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

Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol. 17 257—277 München, 6. 7. 1977

Fossil-Vergesellschaftungen Nr. 58[1])

Zyklische Regressions-Sedimentation und Fossil-Vergesellschaftungen in der Gosau (Santonium) von Brandenberg/Tirol

Von Dietrich Herm*)

Mit 5 Abbildungen

Kurzfassung

Die Regressionsfolge der Gosauserie im Becken von Brandenberg läßt sich in eine Addition von mehr oder weniger vollständig erhaltenen rezessiven Hemizyklen auflösen. Dokumentiert wurde bevorzugt nur die regressive Abfolge; das transgressive Geschehen wirkte meist erosiv.

Der hier erfaßte ehemalige, oszillierende Ablagerungsbereich erstreckte sich vom vollmarinen Rudistenriff bis zum Süßwasser-Sumpf. Durch signifikante Fossilvergesellschaftungen konnte die Normal-Abfolge der Biofaziesbereiche rekonstruiert werden (vom marinen zum limnischen:)

a) *Hippurites*-Korallen und *Radiolites-Ostrea* Vergesellschaftung; b) *Radiolites-Trochactaeon* und *Trochactaeon-Cucullaea*Vergesellschaftung; c) *Nerinea*-Vergesellschaftung; d) *Polymesoda-Glauconia* Vergesellschaftung; e) *Pyrgulifera-Melanopsis* Vergesellschaftung; f) *Unio*-Vergesellschaftung.

Eine Korrelation der einzelnen Profile anhand der Hemizyklen ist weder nach Zahl, Mächtigkeit oder Ausbildung möglich, da in diesem Übergangsbereich sowohl Sedimentation wie Erosion während der einzelnen Oszillationen diachron abliefen.

Abstract

The regressive sequences of the „Gosau-Beds" consistently form asymetrical cyclothems. The transgressive phases are usually not preserved, due to their erosive character. The regressive facies inturn have been documented more or less completely.

[1]) Nr. 57 siehe Becker, G. & Sanchez de Posada, L. C.: Palaeontographica, Abt. A., 1977 (im Druck).

*) Prof. Dr. D. Herm, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, Richard-Wagner-Straße 10, 8000 München 2.

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

The complete oscillations range from rudist frameworks (reefs) to freshwater swamps. Using faunal analysis significant fossil assemblages could be assigned to each biofacies:

a) *Hippurites*-coral and *Radiolites*-*Ostrea* Assemblages; b) *Radiolites*-*Trochactaeon* and *Trochactaeon*-*Cucullaea* Assembl.; c) *Nerinea*-Assembl.; d) *Polymesoda*-*Glauconia* Assembl.; e) *Pyrgulifera*-*Melanopsis* Assembl.; f) *Unio* Assembl.

The events of the regressive hemicycles can rarely be correlated between the different sections, because sedimentation or erosion affected the different parts of these marginal environments diachronously.

Einleitung

Im Gebiet von Brandenberg, zwischen dem Sonnwendgebirge und dem Pendling bei Kufstein, transgredierte das Oberkreidemeer im Ober-Coniacium/Unter-Santonium nach den großen, für das Kalkalpin entscheidenden prägosauischen Faltungen auf die Trias- und Jura-Folgen der „Lechtal-Einheit" (Ampferer 1921, Schulz 1952, Fischer 1964).

Im südlichen Bereich (Brandenberg, Aschau, Mühlbach) erreichte die Sedimentation rasch eine neritische und pelagische Fazies (Kalkmergel mit reichen pelagischen Foraminiferen-Faunen; Fischer 1964) während im Norden und Osten (Weißach-Bach, Krumbach, Nachbergalm, Oberberg) eine Sedimentation im Schelf und sublitoralen Flachwasserbereich vorherrschte.

Beide Gebiete wurden durch spätere, raumverengende Tektonik (z. B. Guffert-Kegelhörndl-Gewölbe: Fuchs, 1944; Ampferer, 1921) näher einandergerückt.

Nur im nördlichen Gebiet ist die Regression dieser Gosau-Abfolge, beginnend im Santonium und bis in das Untercampanium reichend, (Ampferer & Ohnesorge 1909; Schenk 1972), erhalten geblieben.

