts). Im Hangenteil enthält es die gleichen Algen wie die Profile aus Karaburun, *Diplopora annulata* und *Oligoporella chia* sind nachgewiesen. Nach unten folgt in Chios eine kalkige und dolomitische Folge lagunärer Prägung, mit Algenstromatolithen und gelegentlichen Dasycladaceenfunden (*Teutloporella herculea*). Der Emersionshorizont hat hier offenbar die bunte Folge der cordevolischen Lagunenkalke völlig aufgezehrt; entsprechende Mächtigkeitsreduktionen sind ja auch schon in den Profilen 6 und 7 auf Karaburun zu sehen.

Im Kartierungsgebiet von TIETZE, westlich der Stadt Chios, ist auch die ladinische Beckenfazies vorhanden. Dort hält die kieselige Fazies aus dem Anis herauf an, das Ladin ist auf nur 70 m Hornsteinplattenkalke kondensiert. Conodontenfaunen im Liegenden und Hangenden engen das Alter auf Ladin ein.

Merkwürdig ist, daß die in Karaburun so fossilreich entwickelte Riffkernfazies der Mitteltrias in keiner der Arbeiten aus Chios beschrieben wird. Lediglich LÜDTKE gibt in SW-Chios über der bunten Serie des Anis eine mächtige Karbonatfolge an, die mit Korallen, Hydrozoen und Kalkschwämmen beginnt (520 m), dann in eine 900 m mächtige lagunäre Dolomitserie mit Emersionshorizonten übergeht, um schließlich

