©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Carinthia II	165./85. Jahrgang	S. 37 — 60	Klagenfurt 1975

Zur Sedimentologie des alpinen Muschelkalks in den östlichen Gailtaler Alpen (Kärnten)

Von Wolfgang NACHTMANN

(Mit 7 Abbildungen und 1 Beilage)

EINLEITUNG

Um die in den Gailtaler Alpen von verschiedenen Autoren im Zuge ihrer geologischen Kartierungen an Hand makroskopisch auffallender lithologischer Kriterien vorgenommene Zwei- und Dreiteilung des Alpinen Muschelkalks auf ihre mikrofazielle Haltbarkeit oder Revisionsbedürftigkeit zu untersuchen, wurden in den östlichen Gailtaler Alpen zwischen Villach und dem Weißensee insgesamt acht Profile nach mikrofaziellen Gesichtspunkten aufgenommen. Da die zwei Profile vom Dobratsch (= Villacher Alpe) starke fazielle Abweichungen von den übrigen zeigen, müssen sie einer gesonderten Betrachtung unterzogen werden, während sich als Typprofil für die übrigen östlichen Gailtaler Alpen jenes vom Staff anbietet, weil es als einziges vollständig und ungestört ist und zudem noch sehr gute Aufschlußverhältnisse aufweist, sodaß die verbleibenden fünf mehr oder weniger unvollständigen Teilprofile der Bestätigung bzw. Ergänzung dienen.

Bereits GEYER (1901) hat in seinem „Muschelkalk" eine „durch bräunlichgraue, knollige Flaserkalke mit Einlagerungen bräunlicher Mergelschiefer und Sandsteine gebildete tiefere Abteilung" von einer oberen Abteilung mit dünnplattigen schwarzen Kalken unterschieden, welche „lagenweise und regional in einen zuckerkörnigen, dunklen, weiterhin aber auch in lichten Dolomit übergehen".

Eine im großen und ganzen Zweiteilung nimmt VAN BEMMELEN (1961) vor, der einen „unteren Muschelkalk" — mit dem Geländenamen „Knollenkalk" — und ein „dolomitisches Zwischenniveau" ausscheidet. Den Begriff „oberer Muschelkalk" verwendet er für die ins Ladin gestellte sogenannte „Partnachfazies" — da diese letztgenannten Termini jedoch verwirrend bzw. falsch sind, werden sie abgelehnt und statt ihrer der bereits von BECHSTÄDT & MOSTLER (1974) verwendete Name „mitteltriadische Plattenkalke" vorgezogen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

WARCH (1973) gelangt zu einer Dreiteilung mit folgenden Gesteinspaketen: liegende Kalk-Dolomitserie, mittlerer Knollen-Wurstel- oder Rhizocorallienkalk und dolomitisches Zwischenniveau.

Grundsätzlich läßt sich also aus diesen Gliederungsversuchen bereits das Vorhandensein eines tieferen, vorwiegend kalkigen und eines höheren, eher dolomitischen Abschnitts herauslesen. Während das „dolomitische Zwischenniveau" (kurz „Zwischendolomit") keiner weiteren Unterteilung mehr unterliegt und unter dieser Bezeichnung übernommen wird, erfährt der kalkige Abschnitt jetzt eine lithologische Zweiteilung, die nicht mit der von WARCH vorgeschlagenen konform geht.

Wenn in der Folge der Ausdruck „Muschelkalk" Verwendung findet, so ist selbstverständlich der Alpine Muschelkalk gemeint oder noch besser die „Serie des Alpinen Muschelkalks" im Sinne von SARNTHEIN (1965).

Da eine paläontologisch belegte Grenze vom Skyth zum Anis nicht gezogen werden kann, möchte ich die im großen und ganzen dem Anis gleichgestellte lithologische Abfolge des Alpinen Muschelkalkes mit dem Einsetzen der Karbonatsedimentation über den Werfener Schichten beginnen lassen. Diese Grenze ist besonders auf der Nordseite des Staff gut aufgeschlossen, wo die hellgrauen Werfener Sandsteine unvermittelt von mittel- bis dunkelgrauem Karbonat abgelöst werden. Schon im Gelände auffallende und sich im Labor bestätigende lithologische Unterschiede innerhalb des Muschelkalks ergeben

LAGESKIZZE

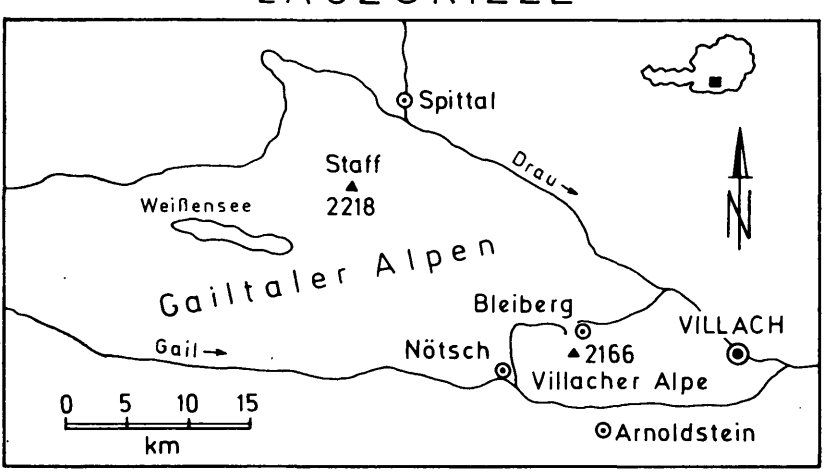


Abb: 1

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

eine Gliederung in die drei Abschnitte: Flaser-, Bank- und Wurstelkalkserie, Fossil- und Übergangskalkserie und dolomitisches Zwischenniveau. Die Namen der einzelnen Abschnitte wurden so gewählt, daß eine möglichst einfache und den Gegebenheiten entsprechende Ansprache der Gesteine bereits im Gelände erfolgen kann.

Abschnitt 1: FLASER-, BANK- UND WURSTELKALKSERIE

Gemäß dem kleinräumig wechselnden Relief im „Muschelkalkmeer" ist sowohl eine vertikale Übereinanderfolge dieser drei unterschiedlichen Gesteinstypen wie auch eine Wechsellagerung derselben möglich; Mächtigkeit: 300 bis 350 m.

1. Flaser- und Bankkalke:

Mit ihnen setzt der Muschelkalk ein, wobei sie ihre maximale Mächtigkeit am Staff mit rund 280 m erreichen.

Für die basalen 100 m dieses Abschnitts sind bis wenige Zentimeter dicke, vor allem aus Quarzdetritus und Glimmer bestehende, psammitische Lagen kennzeichnend, die mit dem dm-gebankten Karbonat in unregelmäßiger Wechsellagerung vom Meterbereich bis innerhalb eines Dünnschliffs stehen und bis cm-große verkohlte Pflanzenreste führen. In der Anwitterung entsteht so das Bild einer deutlichen Flaserung, für deren Bildung weniger Drucklösungserscheinungen als vielmehr ein bereits primär angelegtes Feinrelief (? Rippeln) verantwortlich sein dürfte, das im Zuge der Diagenese kaum mehr verändert oder lediglich leicht überprägt worden ist.

Bei den Karbonaten handelt es sich vorwiegend um Oo-Arenite bis Bioarenite in mikritischer bis feinsparitisierter Matrix mit geringfügigem und diffus verteiltem Terrigengehalt, sodaß es zu keiner Flaserung mehr, sondern zu ebenflächiger Bankung kommt. Die im allgemeinen 0,4 bis 0,6 mm großen Ooide lassen des öfteren noch den ursprünglichen Schalenbau erkennen, werden meistens aber nur mehr durch die äußerste, dunkle und mikritisierte Hülle angedeutet, während das Innere herausgelöst und nur teilweise durch randständigen Fasercalcit und anschließenden drusigen Pflastercalcit ersetzt worden ist. Ähnlich liegen die meisten der vorhandenen Schalenreste jetzt als von drusigem Spatit ausgefüllte Körper vor. An arenitischen Komponenten finden sich neben den Ooiden vor allem Biogenreste wie Crinoiden, Foraminiferen, kegelförmige Gastropoden, Ostracoden- und Bivalvenbruchstücke; hinzu kommen dann in den Mikriten und in den Gastropoden oft auch noch 0,1 mm große fecal pellets.

