

Ein Beitrag zur Genese mitteltriassischer Crinoidenkalke im Gebiet von Reutte, Tirol (Nördliche Kalkalpen) *)

von H. Mostler **)

SUMMARY

The middle Triassic crinoidal-limestones of Reutte (Tirol) are products of a selection during transportation from skeleton elements. The biogenic components be descended from two characteristic associations of organisms.

- 1) Crinoids-bryozoans-Association
- 2) Brachiopods-echinoids-Association

All skeleton components of the both faunal associations will be encrusted by ?bluegreen algae in the last sedimentation area.

The rich microfauna, consisting of conodonts, holothurian-sclerites and foraminifera indicate the middle Anisic (Pelsonian) age of the crinoidal limestones.

*) Diese Arbeit wurde vom Fonds der wissenschaftlichen Forschung in Österreich unterstützt

**) Anschrift des Verfassers: Univ. -Doz. Dr. Helfried Mostler, Institut für Geologie und Paläontologie, Universitätsstraße 4, 6020 Innsbruck

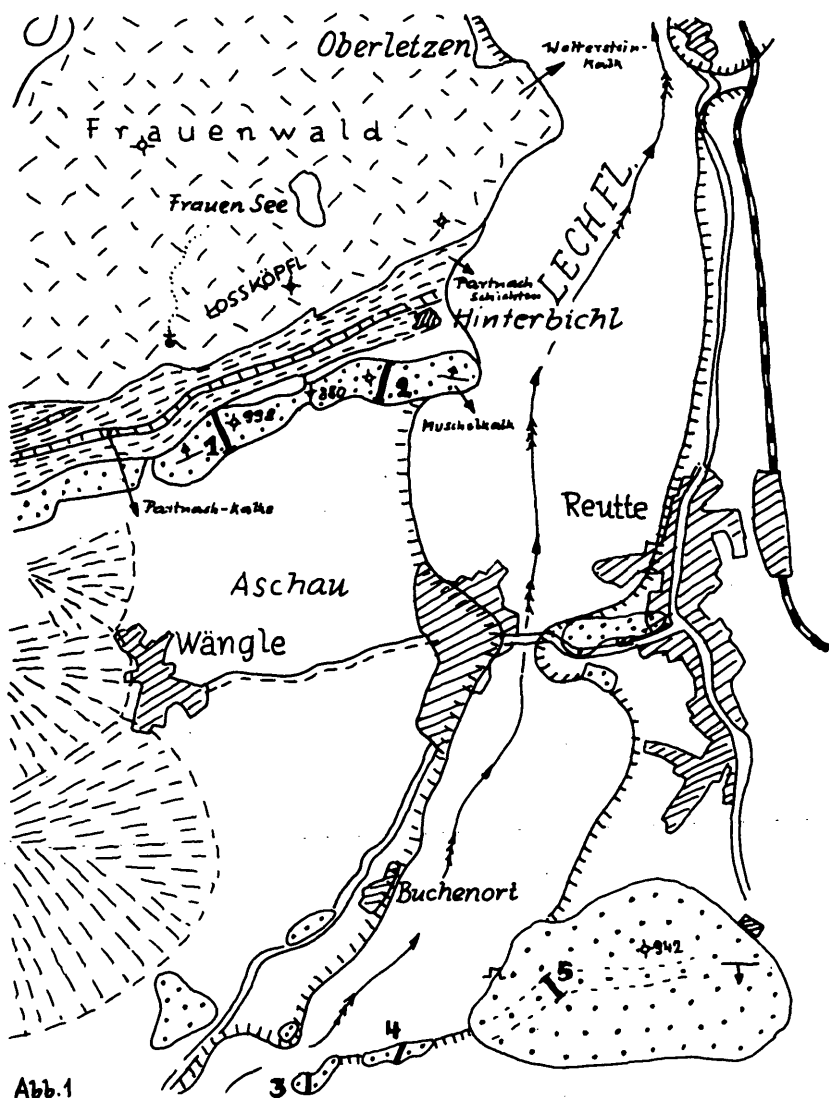
1) Einleitung:

Im Zuge stratigraphischer Untersuchungen, die vor allem der Wiederauf-
findung und Einbindung der "Ammonitenfauna von Sintwag" zum Ziele hat-
ten, wurde auch der mitteltriassische Crinoidenkalk erfaßt. Zunächst soll-
te nur die Abgrenzung der mittel- und oberanisischen Gesteinsserien ge-
klärt werden, doch führte die Auffindung crinoidenreicher Sedimente auch
in scheinbar höheren stratigraphischen Niveaus (innerhalb der sogenann-
ten Knollenkalk-Serie) dazu, die Crinoidenkalke einer eingehenden Unter-
suchung zu unterziehen. Darüber hinaus ließ sich infolge einer partiellen
Verkieselung, die vor allem die Biogene erfaßte, eine reiche Ausbeute an
Mega- und Mikrofossilien erwarten, wie man z. T. schon bei Geländear-
beiten erkennen konnte.

Die Ortschaft Reutte wird im Norden und Süden von anisischen Karbonatge-
steinen begrenzt (siehe dazu Abb. 1), wobei sich zur Profilierung der Mit-
teltrias-Gesteine besonders die Aufschlüsse im Norden eigneten, während
im Süden, bedingt durch Erosion, im wesentlichen nur die mittelanisi-
schen Gesteine erschlossen sind, die aber für unsere Betrachtungen im
Bezug auf den Crinoidenkalk völlig ausreichen, weil man sie lateral be-
sonders gut verfolgen kann. Insgesamt wurden 5 Profile untersucht, die
sich sosehr gleichen, daß eine Profildarstellung (Idealprofil) völlig ge-
nügt (siehe Abb. 2). Im Norden von Reutte hat J. FRISCH (1968:Taf. 41)
"am Rhone" ein Profil von der mittleren Serie des alpinen Muschelkalks
über Partnachschichten hinauf bis zum basalen Wettersteinkalk aufgenom-
men, welches die Einbindung der Crinoidenkalke sehr gut aufzeigt; auf die
stratigraphische Stellung dieser wird noch besonders eingegangen.

Die Crinoidenkalke, in der Literatur meist als Crinoidenspatkalke aufge-
führt, sind innerhalb des alpinen Muschelkalks weit verbreitet und wurden
oft beschrieben, besonders im Hinblick auf ihre stratigraphische Stellung;
zusammen mit den Brachiopoden wurden sie in den mittleren Abschnitt
des Muschelkalks gestellt (A. ROTHPLETZ 1888). In den letzten Jahren
wurden die mitteltriassischen Karbonatgesteine sedimentologisch erfaßt
und dabei auch die Crinoidenkalke näher untersucht. M. SARNTHEIN
(1966:41) beschreibt aus der mittleren Serie des alpinen Muschelkalkes
(z. T. nur 13,7 m mächtig) im Karwendel Gesteine, die im wesentlichen
aus Crinoidenstielgliedern bestehen, in denen Brachiopoden und wenig
andere Biogene zwischengeschaltet sind. Diese Anhäufungen von Crinoi-
denstielgliedern werden als einzeitige Ereignisse betrachtet, die zu einem
plötzlichen Faziesumschlag, nämlich zu einer Vertiefung des Wassers und
völliger Veränderung des Ablagerungsmilieus führten. Die Crinoidenkalke
bilden im Karwendel stets den Grenzbereich zu den Knollenkalken bzw.
leiten in diese über.