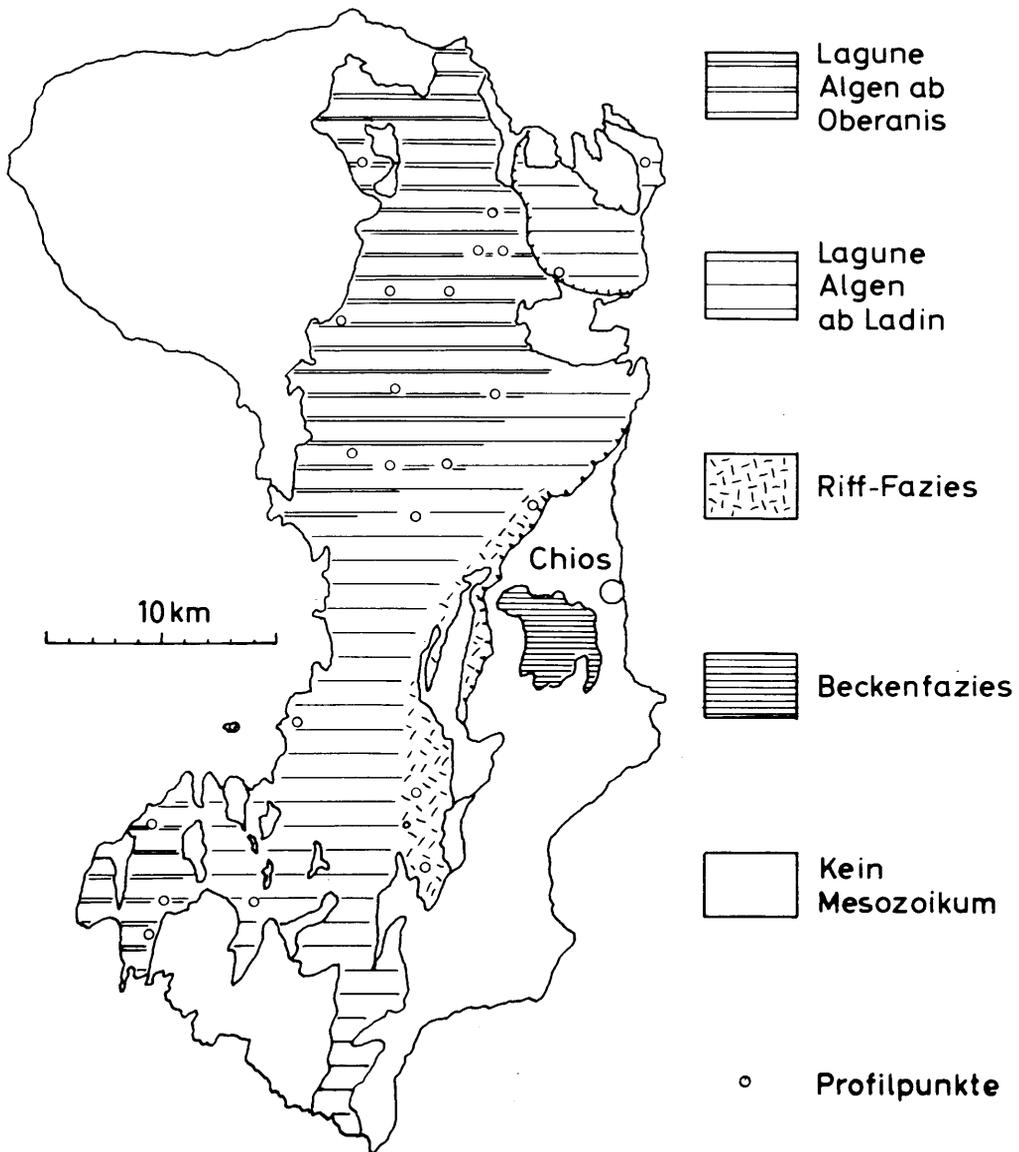


Abb. 7: Faziesverteilung im Ladin von Chios, Tektonik nicht entzerrt. Nach den Profilen aus den Arbeiten von HERGET, ROTH, KAUFFMANN, TIETZE, LÜDTKE zusammengestellt.

1400 m über der Basis wiederum in einen Riffkalk umzuschlagen (Profil 18 bei LÜDTKE). Das obere Riff ist als räetisch datiert, die Fossilführung des unteren ist nicht hinreichend ausgewertet. Aus der Kenntnis der Verhältnisse in Karaburun müssen wir annehmen, daß diese unteren Riffe in Süd-Chios den ladinischen Riffen in Karaburun gleichzusetzen sind.

Wenn man die Profile aus den Arbeiten von ROTH, HERGET, KAUFFMANN, TIETZE und LÜDTKE nach Lithologie und Fossilführung der Mitteltrias auswertet, erhält man folgendes Bild der Faziesverteilung (Abb. 7): Im Norden, Westen und im äußersten Südwesten eine Lagune, die im Kerngebiet schon auf Algenkalken des Oberanis gründet; im Süden ein Stück eines etwa N-S-verlaufenden Riffgürtels, der gegen eine Beckenfazies im Osten grenzt. Die nördliche Fortsetzung des Riffgürtels ist möglicherweise durch die ostgerichtete Aufschiebung des Kalkplateau-Randes unterdrückt.

d) Ergebnis

In den Riffkomplexen der Mitteltrias auf Karaburun und Chios läßt sich das im nordalpinen Wettersteinkalk gewonnene Konzept von der Faziesverteilung anwenden. Man kann damit arbeiten und zumindest eine Riff-Fazies im erweiterten Sinne (inklusive äußere und innere Riff-Flanken) mit dem Faziesfossil *Tubiphytes obscurus* und eine Lagunenfazies mit Diploporen auskartieren. Die vertikale Abfolge in einer Schichtsäule beginnt mit Schuttkalken des Vorriffbereiches und geht über Riffkern- und Achterriffkalke in die Lagunenkalke über. Wenn, wie in Chios vielfach, die Seichtwasserfazies schon im Oberanis zu Algenkalken geführt hat, dann geht es im Ladin kontinuierlich in lagunärer Entwicklung weiter, mit Algenstromatolithen und Dasycladaceen-Bänken.

Im Fossilbestand selbst ist in der Riff-Fazies im Vergleich zum Wettersteinkalk kein Unterschied vorhanden, die Schiffe und Handstücke gleichen sich völlig.