Während die relativ häufigen Crinoidenstielglieder eingeschwemmt worden sein dürften, lassen die Foraminiferen, deren sessile z. T. noch auf den als „hardground" dienenden Schalen aufsitzen, sowie die meist vollkörperlich erhaltenen Gastropoden diese

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Fauna als autochthon erscheinen. Sowohl das häufige Auftreten von Ooiden wie auch das Vorhandensein von fecal pellets weist auf einen flachen, nur wenige Dezimeter bis Meter tiefen Ablagerungsraum hin, der entsprechend dem überwiegenden Ooidanteil einer stärkeren Wasserturbulenz ausgesetzt gewesen ist. Anfangs dürfte die Entfernung von einem Festland noch gering gewesen sein, da in unregelmäßigen Schüttungsphasen — etwa im Zusammenhang mit schweren Unwettern und Hochwässern im Vorfeld einer Flußmündung — terrigenes Material antransportiert worden ist. Mit der Abnahme dieses terrigenen Detritus mag der Bildungsraum der Flaser- und Bankkalke eine vom Festland weiter entfernte, sehr flache Plattform dargestellt haben, auf der in wannenförmigen Vertiefungen oder ?lagunären „Becken" auch die Wurstelkalkbildung erfolgen konnte. Denn neben der nun im Hangendsten der Bankkalke des Staff feststellbaren Wechsellagerung von gebankten Kalken mit Wurstelkalken spricht für eine enge vertikale wie laterale Aneinanderbindung dieser beiden Typen auch die Tatsache, daß am Golser Nock praktisch von der Basis des Muschelkalks an ein Wechsel von Wurstel- bis wursteligen Kalken mit nicht geflaserten Bänken im dm- bis 10er-m-Bereich vorliegt.

2. Wurstelkalke:

Unter diesem seit nunmehr rund 100 Jahren in Verwendung stehenden Namen versteht man dm-gebankte, dunkelgraue, durch Bioturbation stark zerflaserte Kalke mit einem bestimmten Anteil toniger Substanz, der sich in der Aufsicht auf die Schichtflächen als gelblicher Belag äußert.

In den östlichen Gailtaler Alpen stellen die Wurstelkalke mit einer Mächtigkeit von etwa 30 bis 150 m einen beträchtlichen Teil des tieferen Anis dar. Dabei handelt es sich um dunkelgrauen Kalkmikrit bis Kalkmikrosparit mit schlierigen Anreicherungen tonigen Materials sowie von Glimmer und zum Teil auch von Quarz. Auf angewitterten Schichtoberflächen erkennt man zahlreiche, von einem gelblichen Film umgebene, dunkle, zylindrische, meist gekrümmte und bisweilen verzweigte, kalkige Wülste mit einem Durchmesser von 6 bis 10 mm und einer Länge bis zu einigen Dezimetern; die bevorzugte Richtung verläuft parallel ss. Man kann hier weniger von einer echten Schichtung sprechen als vielmehr von einer Bankung zwischen 1 und 5 dm, wobei das Mittel bei 2 dm liegt.

Im Dünnschliff erweisen sich die Wursteln als sehr reine, fast durchwegs fossilleere Mikrite bis Mikrosparite mit ellipsoidischem bis kreisrundem Querschnitt, die in tonig verunreinigtem Karbonat schwimmen. Eine besondere Anreicherung des tonigen und terrigenen Materials erfolgt parallel ss, wo dieses schlierig und in Gemeinschaft

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

von Drucklösungserscheinungen wie beginnenden Stylolithen auftritt. Der Übergang von den Wursteln zu ihrer Umgebung kann gleitend oder aber ganz scharf ausgeprägt sein; beide Möglichkeiten sind oft in unmittelbarer Nachbarschaft anzutreffen. Die Wursteln selbst lassen manchmal noch erkennen, daß sie von einer Unmenge von pellets erfüllt sind, die bis 0,2 und in anderen Fällen bis 0,8 mm groß sein können. Sofern diese pellets nicht ineinander verfließen bzw. in mikritische Matrix übergehen, können kleine Zwickel dazwischen von feinem Spatit ausgefüllt sein, was darauf hinweist, daß die pellets nicht gemeinsam mit anderem mikritischen Material abgelagert worden sind.

Vor allem außerhalb der Wursteln finden sich einige Fossilien, von denen aber lediglich die Crinoidenstielglieder relativ häufig vorkommen; bei den übrigen Biogenen, zumeist Foraminiferen, handelt es sich um recht anspruchslose Organismen. Allen Schliffen ist eine Anreicherung von Pyritkörnchen außerhalb der Wursteln eigen, während der von den Nördlichen Kalkalpen beschriebene Bitumengeruch (SARNTHEIN 1965, FRISCH 1968, KUBANEK 1969) kaum bis nicht bemerkbar ist.

Die Deutlichkeit der Flaserung nimmt mit dem steigenden Gehalt an terrigener Substanz zu; am Staff beträgt der unlösliche Rückstand 10 bis 12 Prozent.

Entstehung der Wurstelkalke:

Sowohl der hohe Mikritanteil als auch das Fehlen von durch größere Wasserbewegung erzeugten oder antransportierten Komponenten läßt einen ruhigen Sedimentationsraum als gesichert erscheinen.

Auf Grund der äußerst intensiven Bioturbation liegt die Vermutung nahe, daß sich die bislang noch unbekannten Wühler fast ausschließlich im Sediment, und hier wahrscheinlich in den obersten Zentimetern, aufgehalten haben, da sie hier als Sedimentfresser die ihnen entsprechenden optimalen Lebensbedingungen vorfanden. Um diese zu gewährleisten, darf die Sedimentationsrate nur gering sein, da ansonsten die Wühler verschüttet und eingehen würden.

Da die Wursteln heute durchwegs als reiner Mikrit bis Mikrosparit vorliegen, während ihre Umgebung einen beträchtlichen Terrigengehalt aufweist, dürften die beim Wühlen erzeugten Röhren nicht sofort von dem noch plastischen Sediment wieder geschlossen worden sein, sodaß sie dank des vom Wühler abgesonderten Schleims (SCHÄFER, 1962) noch geraume Zeit offen blieben (SHINN, 1968 b) bzw. lediglich von den fecal pellets der Wühler angefüllt worden sind. Daß diese pellets nur bisweilen deutlich erkennbar sind, ist darauf zurückzuführen, daß pellets leicht zu einer unförmigen mikritischen Masse zerfallen (KENDALL & SKIPWITH, 1969).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Für die Tatsache, daß innerhalb der Wursteln terrigenes Material so gut wie fehlt, müssen zwei Möglichkeiten in Betracht gezogen werden: a) die Sedimentfresser sind bei der Materialaufnahme selektiv vorgegangen oder b) durch Drucklösung während der Diagenese sind die aus reinerem, zum Teil gefälltem Kalk bestehenden Wursteln nicht oder kaum mehr beeinflußt worden, während in den tonreicheren Partien das Karbonat leichter gelöst und abgeführt werden konnte, sodaß eine Anreicherung des nichtlöslichen Materials erfolgt ist. Hinsichtlich des Entstehungsraumes der Wurstelkalke gelten die bereits bei den Flaser- und Bankkalken angestellten Überlegungen.

Neben den nicht weiter zuordenbaren Ostracoden-, Gastropoden- und Bivalvenbruchstücken konnten aus den Flaser-, Bank- und Wurstelkalken nachstehende Fossilien bestimmt werden:

Foraminiferen:

cf. *Ammodiscus* sp., *Dentalina* sp. ähnlich „*Frondicularia woodwardi* HOWCH", *Glomospira* sp., *Glomospira* cf. *densa* (PANTIC), *Glomospirella* sp., *Glomospirella* cf. *grandis* (SALAJ), *Tolypammina* sp.

Crinoiden:

Dadocrinus gracilis BUCH.

In den tieferen Bereichen einzelner Muschelkalkprofile (Golser Nock, Fellbach/Stockenboi) fallen lagenartig auftretende Dolomite von dm- bis m-Mächtigkeit auf, welche im allgemeinen einen groben bis sehr groben Sparit mit bis 2 mm großen Dolomitrhomboedern aufweisen. Dabei handelt es sich durchwegs um sekundäre, der besten Wegsamkeit folgende, spätdiagenetische Dolomitisierungserscheinungen in der Folge einer Sammelkristallisation und nicht um primäre Bildungen eines hypersalinaren Milieus.

Abschnitt 2: FOSSIL- UND ÜBERGANGSKALKSERIE

In diesem des öfteren zum Teil auch knollig ausgebildeten Abschnitt von ± 160 m Mächtigkeit werden alle jene mittelanisischen Partien zusammengefaßt, welche weder den Flaser-, Bank- und Wurstelkalken noch dem Zwischendolomit unmittelbar angehören und sich zufolge ihres teilweisen Biogenreichtums von diesen stark abheben.