Mit dieser Regression, die durch eine, terrestrisch entstandene, grobe Hauptdolomit-Brekzie abgeschlossen wird, ist die marine Oberkreidesedimentation für dieses Gebiet beendet. Dies stellt eine Besonderheit dar, da in den meisten benachbarten Gosau-Becken (Eiberg, Kössen, Reichenhall, Becken von Gosau) zu dieser Zeit eine weitere, intensive Eintiefung der Becken und eine, auf die Ränder übergreifende Ausdehnung der Sedimentation einsetzte (vgl. Oberhauser 1963, 1968; Butt 1976).

Das Geschehen der Gesamt-Regression im Brandenberger Gebiet konnte durch diese Untersuchungen aufgelöst werden in eine Reihe von Einzelvorgängen, in Regressionsfolgen, die jeweils wieder durch kleine Transgressionen des Meeres unterbrochen wurden, die insgesamt im Verlauf der Zeit in ihrer Intensität abnehmen. Aus epirogenetischen Bereichen sind solche Schwankungen durch die dadurch entstehenden Zyklotheme in ihrer Sedimentations- und Biotop-Abfolge bestens bekannt geworden. Es sei hier auf das Ruhrkarbon mit den entscheidenden Bearbeitungen der Regressions- und Transgressionsfolgen (Jessen, Kremp, Michelau 1952, Rutten 1952, Lombard 1952, Böger 1966, Fiege 1952, 1964) verwiesen. Im Gegensatz zu diesem Ablagerungsregime ist die Oberkreidesedimentation im kalkalpinen Bereich eingebaut in das synorogene Geschehen mit „ruckartigen" Bewegungen.

Bei der Definition des Begriffes „Gosau" spielt dieser Aspekt eine wichtige

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

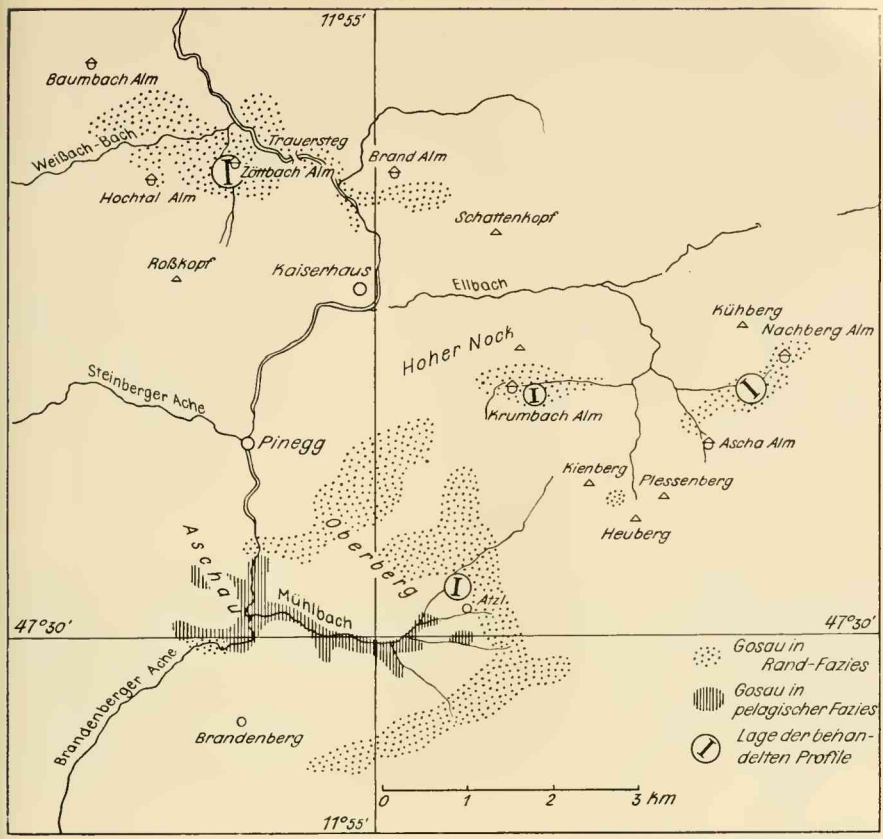


Abb. 1: Gosauvorkommen im Gebiet von Brandenberg und Lage der behandelten Profile.