In der Algenverteilung sind einige Unterschiede festzuhalten. Die in den Nordalpen eher seltene *Teutloporella nodosa* ist in den Achterriffkalken in Karaburun sehr häufig, hingegen tritt *Teutloporella herculea* dort nur sehr untergeordnet auf. Vor allem aber ist eine in den Alpen und Dinariden fremde Art in der Lagune bemerkenswert, *Oligoporella chia*. Mit ihr zusammen kommt *Diplopora annulata* vor, aber lange nicht so häufig wie im Wettersteinkalk.

Von stratigraphischer Bedeutung ist das Erlöschen von *Diplopora annulata* und das Erstauftreten von *Poikiloporella duplicata* innerhalb der Lagunenkalke, was wie im Wettersteinkalk zur Grenzziehung Ladin/Karn verwendet werden kann.

In den Riffen der Ägäis fällt auf, daß die Riff-Fazies selbst sehr mächtig werden kann (600 m) und dabei vom Oberillyr bis ins Cordevol durchhält oder nur sehr zögernd einer riffnahen Fazies mit *Teutloporella nodosa* im Hangenden Raum gibt. Das deutet darauf hin, daß die Saumriffe über diese Zeit hinweg in einer Front stehen geblieben sind oder nur langsam gegen das Becken vorgewandert sind. Ein breites Übergangsfeld der Verzahnung von Riff- und Beckenfazies, wie im Wettersteinkalk, konnte dort nicht gefunden werden, was freilich auch tektonische Ursachen haben

könnte. Insgesamt ist in dieser Hinsicht aber doch eher das Bild unserer nordalpinen Obertrias gegeben, wo ja auch weit mehr ein Nebeneinander von Dachsteinkalk als Riff- und Hallstätterkalk als Beckenfazies beobachtet wird als das Übereinander dieser beiden.

Literatur

- BECHSTÄDT, T. & BRANDNER, R. (1970): Das Anis zwischen St. Vigil und dem Höhlensteintal (Pragser- und Olinger Dolomiten, Südtirol). — Festband Geol. Inst. 300-Jahr-Feier Univ. Innsbruck, 9–103, 18 Taf., 3 Beil., Innsbruck.
- BORNEMANN, J.G. (1887): Geologische Algenstudien. — Jb. preuss. geol. Landesanst., 1886, 116–134, Taf. 5–6, Berlin.
- BRINKMANN, R., RENDEL, B. & TRICK, P. (1967): Pelagische Trias bei Izmir. — Scient. Rep. Ege Univ., 37, 1–3, Izmir.
- DIECI, G., ANTONACCI, A. & ZARDINI, R. (1970): Le spugne cassiane (Trias medio-superiore) della regione dolomitica attorno a Cortina d'Ampezzo. — Boll. Soc. Pal. Ital., 7 (1968), 94–155, Taf. 18–33, 10 Abb., Modena.
- ELLIOTT, G.F. (1964): *Zonotrichites* (Calcareous Algae) from the Arabian Triassic. — Ecl. geol. Helv., 57, 567–570, 2 Taf., Basel.
- ERHARDT, W. (1931): Der Staufeu. Geologische Aufnahme der Berge zwischen Reichenhall und Inzell. — Wiss. Veröff. Dtsch. Oest. Alpenver., 11, 52 S. m. Kt., Innsbruck.
- FISCHER, A.G. (1966): The Lofer Cyclothems of the Alpine Triassic. — Kansas Geol. Surv. Bull., 169 (1964), 107–149, 38 Abb., Kansas.
- FROLLO, M.M. (1938): Sur un nouveau genre de Codiacee du Jurassique superieur des Carpatues Orientales. — Bull. Soc. geol. France, Ser. 5, 8 269–271, Taf. 13, Paris.
- HAUERSTEIN, G. (1964): Zur Stratigraphie der Mitteltrias südwestlich der Kampenwand (Chiemgauer Alpen). — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 4, 71–92, Taf. 12, München.
- HERAK, M. (1967): Mesozoische Kalkalgen der Insel Chios (Griechenland). — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 129, 97–104, Taf. 6–10, Stuttgart.
- HERGET, G. (1968): Die Geologie von Nord-Chios (Ägäis). — 206 S. m. Anl., Diss. Fotodruck, Marburg.
- JABLONSKY, E. (1971): Segmentierte Kalkschwämme — Sphinctozoa der Westkarpaten (von der Lokalität Liptovska Osada). — Geol. Zborn., 22, 333–346, 10 Abb., Bratislava.
- KAUFFMANN, G. (1969): Die Geologie von Nordost-Chios (Ägäis). — 212 S., 4 Beil., Diss. Fotodruck, Marburg.
- KRAUS, O. & OTT, E. (1968): Eine ladinische Riff-Fauna im Dobratsch-Gipfelkalk (Kärnten, Österreich) und Bemerkungen zum Faziesvergleich von Nordalpen und Drauzug. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 8, 263–290, Taf. 17–20, München.
- KRAUS, O. & SCHMIDT–THOME, P. (1967): Faziesverteilung in der alpinen Trias des Heiterwand-Gebietes (Östliche Lechtaler Alpen, Tirol). — N. Jb. Geol. Paläont., Mh. 1967, 117–127, 3 Abb., Stuttgart.