Die stellenweise ausgeprägte Vielgliedrigkeit dieses Abschnitts soll an Hand einer etwas detaillierten Beschreibung des Staffprofils demonstriert werden:

1. Fossilkalke:

Abgelöst werden die Wurstelkalke von biogenreichen Kalken, welche in Wechsellagerung mit laminierten Kalken stehen. Die jeweils ein bis zwei Meter umfassenden biogenreichen Kalke stellen dasycla-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

daceen- und schalenführende, dunkelgraue Mikrite dar, die keine Durchwühlung und auch keinen Terrigengehalt mehr aufweisen, sowie gleichfalls 5 bis 10 cm gebankte Bioarenite bis Biorudite, die vorwiegend aus mehr oder weniger gut gerundeten und bis 3 mm großen Resedimenten aufgebaut werden. Während die vorliegenden Foraminiferen und die meisten Echinodermenreste mit diesen pelletartigen Aufarbeitungsprodukten vermengt sind, kennzeichnen die Gastropoden- und Bivalvenreste unterschiedlich dicke Mikritkrusten, bei denen es sich um bereits verfestigt gewesene Mikritbatzen mit eingeschlossenen Biogenen handelt. Vereinzelt kommt es auch zu einer Vermengung dieser Bioarenite mit Ooiden und echten onkoidischen Umkrustungen von Biogenen; primäre Matrix fehlt, sodaß sämtliche Zwickel zwischen den einzelnen Komponenten von Spatit erfüllt sind. In den Dasycladaceen finden wir nicht nur brauchbare Bathymeter, sondern auch den ersten Anhaltspunkt für die Altersstellung des bearbeiteten Abschnitts, da diese Wirtelalgen am ehesten auf Pelson bis Unterillyr hinweisen — eine Einstufung, die sich in den folgenden Metern durch Conodonten zu bestätigen scheint.

Die mit den Biogenkalken wechsellagernden Kalklaminite werden 0,25 bis 2 m mächtig. Teile dieser Laminite führen zahlreiche vertikale, bis mehrere Zentimeter tief reichende Spuren von 0,5 cm Durchmesser, welche im Gegensatz zu den horizontalen Wursteln weniger pellets, dafür aber häufig Sediment und Fossilien enthalten, sodaß wir es hier mit einer von außen kommenden Hohlraumfüllung zu tun haben. Bei den Erzeugern bzw. Bewohnern dieser ± Vertikalbauten dürfte es sich um Suspensionsfischer gehandelt haben, die in dem bereits leicht verhärteten Sediment gesiedelt haben; damit in Zusammenhang stehen eine geringe Sedimentationsrate und eine gute Durchlüftung des Wassers. Eine weitere hier aufgefundene Spurenform von etwa 8 cm Tiefe und 2 bis 3 cm Breite ist möglicherweise den heutigen Sandklaffmuscheln ähnlichen Lamellibranchiaten zuzuschreiben.

Hatten wir es in den bisherigen rund 11 m des Abschnitts 2 mit fast 100 Prozent reinem Karbonatgestein zu tun, so tritt uns jetzt plötzlich über etwa 10 m eine Wechsellagerung von cm- bis dm-mächtigen Kalkbänken mit mm-dicken sandigen Partien entgegen. Diese klastischen Lagen führen vorwiegend Quarz und Glimmer zwischen 0,01 und 0,03 mm Größe, in denen manchmal Crinoidenreste schwimmen und die von karbonatischem Bindemittel verkittet werden. Der Übergang von den kalkigen zu den klastischen Lagen erfolgt immer abrupt, sodaß einzelnen Schüttungsphasen naheliegen. Im Gelände entsteht so oft der Eindruck von Knollenkalken (siehe diese). Ähnlich plötzlich wie die klastische Materialanlieferung einsetzt, hört sie auch wieder auf.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Die Karbonatbänke zeigen einen biogenführenden Arenomikrit bis -sparit mit diffus reichlich verteiltem Pflanzenhäcksel. Die folgenden 6 m bestehen aus ähnlichen Kalken mit einer allmählichen Abnahme des Pflanzenhäcksels, dafür aber relativ vielen Schalenresten, die zumeist keine Einregelung erfahren haben. Einige Schalen sind auch vollkörperlich erhalten und ganz oder teilweise mit Sediment gefüllt; in einzelnen Fällen tritt an die Stelle der drusigen Pflastercalcitfüllung ein Quarzin, der als Hinweis auf organische Kieselsäure angesehen wird, welche wahrscheinlich von den durch Spiculae belegten Kieselschwämmen stammt.

War mit dem Ende der sandigen Partien ein langsames Ansteigen vor allem des Schalengehalts zu verzeichnen, so macht sich jetzt eine stärker werdende Wasserbewegung bemerkbar, welche anfangs neben der Bildung von Onkoiden und kleinen Sedimenten auch noch die Anlagerung von Mikrit ermöglicht. Nach etwa 5 m ist die Intensität der Wasserbewegung bereits so stark, daß die Matrix lediglich noch im Schatten der Schalenwölbungen auftritt, ansonsten jedoch ausgewaschen ist, während bei den Biogenen ein Zusammenschwemmen erfolgte, sodaß hier der größte Arten- und Individuenreichtum zu verzeichnen ist:

Algen:
Codiaceae, *Diplopora subtilis* PIA, *Oligoporella pilosa* PIA.

Foraminiferen:
Ammodiscus sp., cf. *Astacolus, Dentalina* div. sp., ? Duostominidae, *Frondicularia* sp., *Glomospira* sp., *Glomospira densa* (PANTIC), *Glomospira* cf. *gordialis* (JONES & PARKER), *Glomospirella* sp., *Glomospirella grandis* (SALAJ), *Glomospirella* cf. *parallela* KRISTAN-TOLLMANN, Lituolaceae, *Nodosaria* sp., Nodosariinae vom Typ „*Frondicularia woodwardi* HOWCH", Placopsilininae, *Pseudonodosaria* sp., cf. *Reophax, Rotaliina* sp., *Tolypammina* sp., cf. *Trochammina* sp., *Vidalina* sp.

Schwämme:
Tremadictyon roemeri (ECK) em. RAUFF, *Chlamys (Praechlamys) schroeteri* (GIEBEL), hexactine und oxyhexactine Kieselspiculae, degenförmiges Strongylhexactin.

Brachiopoden:
Coenothyris vulgaris (SCHLOTHEIM), *Decurtella decurtata* (GIRARD), *Mentzelia mentzeli* (DUNKER), *Spiriferina fragilis* (SCHLOTHEIM), *Tetractinella trigonella* (SCHLOTHEIM).

Lamellibranchiaten:
Lima costata GOLDFUSS, *Lima lineata* (SCHLOTHEIM), cf. *Pinna* sp.

Gastropoden:
spitz- und normalkegelförmig, glatt und skulpturiert, gen. et sp. indet.

Cephalopoden:
Ammonoidea, gen. et sp. indet.

Ostracoden:
glatt und schwach skulpturiert, leider unbestimmt.

Crinoiden:
Dadocrinus gracilis BUCH, *Encrinus liliiformis* LAMARCK.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Ophiurensklerite:
Wirbel, Lateralia, Ventralplatte.

Echinoiden:
Miocidaris coaeva (QUENSTEDT), *Miocidaris* n. sp. ex aff. *microperlata* FRENTZEN, Cidaridenstacheln, Ambulacralia, Interambulacralia, ophicephale Pedicellarien.

Holothuriensklerite:
Achistrum triassicum FRIZZEL & EXLINE, *Theelia* cf. *germanica* KOZUR, *Theelia immissorbicula* MOSTLER, *Theelia planorbicula* MOSTLER, *Theelia* cf. *zapfei* MOSTLER & KOZUR, Kalkring-Element.

Fischreste:
Acrodus- und Saurichthyszähnchen, Placoidschuppen.

Conodonten:
Enantiognathus ziegleri (DIEBEL), *Gondolella constricta* CLARK, *Gondolella excelsa* (MOSHER), *Gondolella mombergensis* TATGE, *Gondolella navicula* HUCKRIEDE, *Hindeodella* sp.

Die Erhöhung des Energieindex äußert sich neben der Auswaschung der Matrix dadurch, daß a) ein beträchtlicher Teil der Bivalven nur mehr einklappig vorliegt und b) diese Klappen durchwegs mit der Wölbung nach oben liegen, was bei ruhigen Sedimentationsbedingungen nicht immer der Fall wäre. Als weitere Komponenten verbleiben lediglich einige ruditische Mikritschollen voller Schwammspiculae in Gesellschaft der Biogene. Einige der Echinodermenreste weisen sogenannte „syntaxial rims" auf, also eine orientierte Anlagerung von Calcit an das vorgegebene Gitter des Echinodermeneinkristalls (EVAMY & SHEARMAN 1965).

2. Übergangskalke:

Sie sind die unmittelbare Fortsetzung der Fossilkalke und weisen am Staff mit etwas über 100 m die größte Mächtigkeit und auch die größte Abwechslung auf.