Rolle (TOLLMANN 1976, S. 406). So ist die Fragestellung reizvoll: Wieweit prägen sich die speziellen Bedingungen dieses synorogenen Geschehens in den Sedimentfolgen auch im kleinen Maßstab ab?

Bei den Untersuchungen stellte sich heraus, daß die Kleinschwankungen zwischen marinen und limnischen Bedingungen im Gegensatz zu den erwähnten epirogenetischen Bereichen fast nur azyklisch dokumentiert sind. So stellt sich die Frage: Welche Abschnitte solcher Fazies-Abfolgen, die über einen definierten Punkt, bzw. ein Vertikal-Profil abgelaufen sind, bleiben erhalten, bzw. welche Abschnitte eines kontinuierlichen Geschehens wirkten erosiv und verhinderten die Dokumentation?

Diese Untersuchungen über die Verschiebungen von Biotopen in Raum und Zeit waren fest integriert im Gesamtkonzept des Teilprojektes „Fossil-Vergesellschaftungen" des Sonderforschungsbereiches 53 „Palökologie" an der Universität Tübingen. Während in anderen Vorhaben des Teilprojektes großräumige und zeitlich längerfristige Verschiebungen im geosynklinalen Geschehen zur Untersuchung kommen (vgl. KULLMANN & SCHÖNENBERG 1975) werden hier die Sukzessionen von Extrem-Biotopen im labilen Übergangsbereich Meer —

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at
Lagune — Land im kleinen Maßstab, sowohl lateral wie vertikal herangezogen um einen speziellen Typ der Abfolge zu erkennen und etwaige Lückenhaftigkeiten in der Dokumentation nachzuweisen.

Die alpine Gosau wurde außer der erwähnten speziellen Stellung im synorogenen Geschehen gewählt, da hier eine vielfältige Mollusken-Fauna vorliegt, gute Vergleichsmöglichkeiten mit ähnlichen Biotop-Abfolgen zu anderen Gebieten (z. B. Harzvorland, MERTIN 1939) bestehen, faunistische Direktvergleiche auf Gattungs-Ebene zu Tertiär-Faunen und bis zum Rezenten möglich sind und schließlich bereits einige moderne paläontologisch-taxonomische Arbeiten zu Gosau-Fossilien vorliegen (KOLLMANN 1965, 1967, SCHENK 1970, 1972).

Mein Dank gilt den zahlreichen Mitarbeitern bei den langwierigen und z. T. schwierigen Bergungs- und Auswertungsarbeiten des Fossilmaterials, ferner besonders den Kollegen Dr. O. HÖLZL, Hausham, Prof. E. KAUFFMAN, Washington, Dr. A. LIEBAU, Tübingen, Dr. V. SCHENK, Frankfurt, Dr. R. THOMAS, Lancaster Pa., und Prof. A. SEILACHER, Tübingen, die durch Diskussionsbemerkungen zur Sedimentologie oder zum Fossilmaterial mir sehr geholfen haben. Das Fossilmaterial wird in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie unter der Nummer 1970 XVII aufbewahrt.

Methoden

Die Profilaufnahme erfolgte entlang von Bachanrissen und angelegten Schürfen. Die Lithologie und die Gesamtfauna (inklusive der Mikrofauna $>$ 0,1 mm) wurden bei rasch wechselnder Ausbildung in Einheiten von 5 cm, bei gleichförmiger Lithologie im dm-Abstand erfaßt. Bei kalkigem Gestein und sehr fossilreicher Ausbildung wurde im senkrechten Anschnitt entlang einer „Richtlinie" („hingeline": JOHNSON, 1960) von 3—5 m Länge, bankparallel eine Auszählung der Fossilien und eine Einmessung ihrer Lage und Orientierung, durchgeführt.