Zu einem analogen Ergebnis kommt F. KUBANEK (1969:120-123), der an
11 Profilen im Bereich des Kalkalpensüdrandes zwischen Kufstein (Tirol)
und Saalfelden (Salzburg) belegen kann, daß die Crinoidenspatkalke auch



Geologische Karte 1:25000 nach W. HEISSEL (vereinfacht!)

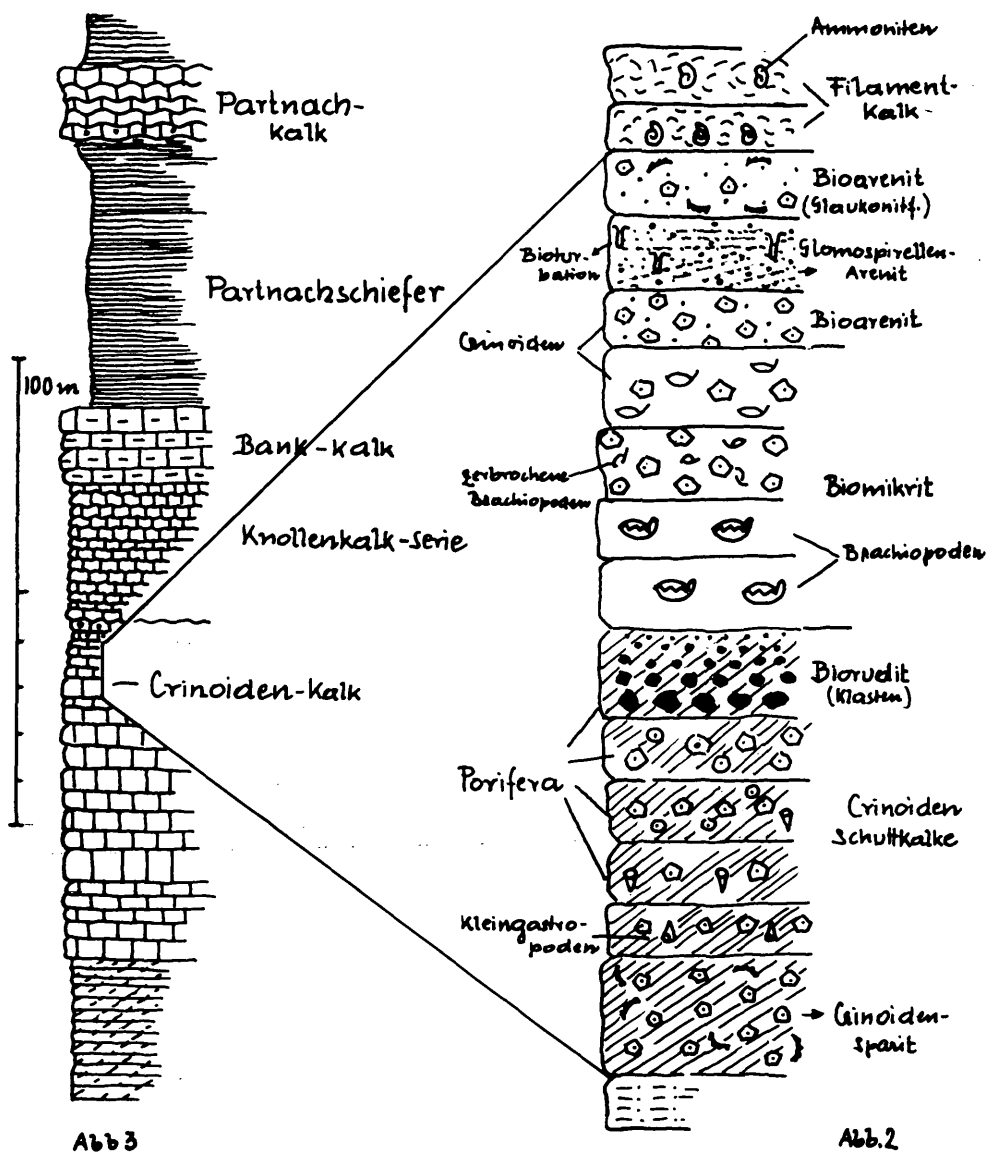
1-5 Profile

im Grenzbereich zwischen mittlerem alpinen Muschelkalk und der oberen Serie des Muschelkalks (KUBANEK spricht von Massenkalk- und Knollenkalkserie) auftreten. J. FRISCH (1968:95) der die Mitteltrias zwischen Leda und Isar in den Nördlichen Kalkalpen sedimentologisch bearbeitete, stellt auch für diesen Raum fest, daß die arenitischen bis ruditischen Crinoidenspatkalke im Übergang zur oberen Gesteinsserie des alpinen Muschelkalkes auftreten. Daraus sehen wir, daß in einem Raum von etwa 200 km Längserstreckung die Crinoidenkalke nahezu ausnahmslos einen markanten Horizont bilden, die eine neue Fazies einleiten. Ob dieser "Horizont" tatsächlich als ein stratigraphisches Leitniveau herangezogen werden darf, werden die z. Z. noch laufenden Untersuchungen zu klären haben. Aufgabe vorliegender Studie war es die Genese der Crinoidenkalke und deren stratigraphische Stellung in einem kleineren Raum abzuklären, um zunächst einen Ausgangspunkt für die weiteren Untersuchungen zu schaffen.

2) Crinoidenkalke und deren Position im alpinen Muschelkalk:

Die Lage der Profile ist aus Abb. 1 zu entnehmen. Einen sehr guten Einblick in den Aufbau der Crinoidenkalke bietet der Sintwag, da durch die flache Lagerung die einzelnen Crinoidenbänke großflächig gut überblickt werden können. Weniger geeignet ist allerdings dieser Raum für eine Profilaufnahme, da die Einbindung der Crinoidenkalke nur schwer möglich ist, im Gegensatz zu dem von J. FRISCH 1968 am Rhone aufgenommenen Profil (siehe Abb. 3). Allerdings treten in letzterem 2 Crinoidenspatkalk-Horizonte auf, von denen der Höhere bereits zur oberen Gesteinsserie des alpinen Muschelkalks gezogen wurde und dies wegen der schon etwas knolligeren Ausbildung der Schichtflächen. Diese Ausbildung ist eine lokale Erscheinung, denn mikrofaziell stehen diese den Crinoidenkalken von Sintwag sehr nahe bzw. sind in den meisten Fällen gar nicht unterscheidbar. Wie aus den noch zu besprechenden stratigraphischen Untersuchungen hervorgeht, gehören sie auch zeitlich gesehen noch zur mittleren Serie des alpinen Muschelkalks.