Der Beginn der Übergangskalke ist durch ein rapides Absinken des Biogengehalts gekennzeichnet, an dessen Stelle bis cm-große Resedimente und bis 3 cm große Onkoide treten. Direkt auf diese rund 25 m Flachwasserbildungen folgen etwa 15 m von calcitischen und leicht dolomitischen Mikriten mit zum Teil deutlich ausgeprägter Laminierung und in diese einbezogene LF-Gefüge (= birdseyes), welche 1 bis 2 mm messen und zumeist in etwa zylindrisch geformt und ± parallel ss gerichtet sind und nicht selten neben Spatit noch etwas Sediment führen. Diese LF-Gefüge werden nach SHINN (1968 a) durch Sedimentschrumpfung beim Trockenfallen sowie durch aufsteigende und von Algenmatten festgehaltene Gasbläschen bedingt (KANDALL & SKIPWITH, 1968). Die Autoren sind sich darin einig, daß LF-Gefüge für das Supratidal kennzeichnend, aber auch noch im Intertidal möglich sind. In diesen Laminiten finden sich an Biogen-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

resten bzw. -hinweisen lediglich sehr vereinzelte und eingeschwemmte Wirtelalgen sowie Grabspuren.

Eine vorübergehende Absenkung ins Subtidal mit ruhigen Sedimentationsbedingungen wird durch dm-gebankte, 2 bis 25 m mächtige geschichtete bis geflaserte Kalke angedeutet, welche auf den nächsten 70 m mit den laminierten Kalken bis Dolomiten wechsellagern und deren Bioturbation jener der Wurstelkalke sehr ähnelt — allerdings ist hier in der Anwitterung so gut wie keine tonige Substanz mehr zu finden; die Biogene sind auf einzelne Foraminiferen sowie bisweilen etwas angereicherte Ostracodenschälchen beschränkt. Zusätzlich treten hier auch ganz geringmächtige (wenige dm) Oolithlagen auf, welche sowohl den wursteligen Kalken als auch den Laminiten zwischengeschaltet sind.

3. Knollenkalke als Sonderfall der Fossilkalke:

Die im allgemeinen ebenflächigen Fossilkalke weisen manchmal einen leicht knolligen Charakter auf, der sich in der Anwitterung durch wellige Oberflächen ausdrückt und im Schliffbild nur dann vorliegt, wenn das Karbonat mit sandig-terrigenen Lagen wechsellagert. In diesem Fall kommt es zur Bildung relativ reiner Biomikritknollen von etwa 2 bis 10 cm Größe, die durch ± stark ausgeprägte Stylolithen(scharen) von den sie schlierig umgreifenden sandigen Lagen getrennt werden; dabei können die einzelnen Knollen miteinander in Verbindung stehen oder isoliert im quarz- und glimmerreichen Silt schwimmen. Vom Sediment und vom Biogengehalt her entsprechen die Knollen voll und ganz den höheren Fossilkalken des Staff. Hand in Hand mit dieser plötzlichen Sandzufuhr geht eine auffallende Verkieselung der meisten Fossilien. Eine primäre Knollenbildung — wie sie BRANDNER (1972) von den Lienzer Dolomiten beschreibt — kann hier mit Sicherheit zugunsten einer spätdiagenetisch erfolgten Boudinage ausgeschlossen werden.

Mit dieser terrigen-karbonatischen Folge liegt auf jeden Fall ein wichtiger Leithorizont vor, welcher am Staff 10 m und am Kreuzenbach bei Feistritz nahezu 60 m mißt; allerdings kann hier nirgends von einem echten Sandstein gesprochen werden wie in den Lienzer Dolomiten oder auch bei Jadersdorf im Gitschtal, wo regelrechte Arkosesandsteine von 48 m Mächtigkeit an Stelle der Fossil- und Knollenkalke aufscheinen.

4. Schlußfolgerungen:

Wenn wir es bei den Wurstelkalken noch mit den Sedimenten eines geschützten, deshalb aber keineswegs lebensfeindlichen Meeresabschnittes, einem „protected subtidal", zu tun hatten, so läßt sich

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

bereits mit dem Einsetzen der Laminite mit den Suspensionsfischern eine gewisse Öffnung erkennen, die — durch Bodenunruhen bedingte Abschnürungen überwindend — in den Fossilkalken zu einem „open subtidal" führt, das wechselnder Wasserbewegung ausgesetzt war. Die Wassertiefe mag innerhalb bestimmter Grenzen variiert haben, in den Dasycladaceen, Ooiden, Onkoiden und Resedimenten finden wir aber eindeutige Hinweise auf flaches bis allerflachstes Wasser, sodaß der Weg zu den vorwiegend Inter- bis Supratidalbildungen der Übergangskalke bereits vorgezeichnet wird.

Die plötzlich ein- und wieder aussetzende massive Anlieferung von Terrigenmaterial und Pflanzenhäcksel innerhalb der sonst reinen Fossilkalke spricht am ehesten für ein rasches Heben und Senken bzw. Abtragen eines noch nicht lokalisierten Hinterlandes.

Daß wir es paläogeographisch gesehen mit einer flachen und ausgedehnten, landferneren Plattform zu tun haben dürften, die grundsätzlich von Landeinflüssen weitgehend verschont bleibt, bestätigt sich zunehmend in den Übergangskalken und ganz besonders dann im Zwischendolomit.

Auf Grund der bereits angeführten Fossilien aus den Fossilkalken der östlichen Gailtaler Alpen darf für den Abschnitt 2 des Muschelkalks ein pelsonisches bis unterillyrisches Alter als gesichert angenommen werden. Die genannten Makrofossilien wurden zum Teil selbst gefunden und zum Teil aus der Literatur (TICHY 1972 und WARCH 1973) übernommen.

Abschnitt 3: DOLOMITISCHES ZWISCHENNIVEAU

Es liegt hier eine 150 bis 200 m mächtige und eintönige Folge von zumeist deutlich gebankten Dolomiten vor, in welche etliche sehr dünne vulkanische Lagen eingestreut sind.

1. Dolomite:

Obwohl nur wenige Bereiche dieses Abschnitts von diagenetischen Umwandlungsprozessen wie Kornvergröberungen verschont geblieben sind, lassen sich einige Aussagen über das Bildungsmilieu machen.

Die Dolomite sind im allgemeinen dm-gebankt, laminiert und hellgrau anwitternd, wobei die einzelnen Laminae zwischen Zehntelmm und 5 mm dick sind. Geht man in Anlehnung an GEBELEIN & HOFFMAN (1973) von der Annahme aus, daß die dunklen Laminae Algenfilme und Algenmatten darstellen, so entsprächen die hellen dem von diesen Matten eingefangenen bzw. in einzelnen Schüttungsphasen (z. B. Tiden) angelieferten Karbonat. Für eine Schüttung spricht die in den gröberen Laminae bisweilen erkennbare Gradierung;

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

auch fällt hier auf, daß die Algenmatten stromatolithartig gekräuselt sind, während die Karbonatlagen durchwegs geradlinig abgeschnitten werden. Auf Grund von Trockenrissen mit Polygonen von 1 bis 2 mm Dicke und bis zu 2 cm Größe sowie von Sturmfluten zugeschriebenen Resedimentlagen mit viel Matrix werden diese gröberen Laminite ins höhere Intertidal gestellt, während jene Dolomite mit den ganz feinen, oft schon im Dünnschliffbereich auskeilenden Algenlaminae eher dem tieferen Intertidal entsprechen, wo zufolge der höheren Karbonatschlammakkumulation das Algenwachstum nur begrenzt möglich ist (KENDALL & SKIPWITH, 1968).

Kennzeichnend für praktisch den gesamten Dolomitkomplex ist das absolute Fehlen von terrigenem Material. Die durch WARCH (1965, 1966 und 1973) bekannt gewordenen Vorkommen von im allgemeinen stark verwitterten, bröselig bis lettigen, wenige Zentimeter dicken, gelblichen Tuffen sind in verschiedenen Profilen in unterschiedlicher Position zu finden, sodaß grundsätzlich mit einer größeren Anzahl von Tufflagen zu rechnen ist. Diese Tuffe wurden genauso wie die in einzelnen Profilen vorliegenden Vererzungen nicht untersucht; es sei hier auf WARCH (1973) verwiesen.

Wahrscheinlich als Folgeerscheinung des Vulkanismus sind die vereinzelt lagenweise angereicherten, mehrere Zentimeter großen, schwärzlichen Kieselknauern innerhalb des Zwischendolomits aufzufassen.

2. Dolomitisierung:

Da die primär abgelagerten Karbonatschlämme fast durchwegs aus Mg-Calcit und Aragonit, nicht jedoch aus Dolomit bestehen, kann der Prozeß der Dolomitisierung frühestens mit dem Zeitpunkt der Sedimentation eingesetzt haben. Auf rezenten Beobachtungen aufbauend, sind in letzter Zeit verschiedene Modelle von „synsedimentärer" Dolomitisierung erstellt und beschrieben worden. Gemeinsam ist all diesen Hypothesen, daß hypersaline Lösungen im Porenbereich die Dolomitbildung verursachen: an aus dem Meeresbereich herausgehobenen Oberflächen wird das durch Eindunstung verlorengegangene Wasser durch unterirdischen Zufluß von Meerwasser ersetzt. Damit im Zusammenhang steht eine Ionenkonzentration und ein Ansteigen des Mg:Ca-Verhältnisses. Gemeinsam mit einer derartigen Umwandlung von Aragonit zu Dolomit erfolgt auch eine Gips- und Anhydritbildung, wobei letztere unter humiden Klimabedingungen leicht ausgewaschen werden können.