Bei der Analyse zur Trennung der allochthonen von den autochthonen Elementen wurden an Kriterien verwendet:

Lagebeziehungs im Sediment: Lebendstellung (STANLEY, 1970);

Doppelklappigkeit bei Bivalvia; Epökenbewuchs;

Erhaltungszustand: Erhalt des Mündungsrandes bei Gastropoda, Abrieb der Schloßregion bei Bivalvia durch Schleiftransport; Facettierung;

Größenhäufigkeitsverhältnisse (juvenil/adult): Größensortierungen mit selektiv bevorzugten Größenintervallen, die von der normalen Größen-Häufigkeitskurve lebender oder toter in situ-Vergesellschaftungen abweichen; solche Assoziationen sind durchwegs ein wichtiger Hinweis auf Transport (vgl.: BOUCOT 1953, OLSON 1957, CRAIG & HALLAM 1963).

Zur Deutung und zur Kontrolle des ehemaligen Lebensraumes wurde die Untersuchung der Sedimente mit einbezogen. In den klastischen Sedimenten wurden Korngröße und Schichtgefüge mit rezenten Daten (REINECK, DÖRJES, GADOW & HERTWECK 1968; REINECK et al. 1970; REINECK 1976) verglichen. An karbonatischen Gesteinen wurde mit Hilfe der Mikrofazies-Analyse versucht, das Ablagerungs-Milieu in bezug auf Wasserbewegung („energy-index" im Sinne von FOLK, 1962; PLUMLEY, RISLEY, GRAVES & KALE 1962) zu bestimmen. Zur weiteren Biofazies-Analyse wurden nur die als autochthon erkannten Faunenelemente verwendet; die relativen Häufigkeiten der allochthonen Elemente gaben Hinweise auf benachbarte, oder in der Sukzession folgende, d. h. durch Bioturbation in tiefere Lagen verwühlte Vergesellschaftungen.

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

Für jeden einzelnen Probenabschnitt (Lage) wurde eine relative Häufigkeitsabfolge der einzelnen Gattungen, bzw. Arten bezogen auf die Gesamtzahl der in der jeweiligen Lage geprobten Individuen erstellt. Die einzelnen Rangfolgeplätze (bezogen auf die Häufigkeit) wurden in den verschiedenen Niveaus verglichen. Hierbei erwies sich die Erstellung eines mittleren Rangfolgewertes („mean rank abundance"), vorgeschlagen von WALKER & BAMBACH (1974), als nützlich. Es zeigte sich, daß gewisse taxonomische Einheiten immer gekoppelt in gleichen oder sehr ähnlichen Lithofazies-Bereichen auftreten.

Aus dem sedimentologischen Befund und aus der ökologischen Signifikanz der Dominant-Formen, (z. T. aus der Literatur, z. T. aus Rezent-Analogie ermittelt) wurden die ausgeschiedenen Schichteinheiten ehemaligen Ablagerungsbereichen zugeordnet. Als Kriterien der Unterscheidung wurden Bewegtwasser-Ruhigwasser und die Salinitätsabstufungen marin-brackisch-limnisch eingesetzt. Die namengebenden Organismengruppen sind meist nicht identisch mit den im ehemaligen Biotop auftretenden Charakterarten. I. Ordnung, so wie es die biologische Erfassung einer benthischen Vergesellschaftung nach dem PETERSEN-Konzept (vgl. THORSON, 1957; SANDERS 1968; DÖRJES, 1971; PARKER, 1975; KAUFMANN & SCOTT, 1976) vorschreibt.

Es handelt sich bei der hier aufgezeigten Fauna um Häufigkeitsformen einer Rest-Gemeinschaft, die in den jeweiligen Sedimenten durch biostratonomische und diagenetische Verfälschungen am wenigsten beeinflußt wurde und ferner durch spezielle, morphologische, typspezifische Merkmale eine gewisse Autochthonie garantieren. Als besonders positiv in diesem Sinne erwies sich u. a. Dickschaligkeit, hoher Kalzitanteil in der Primärschale, kräftiger Schloßbau als Schutz vor Disartikulation, geschützte Lebensweise im Sediment. Lebensspuren, in-situ gewachsene, organogene Karbonat-Strukturen (Algenlagen), Epökien, Durchwurzelungen und Elemente der Mikrofauna, wie geschlossene Schalen von Ostracoden gaben weitere Hinweise auf die ehemaligen Biotop-Verhältnisse.