- LECHNER, H. (1969): Zur Geologie des Gebietes nördlich von Uzunkuyu, Halbinsel Karaburun, Westanatolien. — Unveröff. Diplomarb. Geol. Inst. TU München, 81 S., 33 Abb., 2 Beil., München.
- LEUCHS, K. (1928): Beiträge zur Lithogenese kalkalpiner Sedimente. — N. Jb. Min., Beil.-Bd. 59, Abt. B, 357–430, Taf. 25–36, Stuttgart.
- LEUCHS, K. (1947): Anisisch-ladinische Grenze und ladinische Hallstätter Fazies in den Nordalpen. — Sber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., Abt. I, 156, 445–459, Wien.
- LÜDTKE, G. (1969): Die Geologie von Südwest-Chios (Ägäis). — 161 S., 3 Beil., Diss. Fotodruck, Marburg.
- MILLER, H. (1965): Die Mitteltrias der Mieminger Berge mit Vergleichen zum westlichen Wettersteingebirge. — Verh. Geol. Bundesanst., 1965, 187–212, Wien.
- MILLER, H. (1971): Die Fazies des Partnachkalkes und seiner Äquivalente an der Basis des Wettersteinkalkes (Mitteltrias der Nördlichen Kalkalpen). — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 11, 267–277, München.
- MUTSCHLECHNER, G. (1933): Ein Ammonitenfund in den Partnachschichten an der Saile bei Innsbruck. — Verh. Geol. Bundesanst., 1933, 63–65, Wien.
- OTT, E. (1966): Die gesteinsbildenden Kalkalgen im Schlauchkar (Karwendelgebirge). — Jb. Ver. z. Schutze d. Alpenpfl. u. -Tiere, 31, 152–159, 7 Abb., München.
- OTT, E. (1967): Segmentierte Kalkschwämme (Sphinctozoa) aus der alpinen Mitteltrias und ihre Bedeutung als Riffbildner im Wettersteinkalk. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., N. F., 131, 96 S., 10 Taf., München.
- OTT, E. (1972): Die Kalkalgen-Chronologie der alpinen Mitteltrias in Angleichung an die Ammoniten-Chronologie. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 140, (3) im Druck.
- PIA, J. (1940): Die gesteinsbildenden Algen des Höllengebirges. — Jb. Ver. Landesk. Oberdonau, 89, 239–266, 6 Taf., Linz.
- REIS, O.M. (1900): Die Fauna des Wettersteinkalkes I. Teil, Cephalopoden. — Geogn. Jh., 13, 71–105, Taf. 2–7, München.
- REIS, O.M. (1905): II. Teil, Nachtrag zu den Cephalopoden. — Geogn. Jh., 18, 133–152, Taf. 1–4, München.
- REIS, O.M. (1927): III. Teil, Gastropoden, Bivalven, Brachiopoden etc. — Geogn. Jh., 39, 87–138, Taf. 1–10, München.
- REIS, O.M. (1923): Kalkalgen und Seesinterkalke aus dem rheinpfälzischen Tertiär. — Geogn. Jh., 36, 103–130, 3 Taf., München.
- ROTH, W. (1968): Geologie von NW-Chios (Ägäis). — 88 S., Diss. Fotodruck, Marburg.
- SARNTHEIN, M. (1965): Sedimentologische Profilreihen aus den mitteltriadischen Karbonatgesteinen der Kalkalpen nördlich und südlich von Innsbruck. — Verh. Geol. B.-A., 1965, 119–162, 1 Taf., Wien.
- SARNTHEIN, M. (1966): I. Fortsetzung (Titel wie 1965). — Ber. Nat.-Med. Verein Innsbruck, 54, 33–59, 5 Abb., Innsbruck.
- SARNTHEIN, M. (1967): Versuch einer Rekonstruktion der mitteltriadischen Paläogeographie um Innsbruck, Österreich. — Geol. Rundschau, 56, 116–127, 1 Taf., 4 Abb., Stuttgart.
- SCHNEIDER, H.J. & F. WALDVOGEL (1964): Sedimentäre Eisenerze und Faziesdifferenzierung im oberen Wettersteinkalk. — Erläuterungen zur Geol. Karte v.