3. Schlußfolgerungen:

Die eintönigen laminierten Dolomite sprechen für einen im großen und ganzen ruhigen Sedimentationsraum mit extremen kli-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

matischen und ökologischen Bedingungen, was sich — abgesehen von den anspruchslosen Algenmatten und einigen wenigen Wühlern — auch in dem absoluten Fehlen von Biogenen ausdrückt. Trotz der im fossilen Bereich schwierigen Unterscheidung von höherem Intertidal und Supratidal dürfen die beschriebenen Laminite ohne weiteres diesem Grenzbereich zugeordnet werden. Wegen des Fehlens von Gips und terrigenem Material läßt sich sowohl im Hinblick auf die paläogeographische Lage unserer landfern angenommenen Plattform als auch hinsichtlich des Dolomitisierungsprozesses am ehesten ein Vergleich mit den von SHINN et al. (1965) beschriebenen Gegebenheiten der Bahamabank anstellen.

Trotz des Fossilmangels kann das Alter des Zwischendolomits mit Illyr angegeben werden, da die unmittelbar an der Basis des darüber folgenden Plattenkalks befindlichen Fossillagerstätten laut BECHSTÄDT & MOSTLER (1974) in die Trinodosus-Zone, d. h. ins höhere Illyr, gehören. Die zeitliche Untergrenze mit Pelson/Unterillyr ist durch die Fauna der Fossilkalke gegeben.

DER ALPINE MUSCHELKALK AM DOBRATSCH

Während in den Gailtaler Alpen eine lithologische Dreiteilung des Muschelkalks fast immer sehr gut möglich ist, lassen sich in ihrem südöstlichsten Bereich, am Dobratsch, lediglich zwei Gesteinsfolgen voneinander abtrennen: eine tiefere mit einer Tonschiefer-Dolomit-Wechsellagerung und eine höhere rein dolomitisch ausgebildete.

1. Tonschiefer-Dolomit-Wechsellagerung:

Die Grenze zu den tonig-sandigen Werfener Schichten wird mit dem Auftreten rein dolomitischer Bänke festgelegt, welche von nun an mit Tonschiefern im cm- bis m-Bereich wechsellagern.

Dolomite: Es sind im allgemeinen 5 bis 15 cm gebankte, graue Dolomite oder selten Kalke, welche wechselnden Gehalt an Quarz, Hellglimmer und Pflanzenhäcksel aufweisen können. Sofern die Sammelkristallisation nicht alle Sedimentstrukturen zugunsten eines aussagelosen mittel- bis grobkörnigen Sparits ausgelöscht hat, ist das Vorherrschen von Ooiden und wahrscheinlich fecal pellets in zumeist mikritischer Matrix kennzeichnend, in der diese arenitischen Komponenten wahllos verteilt schwimmen oder lagenweise angereichert sind. Oft sind die Ooide als solche nur mehr zu erahnen; gemeinsam mit den pellets ist ihnen häufig eine diagenetisch bedingte Verformung zu walzenförmigen Gebilden. Besonders entlang den ooid- und pelletführenden Lagen machen sich Drucklösungserscheinungen bemerkbar, indem hier Sammelkristallisation und/oder mitunter deutliche Flaserung durch Anreicherung tonigen Materials erfolgen kann, welche in den Mikriten fehlen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Selten kommen reine Oolithe vor, deren Ooide im allgemeinen einen sehr deutlichen Lagenbau aufweisen. Als Hinweis auf in situ-Bildung gilt das Fehlen primärer Matrix.

Innerhalb einzelner Bänke sind bis 5 mm dicke, durch feine tonige Filme voneinander getrennte Dolomitlagen mit Trockenrißbildungen. An Fossilien finden sich in diesen Karbonaten lediglich einige unbestimmbare Gastropoden sowie kleine Schalenreste; Mikrofossilien fehlen ganz, während Wühlspuren bisweilen vorliegen.

Tonschiefer: Sie bilden eine Fortsetzung der oberen Werfener Schichten und sind dunkelgraue, selten rötliche, karbonatische, glimmerarme Tonschiefer, die vereinzelt auch sandig werden. Kennzeichnend für die gesamten Tonschiefer ist die unterschiedliche, aber immer vorhandene Führung von weißen bis intensiv rosa Gipslagen und -linsen von mm- bis dm-Dicke. Neben Karbonat (vorwiegend Dolomit) und Quarz sind die häufigsten Minerale Fe-Chlorit, Illit sowie Mischstrukturminerale aus diesen beiden. Sowohl der Chlorit als auch der hohe Illitanteil sprechen für die terrigene Herkunft der Tonminerale. Das vollständige Fehlen schwellbarer Tonminerale könnte in unmittelbarem Zusammenhang mit den salinaren Ablagerungsbedingungen stehen, da im Wasser eine hohe Anzahl von Metall-Ionen vorlag, welche im Gitter vorhandener schwellbarer Tonminerale die Stelle des Wassers eingenommen und somit die Schwellfähigkeit unterbunden haben.

Im höheren Bereich der Tonschiefer-Dolomit-Wechsellagerung sind die Tonschiefer zeitweilig vorherrschend und führen neben massenhaft Gips, einigen Dolomit- und Mergellagen auch etliche dm-mächtige Sandsteinbänke, die in der Hauptsache aus zumeist undulösen Quarzen sowie diversen Feldspäten, Hellglimmer und Chlorit zusammengesetzt sind; untergeordnet treten auch Turmalin, Zirkon, Apatit und Rutil auf. Die vorwiegend schlecht gerundeten psammitischen Körner werden zumeist von viel karbonatischer Matrix gebunden, die nur stellenweise einer kieseligen Platz macht.

Aus verschiedenen Bereichen dieser Tonschiefer konnte W. KLAUS, Wien, zum Teil gut erhaltene Sporen gewinnen, „die eindeutig auf Anis hinweisen", während „die in Ergänzung der sporenanalytischen Einstufung der Proben durchgeführte Schwefel-Isotopenanalyse bisher nicht die gewünschte Klärung gebracht hat", sodaß mit Hilfe dieser Methode eine Unterscheidung Skyth — Anis nicht möglich war. Eine vollständige Sporenliste findet sich bei COLINS & NACHTMANN (1974).

2. Reine Dolomitserie:

Mit dem ziemlich abrupten Ausklingen der Tonschiefer sehen wir uns einer Folge von zunächst dunkelgrauen bis schwärzlichen, 5 bis 10 cm gebankten Dolomiten und vereinzelt eingeschalteten Kal-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

ken gegenüber, welche im Dünnschliff so gut wie keine Sedimentstrukturen aufweisen, während in der Anwitterung vereinzelt eine schwache Laminierung erkennbar wird. Diese feinkristallinen Dolomite sind durch einen mitunter nicht zu übersehenen Bitumengehalt gekennzeichnet, der auch für die dunkle Färbung verantwortlich sein dürfte.

Der Übergang von diesen dunklen und gut gebankten zu helleren und über weite Teile nur undeutlich gebankten bis massig wirkenden Dolomiten vollzieht sich allmählich. Diese höheren Dolomite sind zumeist sammelkristallisiert und nach außen hin sehr spröde und brüchig, sodaß nur selten die für diesen Dolomit typische Feinlaminierung mit zum Teil LF-Gefügen und ortsgebundenen Aufarbeitungsprodukten eingesehen werden kann. Innerhalb nur weniger Dezimeter erfolgt dann der Wechsel von diesen inter- bis supratidalen Dolomiten zu den mitteltriadischen Buntkalken mit reicher Conodonten- und Ammonitenfauna, welche der Trinodosus-Zone angehören (COLINS & NACHTMANN, 1974).

Der erstmals von PILGER & SCHÖNENBBRG (1958) beschriebene mitteltriadische Vulkanismus setzt im oberen Drittel der Dolomite mit Mächtigkeiten von wenigen Zentimetern in der Hangendscholle des Dobratsch bis rund 25 m in der Liegendscholle ein.

Auf Grund der ähnlichen lithologischen Kriterien und wegen der gemeinsamen Überlagerung durch der Trinodosus-Zone angehörige Beckensedimente sehe ich in diesem reinen Dolomitkomplex am Dobratsch ein Äquivalent des Zwischendolomits der übrigen Gailtaler Alpen.

Von den rund 300 m Mächtigkeit der Muschelkalkserie am Dobratsch entfallen auf den Zwischendolomit etwa 150 bis 180 m.