Fossilvergesellschaftungen und Biofaziesbereiche

Die Fossil-Vergesellschaftungen, die bestimmten Lithotopen zugeordnet wurden, sind in sich heterogen. Die ausgeschiedenen, namengebenden Charakter-Formen I. Ordnung (vgl. rezente Biofazies-Zonierungen bei DÖRJES 1971) müssen nicht immer die Dominat-Formen sein. Selbst bei einem Fehlen von Charakter-Formen I. Ordnung sind noch Fazies-Hinweise aus Charakterformen II. Ordnung zu erhalten. Die Fossilvergesellschaftungen treten meist in den Vertikalprofilen in gekoppelten Abfolgen auf. Nur ausnahmsweise (z. B. Nachbergalm) erlauben die Aufschlußverhältnisse einen lateralen Übergang von Biofaziesbereichen zu verfolgen. Eine scharfe Abgrenzung von Biofaziesbereichen gegeneinander ist nicht der Regelfall; mehr oder weniger breite Übergangs- oder Mischzonen verbinden, wie auch im Rezenten (vgl. SANDERS, 1968; PARKER 1975) die Assoziationen, besonders dort, wo exogene, rasch wechselnde Einflüsse grundlegende Ökofaktoren temporär verändern, so z. B. grobkörnige Schüttungen unterhalb der Schwallzone nach starken Seegangsperioden (vgl. Rezentstudien: WARME 1971; EINSELE, ELOUARD, HERM, KÖGLER & SCHWARZ 1977). Im fossilen Bereich sind die Grenzen noch fließender

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

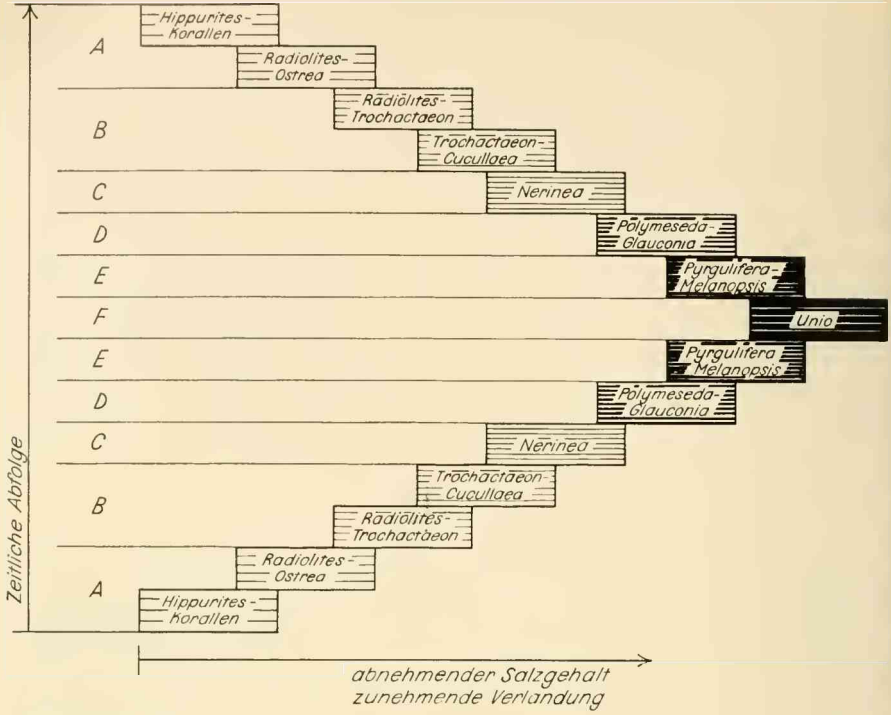


Abb. 2: Signifikante Fossilvergesellschaftungen, rekonstruiert aus autochthonen Faunenelementen der verschiedenen Profile; angeordnet in einem kompletten Zyklothem vom vollmarinen bis zum lagunären-limnischen Bereich im Verlauf einer Regression (A—F) und einer Transgression (F—A).

wegen der biostratonomischen Durchmischung und des Verlustes an skelettlosen Charakter-Formen (Böger 1964).