Die hier kurzgehaltene, mikrofazielle Beschreibung zeigt im folgenden, daß auch die Sedimenttypen im Bereich zwischen Saalfelden im Osten und Reutte im Westen sehr ähnlich sind. So beschreibt F. KUBANEK (1969: 120) die Crinoidenspatkalke als biogenreiche Kalke, vorherrschend aus Crinoidenstielgliedern bestehend, die gegenüber allen Faunenelementen stark herausfallen. Die Grundmasse der Crinoidenkalke wechselt zwischen mikritisch, pelmikritisch bis pelsparitisch, ist aber nur selten ganz ausgewaschen. M. SARNTHEIN (1966:41) spricht von Crinoidenareniten, denen Bioarenite mit einer reichen Foraminiferenfauna, Filamenten und Brachiopoden zwischengeschaltet sind (über die Beschaffenheit der Matrix fehlen Angaben), während J. FRISCH (1968:60) von Arenit-Mikriten, deren wichtigste Komponenten Crinoiden und Brachiopodendetritus



darstellen, spricht. Auf die genaue Erfassung der Biogene in Dünnschliffen bzw. Anschliffen wurde in keiner der erwähnten Arbeiten eingegangen. Die durch mikrofazielle Daten gegebene Ähnlichkeit darf allerdings nicht dazu führen, daß man damit auf völlig gleiche Entstehung zurückschließt; vor allem fehlte bisher eine genaue Erfassung der Biogene. Bevor wir aber auf diese spezieller eingehen, wollen wir noch das Alter der Crinoidenkalke von Reutte abklären.

3) Stratigraphische Stellung der Crinoidenkalke:

Die Megafauna wurde bisher nicht berücksichtigt; sie besteht im wesentlichen aus Brachiopoden und Crinoiden und verspricht keine besonderen stratigraphischen Ergebnisse. Ganz im Gegensatz dazu bietet die Mikrofauna sehr gute stratigraphische Anhaltspunkte. In rudistisch bis arenitischen Kalken fehlen gewöhnlich Mikrofossilien, doch kommt hier der besondere Umstand zugute, daß z. T. noch relativ viel an mikritischer Matrix erhalten blieb und daher eine nicht unbedeutende Mikrofauna mit Hilfe von Essigsäurebehandlung isoliert werden konnte.

Foraminiferen: nur wenig und schlecht erhaltene Steinkerne

Poriferen: vorwiegend Kieselspiculae, selten triactine Kalkspiculae

Brachiopoden: verkieselte Faunen im wesentlichen aus *Decurtella decurtata*, *Tetractinella trigonella* und relativ selten *Coenothyris vulgaris* bestehend

Kleingastropoden: nicht näher bestimmbare Steinkerne

Ostracoden: nur unbestimmbare Steinkerne

Crinoiden: nur Stielglieder (*Encrinus liliiformis*) und andere *Encrinus*-Arten

Ophiuren: nur *Lateralia* (relativ wenig)

Echiniden: Ambulakralplatten und Stacheln vom Typ *Cidaris*, sowie *Pedicellarien* (*ophicephale* und *tridentate* Typen)

Holothuriensklerite: reiche Fauna auf die noch speziell eingegangen wird

Conodonten: relativ arme Fauna, doch z. T. sehr typische Formen

Fischzähne und Fischschuppen: *Saurichthys*- und *Acrodus*zähnen und *Placoidschuppen*

Stratigraphisch verwertbar sind nur die Conodonten und Holothuriensklerite. Die Ostracoden lassen sich leider nicht auswerten, obwohl ihnen sonst im Anis eine gute stratigraphische Aussagekraft zukommt. Die Poriferenspiculae sind leider sehr monoton ausgebildet und weisen nicht die sonst so typische Vergesellschaftung mit "pelsonischen" Charakter auf.

Conodonten: Die Conodonten sind zwar nicht häufig, wurden aber in 82 % aller aufgesammelten Proben gefunden. Auf Grund des Vorkommens von Leitformen ist die unten aufgeführte Fauna in die kockeli-Zone, die nach H. KOZUR & H. MOSTLER 1972 eindeutig für das Pelson spricht, zu stellen.

Diplodella bidentata (TATGE)

Diplodella cf. thuringensis KOZUR & MOSTLER (beide nur im Pelson der germanischen Trias nachgewiesen)

Enantiognathus ziegleri (DIEBEL)

Gondolella constricta (selten)

Gondolella mombergensis mombergensis TATGE (sehr häufig)

Gondolella navicula navicula HUCKRIEDE (selten)

Hindeodella (Metaprioniodus) suevica (TATGE)

Neohindeodella triassica triassica (MÜLLER)

Ozarkodina ? kockeli TATGE

Ozarkodina tortilis TATGE

Ozarkodina tortilis diebeli KOZUR & MOSTLER

Prioniodina (Cypridodella) muelleri (TATGE)

Holothuriensklerrite: Im Gegensatz zu den Conodonten sind die Holothuriensklerrite sehr häufig. Sehr typisch und charakteristisch ist der Reichtum an Formen der Gattung Priscopedatus, denn Vertreter dieser Gattung treten mit dem Pelson erstmals in der Trias auf. Am wichtigsten allerdings ist der Nachweis von Tetravirga levis, nach der die in das Pelson zu stellende Tetravirga levis - Assemblage Zone (H. MOSTLER 1972) benannt ist. Priscopedatus quadratus kommt nicht nur häufig im mittleren Pelson der germanischen Trias vor, sondern ist auch in letzter Zeit öfters innerhalb der alpinen Trias nachgewiesen worden. Das häufige Auftreten von Formen der Gattung Tetravirga neben Formen der Gattungen Stichopitella und Semperites ist auch sehr typisch für das Pelson. Folgende Fauna wurde isoliert:

Achistrum sp.

Calclamna n. sp. *)

Calclamnella regularis STEFANOV

Calclamnoidea sp.

Eocaudina septaforaminalis MARTIN

Praeeuphronides multiperforatus MOSTLER

Priscopedatus mostleri STEFANOV

Priscopedatus quadratus KOZUR & MOSTLER

Priscopedatus cf. ploechingeri MOSTLER

Priscopedatus sinuosus KOZUR & MOSTLER

Priscopedatus triassicus MOSTLER

Priscopedatus n. sp.

Semperites sp.

Stichopitella cf. hernsteini MOSTLER

Tetravirga levis KOZUR & MOSTLER

Tetravirga imperforata FRIZZELL & EXLINE

Tetravirga perforata MOSTLER

*) Die neuen Formen werden in einer eigenen Arbeit beschrieben

Thalathocanthus ? consonus CARINI

Theelia immissorbicula MOSTLER

Theelia planorbicula MOSTLER

Theelia undata MOSTLER

Theelia cf. zapfei KOZUR & MOSTLER

Bemerkungen zur Faunenliste: Abgesehen davon, daß nun auch Theelia zapfei aus dem Pelson der alpinen Trias neben Priscopodatus sinuosus nachgewiesen werden konnte und damit die engen Beziehungen zu den Formen des germanischen Beckens in der Mitteltrias noch besser belegt werden können, wurde erstmals für das Pelson das Auftreten der Gattung Praceuphronides festgestellt; d. h. Praceuphronides multiperforatus tritt, wenn auch selten, bereits im höheren Pelson auf.