3. Schlußfolgerungen:

Während die Ablagerungsbedingungen für den rein dolomitischen Abschnitt jenen des Zwischendolomits entsprechen, scheint ein Vergleich Dobratsch — übrige Gailtaler Alpen im unteren Muschelkalk auf den ersten Blick nicht so klar herstellbar.

Drückt sich der Landeinfluß in den Flaserkalken am Staff in richtigen sandigen Lagen aus, so treten derartige Silte und Psammite am Dobratsch zwar zugunsten toniger Substanz stark in den Hintergrund, diese wird hier jedoch in ungleich höherem Maße angeliefert; d. h. wir sind am Dobratsch dem Lieferanten Hinterland möglicherweise sehr nahe, liegen aber gewissermaßen im Schatten der durch Zuflüsse vom Festland vorgegebenen Hauptfrachtrichtung, sodaß nur wenig Sand, dafür aber ungemein größere Mengen von in Suspension befindlichem Material zur Ablagerung gelangen. Wie die in

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Zeiten geringerer bis fehlender Tonanlieferung gebildeten Karbonate mit ihren Ooiden und pellets zeigen, ist für das Wasser nur eine geringe Tiefe mit stellenweise beachtlicher Turbulenz anzunehmen; die Fossilarmut deutet auf erhöhte Salinität hin. Ein zeitweiliges und länger andauerndes Trockenfallen in Verbindung mit hypersalinaren Bedingungen beweisen die — wenn auch seltenen — Trockenrißerscheinungen. Sie werden von zum Teil massiert ausgebildeten Gipslinsen und -lagen aber geradezu verlangt, sodaß wir in Anlehnung an rezente Beobachtungen am Persischen Golf von einer regelrechten Sabkha sprechen können. Wodurch die erwiesenen Meeresspiegelschwankungen aber hervorgerufen wurden, ist ungeklärt.

Das Ausklingen der Anlieferung terrigenen Materials läßt auf die Abtragung des an sich wahrscheinlich sehr flachen Hinterlandes schließen, das in der Folge mit dem nunmehr ± reliefausgeglichenen Gebiet der gesamten Gailtaler Alpen die große Karbonatplattform des Zwischendolomits bildet.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

1. Sedimentologie:

In den östlichen Gailtaler Alpen ist auf Grund lithologischer Kriterien eine Dreiteilung des Alpinen Muschelkalks möglich in:

a) Flaser-, Bank- und Wurstelkalkserie: Eine relativ fossilarme Abfolge von Flachwasserbildungen mit wechselndem Terrigeneinfluß, wodurch es in der Anwitterung zu einer deutlichen Flaserung kommt. Mit dem Ausklingen der sandigen Lagen setzt eine durchgehende Karbonatsedimentation mit dm-gebankten Kalken mit wechselndem Gehalt an Ooiden, pellets und anspruchslosen Biogenen ein. Auf die Bankkalke folgend oder in Wechsellagerung mit diesen treten die einer Stillwassersedimentation zugeschriebenen und durch Horizontalbioturbation geflaserten Wurstelkalke.

b) Fossil- und Übergangskalke: Infolge sich rasch bessernder Lebensbedingungen erfolgt ein sprunghafter Anstieg des Biogengehalts, der gemeinsam mit Laminiten, Ooiden und Onkoiden sowie durch totale Auswaschung gekennzeichnete Wasserbewegung eine Fortsetzung der Flachwasserbedingungen anzeigt. In diesen rein karbonatischen Fossilkalken kommt es zu plötzlich ein- und wieder aussetzenden Schüttungen sandiger Lagen, die zufolge ihrer Wechsellagerung mit Kalken eine boudinagebedingte Knolligkeit derselben hervorrufen. Abgelöst werden die dem Pelson bis Unterillyr zugezählten Fossilkalke von den aus Onkoidkalken, laminierten Kalken und Dolomiten, tonarmen Wurstelkalken und Oolithen bestehenden und kaum fossilführenden Übergangskalken.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

c) Dolomitisches Zwischenniveau: Eintönige Folge von gut gebankten, ± laminierten, fossil- und terrigenfreien Dolomiten mit sporadisch eingelagerten feinen bis dickeren Vulkanitlagen. Dank der unmittelbar darüber folgenden oberillyrischen Plattenkalke ist die Einstufung des einer Plattformsedimentation zugeschriebenen Zwischendolomits ins Illyr gesichert.

Nicht anwendbar ist diese Muschelkalkdreiteilung auf den Dobratsch, wo neben dem Zwischendolomit nur eine Tonschiefer-Dolomit-Wechsellagerung ausgeschieden wird, deren Tonschiefer außer über anisische Sporen auch über beachtliche Gipseinschaltungen verfügen. Während diese Gipse Sabkha-Bedingungen entstammen, weisen die Dolomite auf flache, übersalzene, küstennahe Lagunen hin.

Abzüglich des einheitlich 150 bis 200 m umfassenden Zwischendolomits verbleibt eine Mächtigkeit des Muschelkalks von etwa 400 m am Staff gegenüber 120 bis 150 m am Dobratsch. Dieser große Unterschied dürfte darin begründet sein, daß in den Tonschiefern des Dobratsch wesentlich mehr Zeit steckt als in gleich mächtigen Kalken des Staff.

2. Paläogeographie:

Das „Muschelkalkmeer" der östlichen Gailtaler Alpen kann durchwegs als Flachmeer angenommen werden, das zunächst im Schüttungsbereich eines nahen, eventuell im SE bis S anzunehmenden flachen Hinterlandes lag, das allmählich abgetragen bzw. infolge in ihrer Ursache ungeklärter Meeresspiegelschwankungen überflutet wurde.

Im Unter- wie im mittleren Anis liegt eine nur wenige Meter tiefe und weitausgedehnte Plattform vor, die ein ausgeprägtes Relief mit unterschiedlich großen, wannenartigen lagunären „Becken" mit Ruhigwasserbedingungen sowie flachen Rücken mit höherer Turbulenz aufweist. Dieses Relief wird im Laufe der Zeit ausgeglichen, und im Zuge von Boden- bzw. Meeresspiegeländerungen entsteht die nun fernab eines Festlandes befindliche und äußerst seichte Karbonatplattform des oberen Anis.

ABSTRACT

The Anisian „Alpine Muschelkalk" of the Eastern Gailtaler Alps (Carinthia, Austria) is investigated by microfacies-criteria and can be divided into 3 lithological units:

1. Flaser bedded limestones in alternation with well bedded ones, where the flaser-bedding may be caused by an irregularly changing terrigenious influence in the lower and by bioturbation in the upper part. The relatively high content of ooids and fecal pellets

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

as well as the intensive bioturbation signify these limestones as a series of shallow water carbonates of a protected subtidal.

2. Fossiliferous limestones: Becoming an open subtidal quickly better conditions of life take place and it happens a sudden ascent of the fossils found. Several inserted sandy layers with a thickness of only a few mm may sometimes cause a cloddy appearance. By dasyclad algae and conodonts the age of these limestones is supposed as Pelsonian to lower Illyrian.

3. Laminated dolomites: They are a monotonous series of well bedded and ± laminated dolomites with some thin volcanic layers and without fossils and terrigenious substances, built under tidal flat conditions.

The „Alpine Muschelkalk" of the Dobratsch can be subdivided into intermittent layers of clay-containing schists and dolomites, identified by Anisian spores and the above formation of laminated dolomites with volcanic sediments.

DANKSAGUNG

Für die stete Diskussionsbereitschaft, die erfahrenen Anregungen und die Fossilbestimmungen möchte ich nachstehenden Herren herzlich danken: Dr. Th. Bechstädt, München; Dr. R. Brandner, Innsbruck (Algen); Dr. K. Czurda, Innsbruck; Prof. Dr. W. Klaus, Wien (Sporen); Prof. Dr. H. Mostler, Innsbruck (Conodonten und Holothurien) und Dr. W. Resch, Innsbruck (Foraminiferen). Dem österreichischen Forschungsfonds gilt mein Dank für die finanzielle Unterstützung.

LITERATUR

Bathurst, R. G. C. (1971): Carbonate sediments and their diagenesis. — 620 S., in „Development in sedimentology", *12*, Elsevier.

Bechstädt, Th., & Mostler, H. (1974): Fossillagerstätten im mitteltriadischen Plattenkalk der Gailtaler Alpen (Kärnten, Österreich). — In „Die Stratigraphie der alpin-mediterranen Trias". — Symposium Wien, Mai 1973, 45—55.