Einzelne Gemeinschaften bilden bei leicht veränderter Faktoren-Konstellation (Faktoren, die nicht Salinitäts- oder Tiefenrelevant zu sein brauchen und sich auch im Sediment nicht widerspiegeln) lokale Vertreter-Gemeinschaften aus. Sie werden, wo sie fossil noch erkennbar waren, kurz erläutert.

Aus den verschiedenen Profilen mit nur geringen Sedimentationsunterbrechungen bzw. Erosionslücken konnte ein komplettes Zyklothen mit transgressivem und regressivem Ast rekonstruiert werden (Abb. 2).

Die hier besprochenen Vergesellschaftungen erstrecken sich vom vollmarinen, karbonatischen Bewegtwasserbereich (Hippuritenriff-Fazies) über den Litoralbereich im Bewegtwasser mit klastischer Sedimentation (Strandwälle), dem brackischen Ruhigwasser-Lagunenbereich bis zu phytalreichen Verlandungszonen mit vorwiegend Süßwasser-Einfluß.

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

A: Hochenergetischer Flachwasser-Bereich, vollmarin:

A 1: Hippuriten-Korallen Vergesellschaftung

Diese, in sich äußerst vielgestaltige Vergesellschaftung wird in dieser Aufzeichnung als Endglied der Oszillation im marinen Bereich betrachtet. Dominantfaktor für die Zusammensetzung der Vergesellschaftung war die Zusammensetzung und Korngröße des Sedimentes, sowie der Ablagungsmodus. Es bestehen Unterschiede, ob das Sediment aus Aufarbeitungsschutt von Organismenschalen oder aus terrigenem Material bestand. In geschützten, lokal begrenzten Bereichen eines morphologisch vielgestaltigen Systems kam es temporär zur Ausbildung von Weichböden (Kalkschlick) mit reicher Endofauna (Bivalven, Echiniden).

In einzelnen Profilen lassen sich die Entwicklungsphasen dieser Vergesellschaftung nachzeichnen. Die Besiedlung der meist klastischen Schüttungen begann mit *Radiolites*, *Ostrea*, *Spondylus*, *Plicatula*, stockförmigen Korallen und reichlich Serpuliden. Vereinzelte Solitär-Hippuriten schlossen sich im weiteren Verlauf der Besiedlung zu „coppice" zusammen (= „Dickicht": im Sinne von kleinen Nestern dicht gedrängter Individuen, die sich über die Sedimentoberfläche erheben; vgl. KAUFMAN, 1974, Fig. 12—5).

Mit zunehmender dichter Besiedlung durch *Hippurites* div. sp., *Plagioptychus* und nur noch vereinzelten, aber nunmehr ästigen Korallen kam es zur Ausbildung von Bänken (= „biostrome", KAUFFMAN, 1974, Fig. 12—5) und gelegentlich zur paucispezifischen Riff-Fazies (Typus „patchreef" im Sinne KAUFFMAN, 1974, Fig. 12—5). Die enge Beziehung von Hippuritenriff- und Hippuriten-Korallen-Fazies sowohl in vertikaler wie lateraler Ausdehnung wurde bereits von ZAPFE (1937) aufgezeigt; sie wird nunmehr im Sinne einer Besiedlungssukzession gedeutet. Der größte Teil der Riffstrukturen wurde wieder aufgearbeitet; stehengebliebene Riffe sind die Seltenheit („Atzlriff"). Die sehr reichen Vergesellschaftungen dieser Sukzessionen und die direkte Abhängigkeit vom jeweiligen Sediment müssen einer eigenen Bearbeitung vorbehalten bleiben.