Foraminiferen: In einer Reihe von Dünnschliffen wurden folgende Foraminiferen festgestellt, die freundlicherweise Herr Dr. Werner Resch, Institut für Geologie und Paläontologie Innsbruck bestimmte, wofür ihm hier herzlichst gedankt sei.

cf. Ammodiscus sp.

Glomospirella cf. grandis (SALAJ)

Tolypammina cf. gregaria WENDT; sessil auf Biogenen und Onkoiden
(aber an deren Aufbau nicht wesentlich beteiligt)

cf. Placopsilina sp.

Ammobaculites wirzi KOEHN-ZANINETTI

Trochammina cf. almtalensis KOEHN-ZANINETTI

Vidalina sp., kleinwüchsig und ziemlich häufig

Dentalina sp. und andere Nodosariinae

Bemerkungen: Zu den angeführten Arten sind oft auch spezifisch nicht bestimmbare Formen der gleichen Gattungen (eventuell aber auch anderer Arten dieser Gattungen) vorhanden.

Soweit die Foraminiferen bestimmbar sind, sprechen sie für Pelson bis Illyr.

Zusammenfassend wollen wir festhalten, daß es mit Hilfe der Conodonten und Holothuriensklerite eindeutig gelungen ist, die Crinoidenkalke von Reutte dem mittleren Anis (Pelson) zuzuordnen; aber auch die Foraminiferen deuten ganz in diese Richtung.

4) Zur Paläoökologie:

Die paläoökologischen Überlegungen resultieren größtenteils aus den Daten der Dünnschliffauswertung, aber auch die in den Lösungsrückständen gefundenen Biogene ermöglichten eine Reihe zusätzlicher Aussagen.

Porifera:

Die Schwämme sind nie ganz erhalten; es handelt sich stets um Fragmente von Kieselschwämmen, die einen sehr monotonen Spiculaebesatz auf-

weisen. Nach den Spiculae (es handelt sich immer um den gleichen Spiculaetypus) zu schließen, dürfte es sich um eine artenarme Poriferenfauna handeln, was z. T. für ein spezialisiertes Biotop spricht. Die rezenten Demospongea haben ihre maximale Verbreitung in einer Wassertiefe von rund 100m, aber es gibt relativ viele Formen, die auch im Flachstwasserbereich auftreten, sodaß bezüglich der Wassertiefe hier keine Aussagen gemacht werden können.

Die (spärlich auftretenden) Kalkschwämme, nur durch Kalkspiculae nachgewiesen, leben rezent meist im Flachwasser zwischen 0 und 100 m und tragen ebenso wie die Kieselschwämme nichts zur Bathymetrie bei.

Die Kieselschwämme haben z. T. als Substrat den Crinoiden als Aufwachsfläche für eine postmortale Besiedlung gedient. Später, wohl erst nach Verfrachtung wurden die Poriferenfragmente mit den reliktsch erhaltenen Stielwurzeln z. T. als Komponenten der Kalkrudite in den gradierten Sedimenten abgelagert und danach von Algen z. T. unter ? Mitbeteiligung von Foraminiferen überzogen bzw. umkrustet. Da sie in gradierten Sedimenten auftreten, müssen sie aus einem morphologisch höheren Bereich herantransportiert worden sein.

Bryozoa:

Aus den Dünnschliffen geht eindeutig hervor, daß die Stielglieder der Crinoiden von Bryozoen überwuchert wurden, d. h. die Stiele der Crinoiden dienten zu Lebzeiten den inkrustierenden Bryozoen als sekundärer Hartgrund. Sie wachsen mit ihrer Unterfläche den Stielgliedern vollständig auf (membraniporiforme Typen). Daß die Crinoiden zu Lebzeiten von den Bryozoen in der Stielregion besiedelt wurden, dafür spricht, daß sie die sekundären Hartgründe die nur wenig über dem Boden aufragen, gemieden haben; außerdem zeigen die Bryozoen an den Stielgliedern, die im Crinoidenkalk isoliert vorliegen, Zerbrechungen. Erst nach dem Zerfall und Transport der Stielglieder mitsamt den bei der Verfrachtung zerbrochenen Bryozoen, wurden diese am Einbettungsort von "Algenkrusten" überzogen.

Brachiopoda:

Brachiopoden sind relativ häufig und infolge der Verkieselung sehr gut erhalten. Die meisten Brachiopoden sind durch starke Rippen und durch einen deutlich ausgeprägten Sinus charakterisiert, mit Ausnahme von *Coenothyris vulgaris*, die sehr selten in diesen Bereichen auftritt. Der Habitus der Brachiopoden spricht für einen Lebensraum im Litoral bis Sublitoral. Von den rezenten Brachiopoden weiß man, daß sie Weichboden fast ausschließlich meiden. Sie benötigen zur Ansiedlung ein festes Substrat, wofür ihnen primäre und sekundäre Hartgründe dienen. Als Standort bevorzugen sie strömungsreiches Wasser, zumal sie kaum oder überhaupt nicht zu einer Ortsveränderung imstande sind. Demnach scheinen die detritusreichen Sedimente der Lebensraum der Brachiopoden gewesen zu sein, d. h. die stark skulpturierten Brachiopoden haben in einem durch

stärkere Schüttung (arenitisches Material) gekennzeichneten Milieu oder in unmittelbarer Umgebung des Ablagerungsgebietes der isolierten Crinoidenstielglieder gelebt. Dies würde auch erklären, warum die Brachiopoden nicht von Bryozoen umkrustet wurden, obwohl ihre Gehäuse sicher z. T. relativ hoch über das Sediment aufragten. Daß sie aber doch einen geringen Transport hinter sich haben, belegen z. T. zerbrochene Brachiopodenschalen, die wie alle geschütteten Biogene von Algenkrusten erst am Einbettungsort umschlossen wurden.

Polychaeta (Serpulidae):

Die wenigen Serpuliden wurden nur an Crinoidenstielgliedern beobachtet. Ob diese den Crinoiden schon zu Lebzeiten aufgewachsen sind, oder diese erst postmortal besiedelten, läßt sich nicht sicher klären. Nachdem sie nur auf Crinoidenstielgliedern beobachtet wurden ist anzunehmen, daß sie in unmittelbarem Lebensraum bzw. im Sterberaum der Crinoiden siedelten.

Crinoidea:

Skelettelemente der Crinoiden finden sich sowohl in Dünnschliffen als auch im Lösungsrückstand und zwar nur Stielglieder. Elemente des Kelches bzw. Armglieder wurden in keiner einzigen Probe gefunden. Dies macht sehr deutlich, daß die Crinoiden vertrifft wurden und im Zuge dieser eine Frachtsonderung stattgefunden hat. Da es sich im wesentlichen um Isocrinida handelt, ist man nach den rezenten Beobachtungen geneigt, sie als Weichbodenbewohner des tieferen Wassers anzusprechen. Wir wissen, daß die Crinoiden von morphologisch höheren Bereichen eingeschwemmt wurden (gradiert Detritus) und haben Hinweise dafür, daß sie z. T. auf sekundären Hartgrund siedelten. Hier sei auf ein ähnliches Verhalten der Crinoiden in den Hallstätter Kalken hingewiesen, die vorherrschend auf Ammoniten aufwuchsen, also ebenso sekundären Hartgrund benutzten.