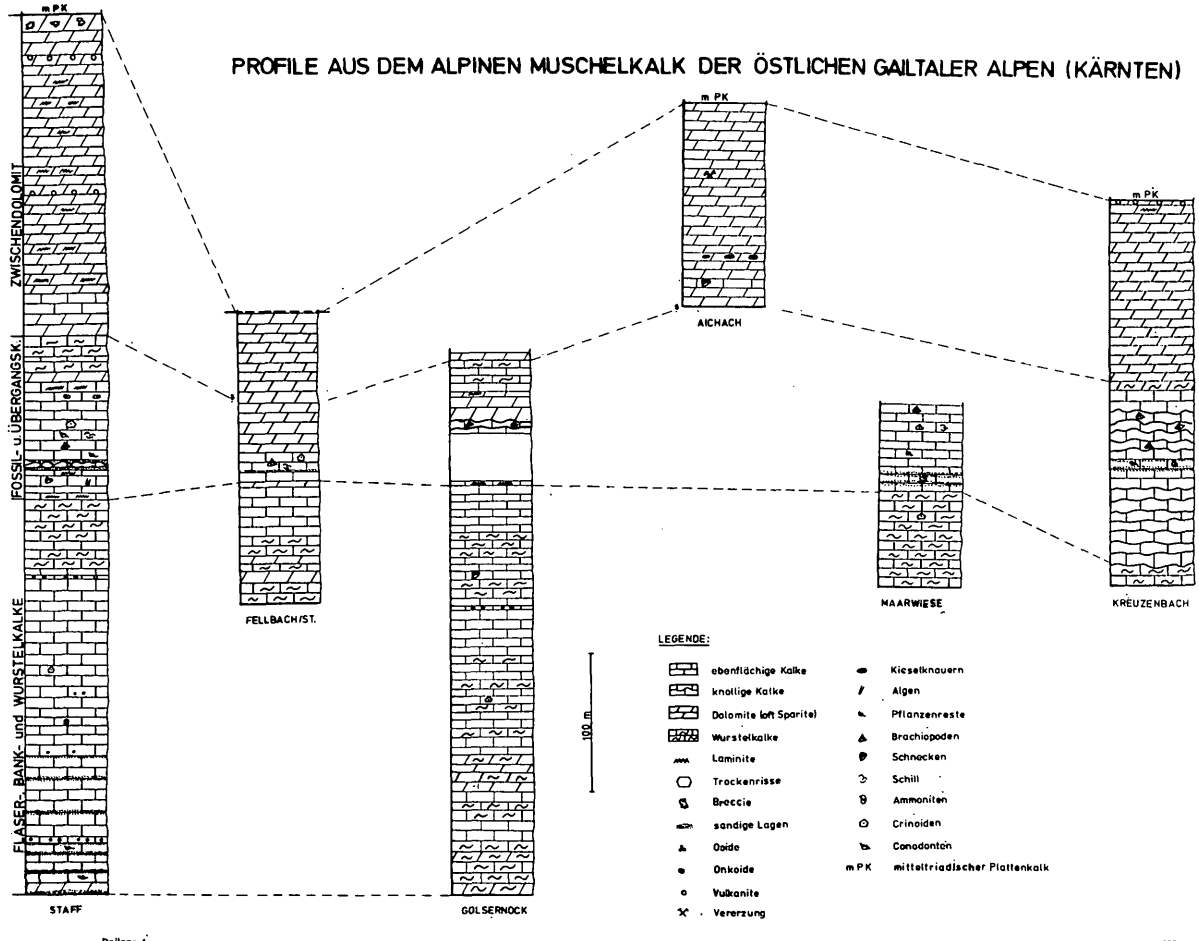
Bemmelen, R. W. van (1961): Beitrag zur Geologie der Gailtaler Alpen (Kärnten, Österreich), (2. Teil). — Jb. Geol. B. A., *104*:213—237.

Brandner, R. (1972): „Südalpines" Anis in den Lienzer Dolomiten (Drauzug), (ein Beitrag zur alpin-dinarischen Grenze). — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., Innsbruck, *21*:143—162.

Colins, E., & Nachtmann, W. (1974): Die permotriadische Schichtfolge der Villacher Alpe (Dobratsch), Kärnten. — Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, *4/2*:1—47.

Beilage Gegenüberstellung der Profile aus dem Alpinen Muschelkalk der östlichen Gailtaler Alpen mit Ausnahme jener vom Dobratsch.

PROFILE AUS DEM ALPINEN MUSCHELKALK DER ÖSTLICHEN GAILTALER ALPEN (KÄRNTEN)



Beilage 1

Nachtmann 1975

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

EVAMY, B. D., & SHEARMAN, D. J. (1965): The development of overgrowths from echinoderm fragments. — Sedimentology, *5*:211—233.

FRISCH, J. (1968): Sedimentologische, lithofazielle und paläegeographische Untersuchungen in den Reichenhaller Schichten und im Alpinen Muschelkalk der Nördlichen Kalkalpen zwischen Lech und Isar. — Unveröff. Diss. T. H. München, 133 S.

GEBELEIN, C. D., & HOFFMAN, P. (1973): Algal origin of dolomite laminations in stromatolitic limestones. — J. Sed. Petr., *43/3*:603—613.

GEYER, G. (1901): Geologische Aufnahmen im Weissenbachthale, Kreuzengraben und in der Spitzegelkette (Oberkärnten). — Verh. Geol. R. A.:113—139.

KENDALL, C. G. St. C., & SKIPWITH, P. A. (1968): Recent algal mats of a Persian Gulf lagoon. — J. Sed. Petr., *38/4*:1040—1058.

— (1969): Holocene shallow-water carbonate and evaporative sediments of Khor al Bazam, Abu Dhabi, Southwest Persian Gulf. — Am. Ass. Petr. Geol. Bull., *53/4*:841—869.

KUBANEK, F. (1969): Sedimentologie des alpinen Muschelkalks (Mitteltrias) am Kalkalpensüdrand zwischen Kufstein (Tirol) und Saalfelden (Salzburg). — Diss. Techn. Univ. Berlin, 222 S.

PILGER, A., & SCHÖNENBERG, R. (1958): Der erste Fund mitteltriadischer Tuffe in den Gailtaler Alpen (Kärnten). — Zs. dt. Geol. Ges., *110/1*:205—215.

SARNTHEIN, M. (1965): Sedimentologische Profilreihen aus den mitteltriadischen Karbonatgesteinen der Kalkalpen nördlich und südlich von Innsbruck. — Verh. Geol. B. A.:119—161.

SCHÄFER, W. (1962): Aktuopaläontologie nach Studien in der Nordsee. — 666 S, Frankfurt.

SHINN, E. A. (1968 a): Practical significance of birdseye structures in carbonate rocks. — J. Sed. Petr., *38/1*:215—223.

— (1968 b): Burrowing in recent lime sediments of Florida and the Bahamas. — J. Paleont., *42*:879—894.

— GINSBURG, R. N., & LLOYD, R. M. (1965): Recent supratidal dolomite from Andros Island, Bahamas. — In L. C. PRAY & R. C. MURRAY (Ed.) „Dolomitization and limestone diagenesis: a symposium". — Soc. Econ. Paleont. Mineral., spec. publ., *13*:112—123.

TICHY, G. (1972): Beitrag zur Triasfauna von Bleiberg (Gailtaler Alpen, Kärnten) mit besonderer Berücksichtigung der Megalodontidae. — Unveröff. Diss. Univ. Wien.

WARCH, A. (1965): Carditaschiefer und Tuffe aus den zentralen Gailtaler Alpen. — Carinthia II, *155/75*:63—69.

— (1966): Weitere triassische Tuffe und Tuffite in den zentralen Gailtaler Alpen. — Carinthia II, *156/76*:141—157.

— (1973): Die Permotrias der nördlichen Gailtaler Alpen. — Unveröff. Diss. Univ. Innsbruck.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