A 2: *Radiolites-Ostrea* Vergesellschaftung

Die Hippuriten-Vergesellschaftungen verschiedener Prägung wurden umgeben und in ihrer Verbreitung limitiert durch klastische Schüttungen, sowohl auf der, dem offenen Meer zugewandten Außenseite (sehr gut sortierter, ausgewaschener Riffschutt), wie auch auf der Innenseite (schlecht sortiertes grobes Sediment mit eingelagerten Pelit-Linsen). Auf dem zuerst genannten, von ständiger Umwälzung bedrohten Sediment trat *Radiolites* (vorw. *Radiolites* ex. gr. *angeoides)* als Pionier-Siedler auf: einzeln oder in Kleingruppen („cluster"). *Ostrea* sp. siedelte ebenfalls einzeln oder in kleinen Kolonien bevorzugt auf dem schlechter sortierten Sediment, meist auf Geröllen fixiert. *Radiolites* und *Ostrea* waren nicht aneinander gebunden. Limitiert wurde ihre Verbreitung durch zunehmende Wasserbewegung (Umwälzung, rasche Verschüttung auf der Brandungsseite) oder temporäre Verbrackung mit zunehmender Verschlammung im geschützten, landzugewandten Bereich.

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

B: *Radiolites-Trochactaeon* Vergesellschaftung und *Trochactaeon-Cucullaea* Vergesellschaftung

Im Untersuchungsgebiet treten die Gattungen *Trochactaeon* und *Actaeonella* (vgl. KOLLMANN 1967; SCHENK 1970) sehr gehäuft, in gewissen Lagen nahezu monotypisch auf.

Zwei palökologische Bereiche lassen sich im Hinblick auf die von einander unabhängigen Faktoren Sedimentumwälzung und Salinität für die ehemaligen Lebenszonen dieser Gattungen rekonstruieren:

a) Dichte, autochthone Besiedlungsmuster in gutsortierten, laminierten Mittelsanden mit typischer Schrägschichtung von Oszillationsrippeln und mit Kleinrippelstrukturen (REINECK, 1976, Taf. 1), z. T. mit Epökenbewuchs (z. B. *Radiolites;* vgl. HERM & SCHENK, 1972) und Corallinaceen-Krusten. Im Zusammenhang, meist in unmittelbarer lateraler Verbindung stehen hiermit Zusammenschwemmungen von streng größenklassierten Gehäusen („blaugraue Actaeonellensande", bekannt auch aus anderen Gosauvorkommen; vgl. KOLLMANN 1965). Die Sedimentgefüge und die spärliche Beifauna *(Astrocoenia, Patella, Pedalion, Tellina)* und *Callianassa*-Wühlgefüge weisen auf den hochenergetischen, vollmarinen Vorstrandbereich hin.

b) Verbreitetes Auftreten in schlechtsortierten, siltig-sandigen Sedimenten mit Feinkiesbändern und großen Einzelgeröllen, zusammen mit reicher Begleitfauna in der regelmäßig *Cucullaea* und *Ampullina* auftritt.

Der rasche Wechsel einer Suspensions-Sedimentation und wiederholter Aufarbeitung mit Rest-Geröll-Lagen entspricht im Erscheinungsbild (Erosionsrinnen, Auskolkungen, Schlickgerölle) weitgehend den von MCCAVE (1973, S. 488 f.) beschriebenen Ablagerungen in „tidalflats" rezenter Küsten. Die stete, wenn auch untergeordnete, Präzens von *Glauconia* und *Polymesoda* in diesem Biotop weist auf eine Verträglichkeit von *Actaeonella* und *Trochactaeon* gegenüber erniedrigtem Salzgehalt hin, wie es bereits von KOLLMANN (1965, S. 259) erwähnt wurde.

C: *Nerinea*-Vergesellschaftung

Die autochthonen Vorkommen von *Nerinea* div. sp. zeigen meist Massenauftreten in Grob- bis Mittelsanden. Geröll-Lagen, Rinnenausfüllungen, Schrägschichtungen in lateral rasch auskeilenden Großrippelkörpern und flaserförmige Einlagerungen von feinsandigen bis tonigen Schlicklinsen und Bruchschill-Wolken lassen einen ungeschützten Ablagerungsbereich in der äußeren Lagune vermuten, der gelegentlich von Umlagerungen des eigentlichen Strandbereiches erfaßt wurde.