Soweit wir von rezenten Beispielen wissen, ist die Epidermis der Stielglieder stark zurückgebildet und fehlt z. T., ähnlich wie bei den Ophiuren, deren Skelettplatten frei an der Oberfläche liegen (HENNIG 1963:154). Aus diesem Grunde ist auch zu erwarten, daß die Bryozoen zu Lebzeiten auf den Stielen siedelten und bei Zerfall dieser nicht von den Stielgliedern abfielen, wie dies beim Vorhandensein einer Epidermis zu erwarten wäre. Nachdem die Crinoidenstielglieder oft auch angebohrt sind, steht zur Debatte ob diese unmittelbar nach dem postmortalen Zerfall oder erst nach der Vertriftung der Stielglieder stattgefunden hat. Eines ist zunächst sicher, nämlich daß der Bryozoenbewuchs vor der Anbohrung durch Mycophyten oder Algen^{*)} geschah und daß letztere nur postmortal stattgefunden

^{*)} Obwohl in der Literatur immer wieder von Algenbohrungen die Rede ist, läßt sich bisher immer noch nicht sicher entscheiden, ob Mycophyten oder Algen die Verursacher dieser Bohrung sind. Sowohl die Gestalt als auch die Durchmesser der Bohrungen kann von Pilzen wie Algen erzeugt werden.

den haben kann, denn eine Callusbildung wurde an keinem Skelettelement beobachtet. Nachdem es sich oft um geschüttete Crinoidenstielglieder handelt, dürfte eine Anbohrung der Stielglieder eher unmittelbar nach dem Zerfall geschehen sein, zu einer Zeit als Sedimentmaterial relativ langsam zugeführt wurde, d.h. die Stielglieder lagen eine zeitlang frei an der Sedimentoberfläche. Bei den Schüttungen der Crinoidenstielglieder bzw. unmittelbar danach wäre dies kaum möglich, da die einzelnen Stielglieder sehr rasch verschüttet wurden.

Im unmittelbaren Ablagerungsbereich werden die Crinoidenstielglieder allerdings von Algen überwuchert, die nicht den gewöhnlichen Umkrustungen, wie sie bei der Onkolithbildung auftreten, entsprechen, sondern vor allem durch eine wesentlich engere Lagerung von Algenfäden gekennzeichnet sind und außerdem fingerartige Auswüchse (Algen- ? Foraminiferenbau!) nach allen Seiten ausbilden, sodaß Gefüge entstehen, die den Eindruck der Tätigkeit von Mesopsammoniten erwecken. Die Umkrustung bzw. der Überzug durch Algen unter Beteiligung von ? Foraminiferen geschah sicher erst nach der Anbohrung der Crinoidenstielglieder, da diese auch angebohrte Crinoidenskelettelemente umkrusten.

Echinoidea:

Soweit aus dem unlöslichen Rückstand erschließbar, handelt es sich durchwegs um Cidaridenreste. Die rezenten Cidariden leben nur auf Hartgründen, was übertragen auf mitteltriassische Formen bedeuten würde, daß diese nicht im unmittelbaren Siedlungsraum der Crinoiden auftraten, sondern abseits dieser, aber nicht allzu weit entfernt vom Einbettungsort, denn von den Cidariden wurden fast alle Skelettelemente gefunden, ganz im Gegensatz zu den Skelettelementen der Crinoiden und Ophiuren, bei denen eine Frachtsonderung zur Auslese bestimmter Elemente führte.

Ophiuroidea:

Über die Ophiuren ist insofern wenig auszusagen, als ausschließlich Lateralia gefunden wurden, die sehr deutlich die Bedeutung der Frachtsonderung im Transportablauf aufzeigen.

Holothuroidea:

Nach den Sklerittypen zu schließen, handelt es sich durchwegs um Formen des vagilen Benthos, die dem Flachwasser angehören. Sklerittypen, die auf pelagische Formen oder schwimmende Formen zurückzuführen wären, fehlen.

5) Faunenvergesellschaftung und Lebensraum der in den Crinoidenkalken zusammengeschwemmten Biogene

Crinoiden-Bryozoen Vergesellschaftung

Aus der Verbindung der Crinoiden mit den aufgewachsenen Bryozoen einerseits und den Kieselschwämmen andererseits ergibt sich eine recht gute Vorstellung über die Faunenassoziation, der wahrscheinlich auch noch die Serpuliden angehörten. In dem unmittelbaren Lebensraum ist mit einiger Sicherheit auch noch die Tätigkeit von bohrenden Organismen an postmortal zerfallenen Crinoidenstielgliedern zu zählen. Nicht sicher festlegen läßt sich die Miteinbeziehung der Ophiuren. Das alleinige Auftreten von Lateralia, bedingt durch Frachtsonderung, spricht für einen weiten Transport, sodaß es ohne weiteres möglich wäre, daß auch die Ophiuren dem Lebensraum der Crinoiden angehört haben könnten (siehe Abb. 4).