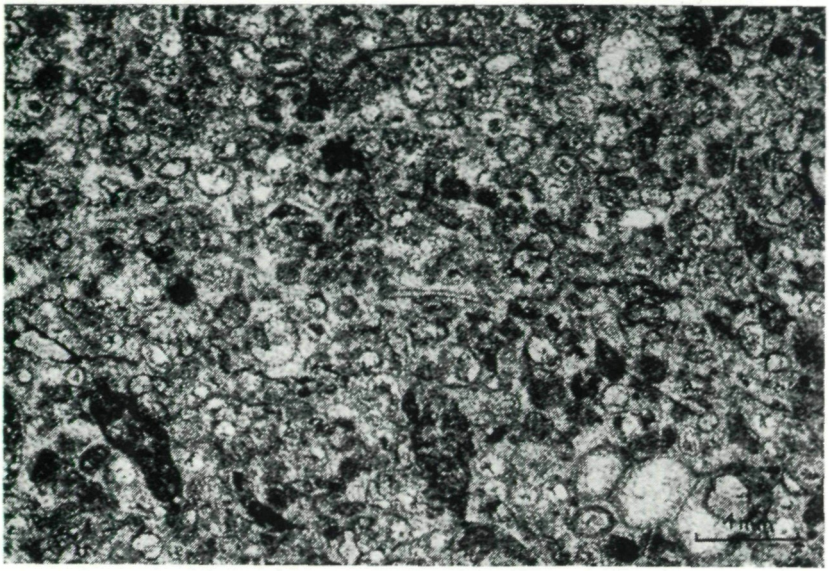


Abb. 2

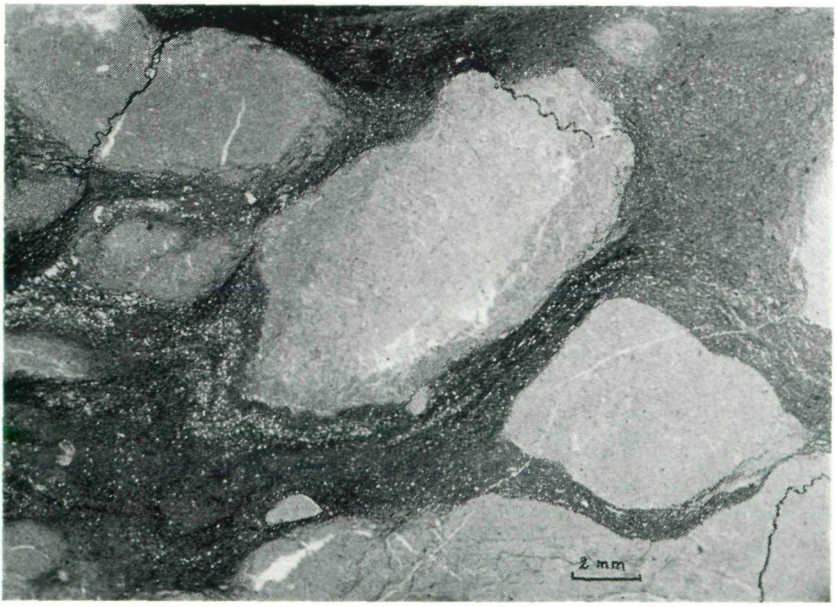


Abb. 3

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

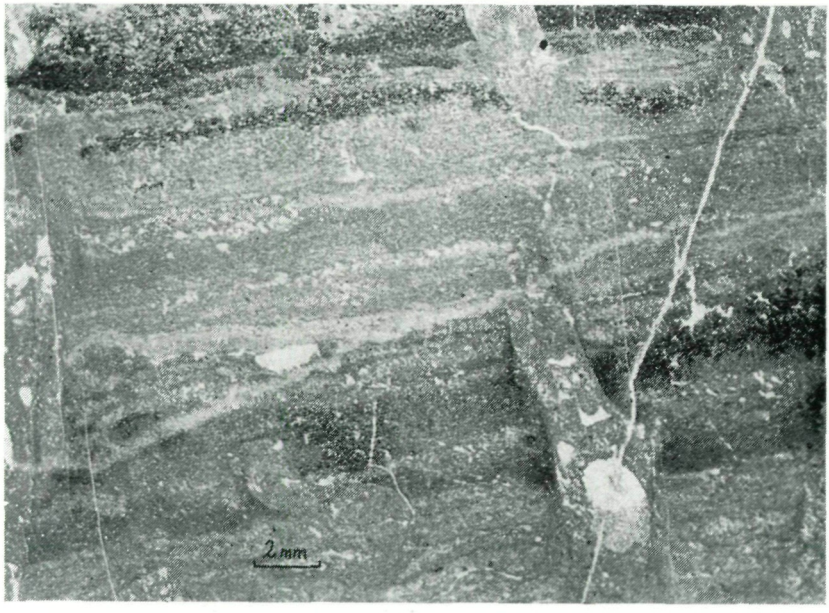


Abb. 4

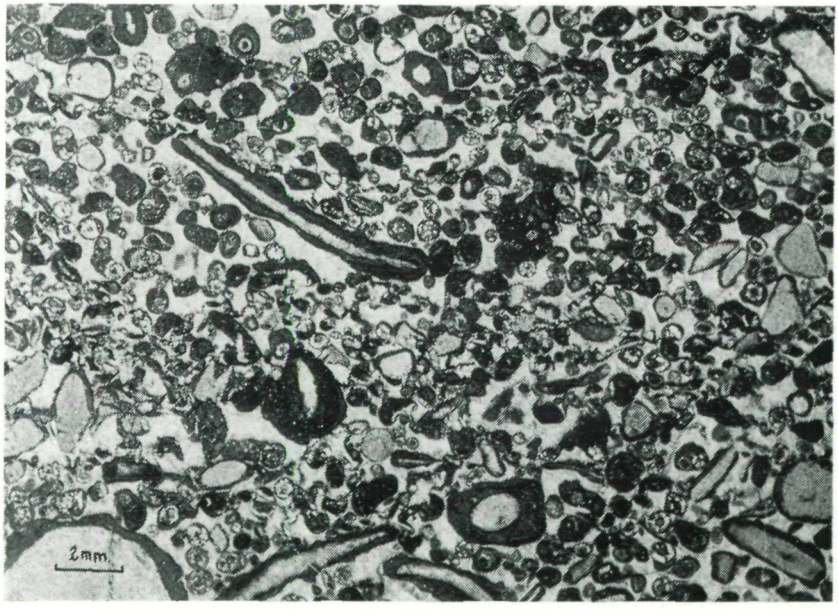


Abb. 5

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

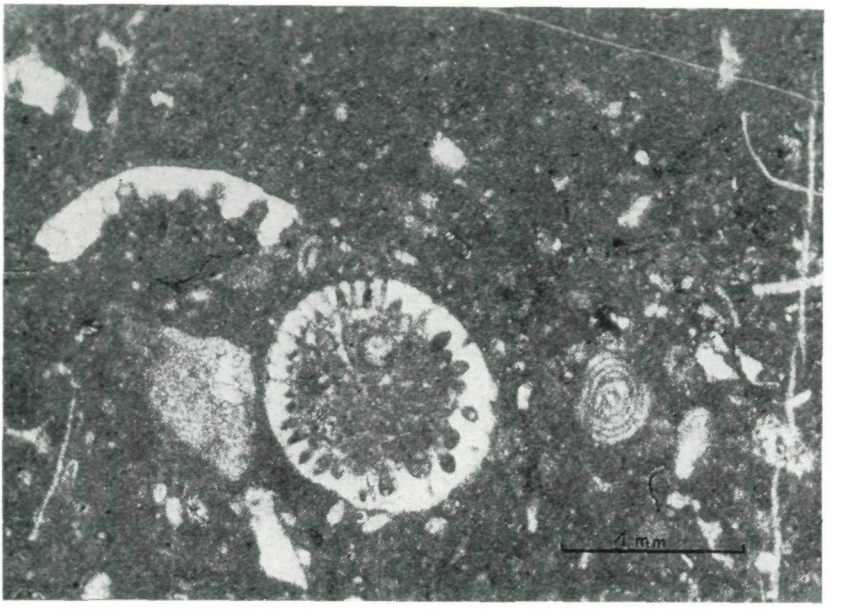


Abb. 6

Abb. 7

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

ERLÄUTERUNGEN ZU DEN ABBILDUNGEN 2—7

Abb. 2: Arenetischer Bankkalk mit umkristallisierten Ooiden und Schalenresten. (Fundort: Staff; Schliff: St 7.)

Abb. 3: Ausschnitt aus dem Wurstelkalk — die hellen Partien entsprechen den karbonatischen Wursteln mit vereinzelt noch erkennbaren fecal pellets. (Fundort: Fellbach/Stockenboi; Schliff: F 1.)

Abb. 4: Laminierter Kalk mit Suspensionsfischern zugeschriebenen Vertikalspuren. (Fundort: Staff; Schliff: St.)

Abb. 5: Bioarenorudit aus den Fossilkalken: Die Ooide und onkoidisch umkrusteten Biogenreste werden von Spatit zusammengekittet, da primäre Matrix ausgewaschen oder gar nicht eingelagert worden ist. (Fundort: Staff; Schliff: St 58.)

Abb. 6: Biomikrit aus den Fossilkalken mit Dasycladaceen und Foraminiferen. (Fundort: Staff; Schliff: St 26.)

Abb. 7: Biomikrit aus den Fossilkalken mit zahlreichen Schalen- und Echinodermenresten sowie sehr feinem Pflanzenhäcksel. Die Schalen sind z. T. aufgelöst und im nachhinein mit grobem Pflastercalcit ausgefüllt worden. (Fundort: Maarwiese bei Feistritz; Schliff: T 5.)

Sämtliche Schliffe befinden sich im Geologischen Institut der Universität Innsbruck.

Anschrift des Verfassers: Dr. Wolfgang NACHTMANN, Rohöl-Aufsuchungs-Ges. m. b. H., Schwarzenbergplatz 16, A-1011 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carinthia II

Jahr/Year: 1975

Band/Volume: 165_85

Autor(en)/Author(s): Nachtmann Wolfgang

Artikel/Article: Zur Sedimentologie des alpinen Muschelkalks in den östlichen Gailtaler Alpen (Kärnten). (Mit 7 Abbildungen und 1 Beilage) 37-60