Bayern 1 : 25 000, Blatt Nr. 8430 Füssen, 101–149, 4 Taf., München.

TIETZE, W. (1969): Geologie von Mittel-Chios (Ägäis). — 174 S., 3 Beil., Diss. Fotodruck, Marburg.

VIDAL, H. (1953): Neue Ergebnisse zur Stratigraphie und Tektonik des nordwestlichen Wettersteingebirges und seines nördlichen Vorlandes. — Geol. Bavar., 17, 56–88, München.

WALTHER, J. (1893): Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft, 3 Teile, 1055 S., (Fischer) Jena.

Tafelerklärungen

Tafel 1

Dünnschliff aus der Riffkern-Fazies des Wettersteinkalkes, Südflanke der Grabenkarspitze im Karwendelgebirge.

Autochthone Riffbildner bauen in biogener Anlagerung ein Gerüst, in dem Detritus und Resedimentbrocken festgehalten sind. Senkrecht durch das Bild zieht eine Perlschnur von *Colospongia catenulata* (2b–7b). Sie ist nach unten gewachsen, vielleicht von der Decke einer Kleinhöhle hängend; geopetale Sedimenteintragerungen in einigen Kammern geben fossile Wasserwaagen. Eine gleichsinnige Wasserwaage ist im Fossilrest zwischen d1 und d2 zu erkennen. Bei d5 sind 2 Kammern von *Vesicocaulis alpinus* festgewachsen auf einem Pharetronen (e6). Weitere Anschnitte von *Vesicocaulis alpinus* bei e1 (schräg) und e2 (quer), ebenso zwischen a1 und a2. Der blasige Haufen in a4 gehört zu *Uvanella irregularis*. Die dunklen Flecken b2, c3–c4 sind Anschnitte von *Tubiphytes obscurus*. In d3 ist ein größerer Resedimentbrocken erkennbar. 4,3-fach.

Tafel 2

Im Querformat von rechts her zu betrachten. Polster von *Zonotrichites* sp. (Cyanophyceen) in Lebensstellung auf umgestürzten Röhrcchen von *Oligoporella chia* wachsend. In den Dasycladaceen-Röhren fossile Wasserwaagen. Schliff als photographisches Negativ, vertauschte Helligkeiten. Lagunenkalke des oberen Ladins, Nohutalan (Karaburun-Halbinsel). 7,7-fach.

Tafel I.

a b c d e



Tafel II.