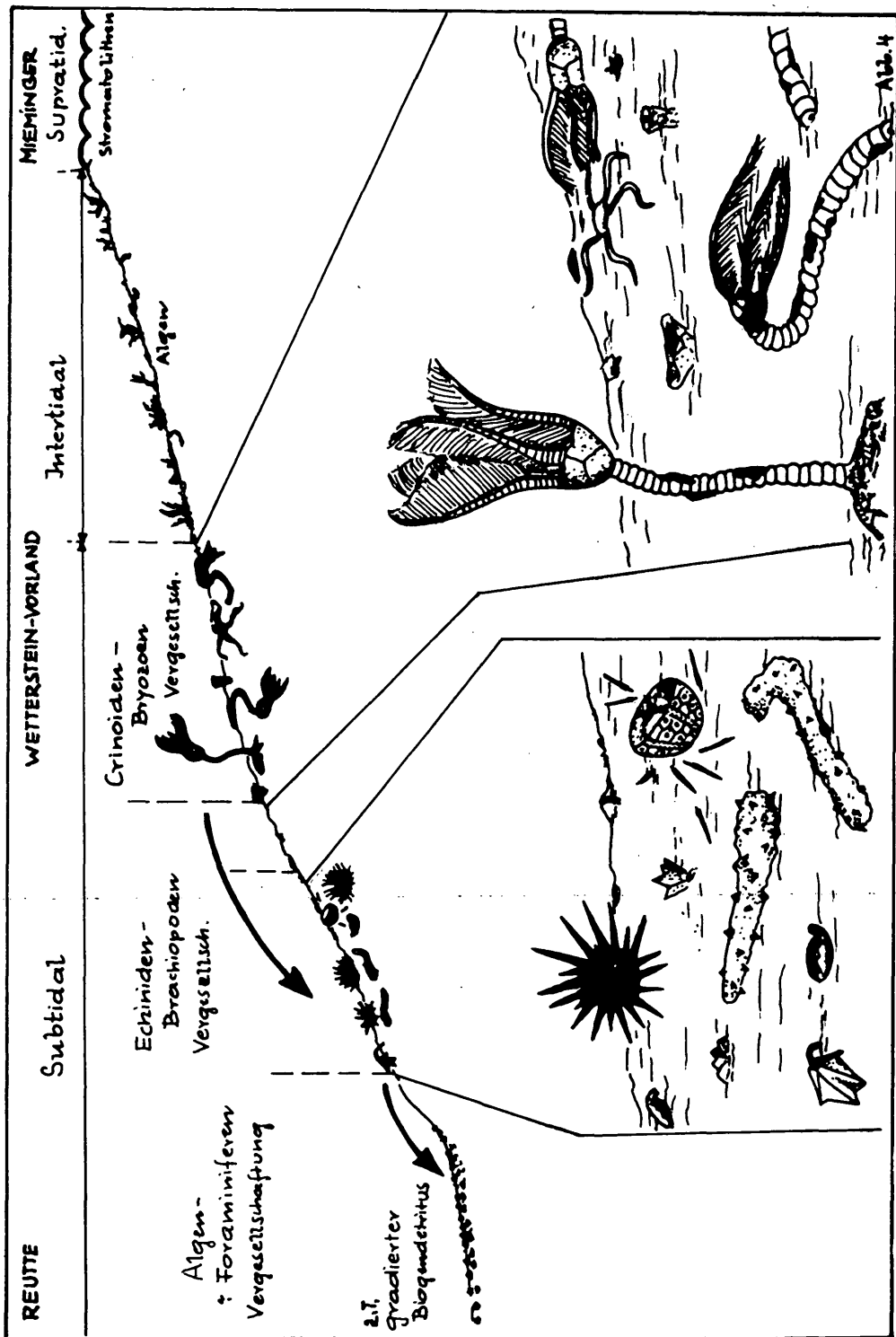
Brachiopoden-Echiniden Vergesellschaftung

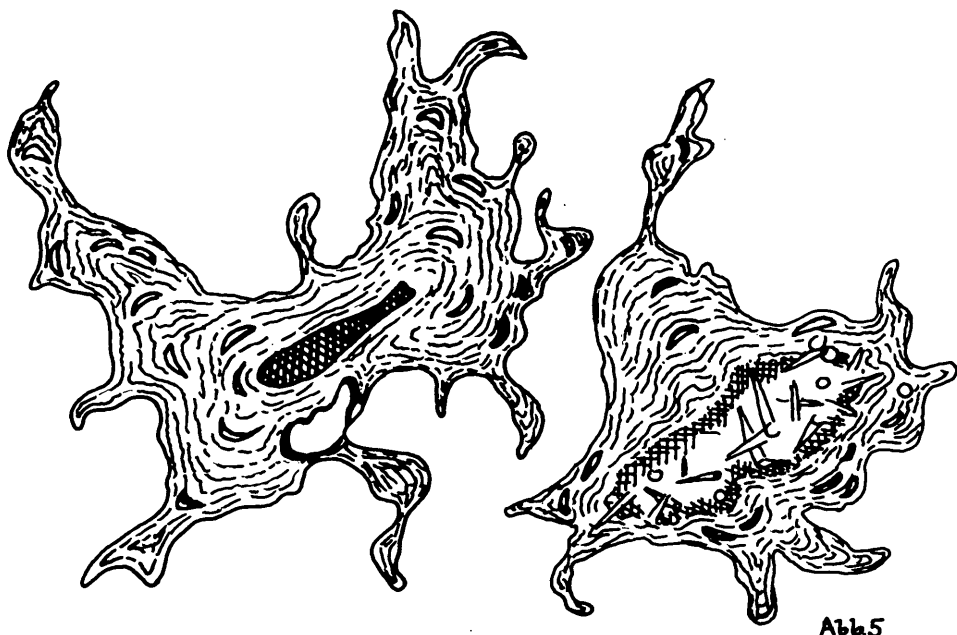
Obwohl zwischen den Echiniden und Brachiopoden kein direkter Zusammenhang, etwa wie bei den Crinoiden und Bryozoen aus den Dünnschliffen nachweisbar ist; scheint doch eine enge Beziehung zwischen diesen und möglicherweise auch den Holothuriern zu bestehen. Die Brachiopoden ihrerseits sind niemals von Bryozoen überwachsen. Diese Feststellung ermöglicht zwei Deutungen, nämlich entweder ragten die Brachiopoden für die Bryozoen zu wenig weit über dem Meeresgrund auf, oder aber sie sind in einem anderen Ablagerungsbereich entstanden. Aus den verschiedensten fossilen Beispielen ist es nur allzu bekannt, daß die Brachiopoden sehr oft von Bryozoen überwuchert wurden. Damit dürfte der ersten Deutungsmöglichkeit wenig Wahrscheinlichkeit zukommen. Die Brachiopoden sind zum Großteil gut erhalten, also kaum zerstört, sodaß vieles dafür spricht, daß sie in unmittelbarer Nachbarschaft des Schüttungsbereiches der Crinoidenstielglieder zusammen mit den Echiniden und vermutlich auch den Holothuriern ihren Lebensbereich hatten. Möglicherweise stammen auch die Foraminiferen aus diesem Raum. Der Sedimentanfall dürfte in diesem Raum nicht besonders hoch gewesen zu sein, zumal auch hier ähnlich wie im Lebensraum der Crinoiden die Brachiopodenschalen, als auch die Echinidenplatten Bohrspuren aufweisen.

Algen-?Foraminiferen Vergesellschaftung

Im eigentlichen Schüttungsgebiet der Crinoidenstielglieder z. T. wohl auch im Interferenzbereich mit dem Lebensraum der Brachiopoden-Echiniden Vergesellschaftung wurden mehr oder weniger alle Biogene von Algenkrusten in Verbindung mit?Foraminiferen, die turmförmig aufbauen, überzogen (siehe Abb. 5).

Um die vermuteten Lagebeziehungen der einzelnen Faunenvergesellschaftungen bzw. den Werdegang der Crinoidenkalken darzustellen, wird versucht die Sedimentationsabfolge vom Standort (Lebensraum) der Crinoiden





bis zum Ablagerungsraum der Crinoidenstielglieder zu verfolgen (Abb. 6). Die z. T. sicher auf sekundärem Hartgrund aufgewachsenen Crinoiden (Abb. 6, Fig. 1) wurden zu Lebzeiten von Bryozoen befallen^{*}. Kurz nach dem Absterben (Abb. 6, Fig. 2) wurden die schweren Kelche zunächst an Ort und Stelle im Sediment eingebettet und blieben infolge ihrer Schwere sicher eine Zeitlang liegen, die Stielglieder wurden relativ früh voneinander getrennt und aufgrund ihres spezifischen Gewichtes verdriftet, z. T. wurden sie vorher aber noch von Organismen angebohrt (Abb. 6, Fig. 3). Erst danach wurden die Stielglieder in tieferen Bereichen des Beckens zusammengeschwemmt bzw. geschüttet (Gradierung) und erst am Sedimentationsort von Algen unter Beteiligung von ?Foraminiferen umkrustet (Abb. 6, Fig. 4).

Eine relative Tiefenangabe der vermuteten Faunenvergesellschaftungen wurde bereits in Abb. dargestellt. Nun soll aufgrund der mikrofaziellen Daten und vor allem aufgrund der Untersuchungen von J. FRISCH 1968 versucht werden, eine klare Aussage bezüglich der Bathymetrie zu machen. Die paläogeographischen Ergebnisse, die J. FRISCH 1968 erarbeitet

^{*}) Im ungünstigsten Fall besiedeln die Bryozoen die Stielglieder nach dem postmortalen Zerfall unmittelbar am Sterbeort,

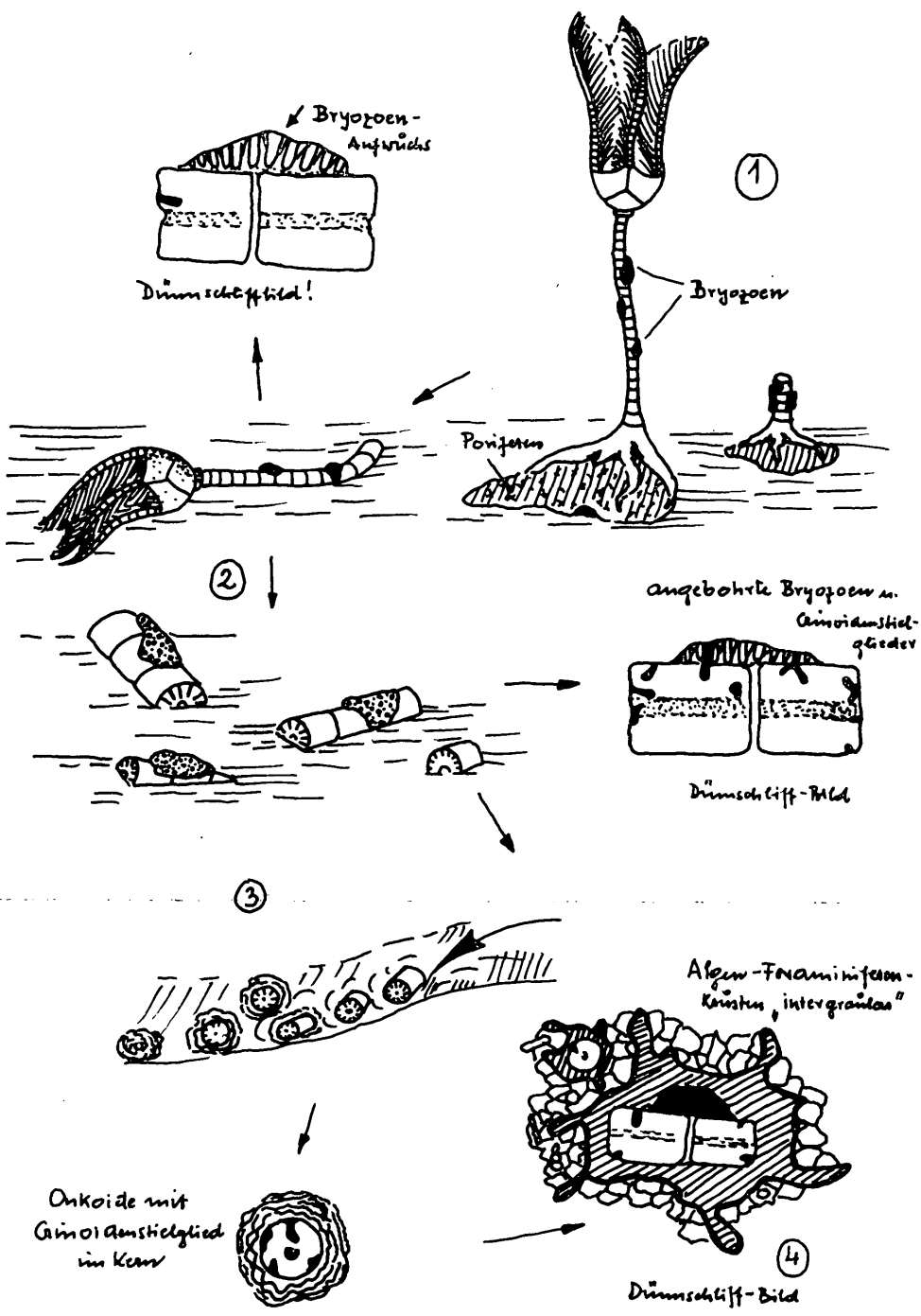


Abb. 6

hat, wurden einer Prüfung unterworfen, um zu sehen, ob die vom Autor gewonnenen Daten bezüglich der Faunenanalyse kombiniert mit den Überlegungen (siehe dargestelltes Modell) zusammenpassen. Außer Zweifel steht es, daß in den Ammergauer Alpen und im Bereich von Reutte z. Zt. der Ablagerung der mittleren Gesteinsserie des alpinen Muschelkalks das Beckentiefste bestand (J. FRISCH 1968:Taf. 53), das eine Wassertiefe von etwa 80 m aufwies. Dem gegenüber bestand zur selben Zeit im Raum des Mieminger Gebirges ein Flachstwasserbereich (Stromatholithen und Dacycladaceen). Zwischen diesem und dem tiefsten Bereich, der die geschütteten Crinoidenstielglieder und andere Biogene aufnahm, müßten die Crinoiden gelebt haben. Orientiert an der von J. FRISCH 1968 entwickelten Paläogeographie müßte dieser etwa im Raum des Wettersteinvorlandes zu finden sein. Nach J. FRISCH (1968:73) treten in mikritischen Kalken Nester von Crinoiden- und Brachiopodendetritus auf. Sowohl die mikritischen als auch die detritischen Kalke dieses Raumes werden als nächstes untersucht, um dem Lebensbereich der Crinoiden besser auf die Spur zu kommen. Würden z. B. wie G. RUHRMANN (1972:244) es für die unterdevonischen Crinoidenkalke nachweisen konnte, die Crinoiden von Reutte im Beckentiefsten leben und dann entgegen der Schwerkraft in Flachstwasserbereiche verfrachtet werden, so müßten diese auf dem langen Transportweg (beckenaufwärts, Ablagerung und neuerliche Schüttung in das Becken) Abrollungserscheinungen aufweisen. Hiefür gibt es aber keine Anzeichen.

Abschließend wollen wir noch kurz auf die bisherigen Deutungen der Crinoidenkalke, die speziell im hangenden Teil der mittleren Serie des alpinen Muschelkalks auftreten, z. T. direkt als Übergangshorizont zu den Knollenkalken überleiten, eingehen. Die ortsweise anfallenden Filamente sind bereits charakteristisch für die Knollenkalkserie.

Nach J. FRISCH (1968:95) wären die arenitisch-ruditischen Crinoidenspatkalke (speziell die Crinoidenstielglieder) möglicherweise als Spülsäume zu deuten. M. SARNTHEIN (1966:41) sieht in den Crinoiden-Areniten plötzliche Schüttungen, die eine abrupte Vertiefung des Wassers und damit eine völlige Veränderung mit sich bringt und vergleicht diese mit Erscheinungen der im Persischen Golf aufgetretenen nachpleistozänen Transgression, die zur abrupten Überlagerung der Flachstwassersande durch echinodermenreiche Schlicke führte, die den heutigen größeren Wassertiefen angehören. Auch F. KUBANEK 1969 nimmt eine ziemlich abrupte Vertiefung mit Auftreten der Crinoidenkalke an und zwar aus der unmittelbaren Verbindung mit den Ammonitenkalken. Der Verfasser hat zusammen mit Kollegen H. KOZUR (Meiningen) eine Arbeit in Vorbereitung, in der die Bedeutung der psychrosphärischen Ostracoden für die Bathymetrie (es handelt sich um den Bereich, den F. KUBANEK bearbeitete) aufgezeigt wird und sehr klare Vorstellungen über die Wassertiefe vermittelt werden.

F. KUBANEK (1969:121) stellt auch Überlegungen über den Transport und den Sedimentationsraum der Crinoiden an. Das Überwiegen der Stielglie-

der läßt ihn natürlicherweise an eine Frachtsonderung denken; die mikritischen Krusten (möglicherweise dieselben Bildungen, die der Autor als Algenkrusten deutet) haben ihn zu folgenden Überlegungen veranlaßt:

" 1) die Stielglieder waren schon im Schliff eingebettet und wurden durch Wassertransport wieder umgelagert; 2) die Stielglieder waren primär im Mikrit eingebettet, der von Schlammwühlern zu Pelmikrit bzw. zu Pelsparit umgearbeitet wurde. Die mikritischen Krusten deuten damit auf ein von der Wühlarbeit ausgespartes Relikt der vormals mikritischen Grundmasse." Nach KUBANEK kann für beide Fälle eine beginnende Lithifizierung angenommen werden, die ein festes Anhaften von Mikrit an Biogenen ermöglichte, wobei er den in Punkt 2 angeführten Überlegungen den Vorrang gibt. Diesen Vorstellungen kann sich der Verfasser nicht anschließen, zumal er z.B. aus dem Öfenbachgraben bei Saalfelden aus diesem Bereich auch über mehrere Dünnschliffe verfügt, aus denen die Algenbeteiligung an den sogenannten mikritischen Krusten nachweisbar ist; am ehesten kommt noch für diesen Bereich die in Punkt 1 angeführte Möglichkeit in Frage. Eine Behandlung dieses Problems würde aber tief in die Frage des häufigen Auftretens von lump (grapestone) für den Raum von Saalfelden in Sedimenten, denen jede primäre Matrix fehlt, eingreifen, die zwar indirekt mit dem Schüttungsmechanismus der Crinoidenstielglieder in Verbindung gebracht werden kann, hier aber zu weit vom Thema ablenken würde.

6) Zusammenfassung

Die durch Conodonten und Holothuriensklerite eindeutig dem mittleren Anis ("Pelson") zuordenbaren Crinoidenkalke von Reutte in Tirol sind die Produkte einer selektiven Frachtsonderung. Die zusammengeschwemmten und teilweise aperiodisch geschütteten Biogene stammen aus 2 Lebensbereichen:

- 1) einer Crinoiden-Bryozoen-Vergesellschaftung, die in etwa 40-50 m Tiefe zwischen dem durch Stromatolithen und LF-Gefügen gekennzeichneten Flachstwasserbereich und den durch gradierten Sedimenten charakterisierten Beckentiefsten ihren Lebensbereich hatten, und
- 2) eine Brachipoden-Echiniden Vergesellschaftung, die schon mehr im tieferen Becken, möglicherweise z. T. schon im Interferenzbereich des Ablagerungsraumes lebte.

Die zusammengeschwemmten Biogene werden im Ablagerungsraum selbst noch von Algen unter geringer Beteiligung von Foraminiferen umkrustet, obwohl die Sedimentationsrate sehr hoch war. Die eigenartigen verzweigten Algenbauten erwecken durchaus den Eindruck als seien sie die Produkte von Sandlückenbewohnern.

Literaturnachweis

- FRISCH, J.: Sedimentologische, lithofazielle und paläogeographische Untersuchungen in den Reichenhaller Schichten und im alpinen Muschelkalk der Nördlichen Kalkalpen zwischen Lech und Isar. - Unveröff. Diss. München 1968
- GWINNER, M. P.: Carbonate Rocks of the Upper Jurassic in SW-Germany. - Sedimentology of parts of Central Europe. Guidebook VIII Int. Sediment. Congress 1971
- HENNIG, W.: Taschenbuch der Zoologie; Wirbellose I, Bd. 2, Leipzig 1963
- KOZUR, H. & H. MOSTLER: Die Bedeutung der Conodonten für stratigraphische und paläogeographische Untersuchungen in der Trias. - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. in Österreich, 21, Innsbruck 1972
- KUBANEK, F.: Sedimentologie des alpinen Muschelkalks (Mitteltrias) am Kalkalpensüdrand zwischen Kufstein (Tirol) und Saalfelden (Salzburg). - Veröff. Diss., D 83, Berlin 1969
- LINCK, O.: Stratigraphische, stratinomische und ökologische Betrachtungen zu *Encrinus liliiformis* LAMARCK. - Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg 1965
- MOSTLER, H.: Holothuriensklerite der alpinen Trias und ihre stratigraphische Bedeutung. - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. in Österreich, 21, Innsbruck 1972
- NESTLER, H.: Die Rekonstruktion des Lebensraumes der Rügener Schreibkreide-Fauna (Unter-Maastricht) mit Hilfe der Paläoökologie und Paläobiologie. - Geologie 14, Beiheft 49, Berlin 1965
- ROTHPLETZ, A.: Das Karwendel Gebirge. - Zt. Dt. Österr. Alpen-Ver. 19, München 1888
- RUHRMANN, G.: Riff-ferne Sedimentation unterdevonischer Krinoidenkalke im Kantabrischen Gebirge (Spanien). - N. Jb. Geol. Paläont. Mh., Stuttgart 1971
- SARNTHEIN, M.: Sedimentologische Profilreihen aus den mitteltriadischen Karbonatgesteinen der Kalkalpen nördlich und südlich von Innsbruck. - Ber. nat. med. Ver. Innsbruck, 54, Innsbruck 1966
- SKUPIN, K.: Feinstratigraphische und mikrofazielle Untersuchungen im Unteren Hauptmuschelkalk (Trochitenkalk) des Neckar-Jagst-Gebietes. - Veröff. Diss., Stuttgart 1970