Die Begleitfauna zeigt geringe Diversität: *Radiolites, Trochactaeon, Ampullina, Homalopoma, Nerita, Neritopsis* (vergl. SCHENK 1970).

Ein zweiter, durch den hohen Anteil an Juvenilformen als für *Nerinea* autochthon ausgewiesener Faziesbereich zeichnete sich durch vorwiegend siltig-schlickiges Sediment mit ausgeprägter Feinlamellierung aus Hier tritt als Begleitfauna *Glauconia* div. sp., *Pirenella, Terebralia* hinzu. Die Nerineen in dieser dichten Besiedlung sind wohl in der Lebensweise den rezenten *Tympanotonus*-Pflastern westafrikanischer Lagunen vergleichbar (ELOUARD, 1973), sie sind allseitig mit Kalkalgen überkrustet; Hydrzoen- und Bryozoen-Epöken fehlen. Als Biotop wird eine Außenlagune bzw. Lagunenstrand, ein Bereich der größeren Salinitätsschwankungen unterworfen war, angenommen.

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

D: *Polymesoda-Glauconia* Vergesellschaftung

Diese Vergesellschaftung war weitgehend an feinkörnige siltig-schlickige Sedimente gebunden, die, soweit nicht durch Bioturbation zerstört, Feinlamellierungen mit Sandlagen und Schillbändern aufzeigen. Die knolligen, welligen Bankoberflächen lassen einen primären Sedimentabtrag, bzw. Auskolkung vermuten. Primär waren solche Flächen mit verminderter Sedimentation dicht besiedelt („*Glauconia*-Pflaster: MERTIN 1939, S. 221). Rhythmisch wiederholten sich im dm-Abstand Bänke mit im Sediment in Lebendstellung erhaltenen, doppelklappigen *Polymesoda*-Individuen mit Lagen von Streu- bis Vollpflastern von disartikulierten, aber kaum transportierten *Polymesoda*-Einzelklappen als Ausdruck von Ausspülungshorizonten.

Die Begleitfauna zeigt eine relativ hohe Diversität, insbesondere bei Gastropoden: *Semineritina, Pseudomelania, Neritopsis, Pirenella,* daneben vereinzelt *Anomia, Leda, Cardium (C. pectiniforme* MÜLLER).

Aus der Gesamtvergesellschaftung kann auf ein Brackwasser-Milieu geschlossen werden (MERTIN 1939; SCHENK 1970): trotzdem ist die Diversität hoch, da ein niedrig-energetischer Bereich vorlag. Der sonst oft sehr stark Diversitätslimitierende Faktor Sedimentumwälzung trat hier zurück, so daß sich eine reiche Infauna entwickeln konnte

E: *Pyrgulifera-Melanopsis* Vergesellschaftung

Diese Vergesellschaftung war lückenlos mit den Gebieten der *Polymesoda*-Besiedlung verbunden. Das Sediment war vorwiegend siltig-schlickig, feinlamelliert und reich an organischer Substanz (Pflanzenhäcksel-Lagen).

Die bioturbate Zerwühlung hat das Primärgefüge meist zerstört; oft sind feinlamellierte, pfeilerförmige Partien nur als Restgefüge im sonst entschichteten Sediment erhalten. Lagen mit gekippten Schollen, Tongeröllen und Schill-Konzentrationen zeigen ehemalige Rinnen mit stärkerer Wasserbewegung im sonst sehr ruhigen Milieu an. Die Fossilien sind regellos verteilt. Die Diversität der Megafauna ist gering: *Keilostoma, Tympanotonus, Terebralia, Pirenella, Cerithidea, Pyramimitra.* Die Foraminiferenfauna mit *Miliammina* und gelegentlich Milioliden weist auf sporadischen Salzwassereinfluß hin.

Nach Sedimentaufbau und Faunenverteilung ist diese Fazies direkt vergleichbar mit den Ablagerungen einer „lower marsh" durchzogen von „tidal creeks", wie sie von rezenten Küsten-Lagunen u. a. von WARME (1971, S. 29 f.) beschrieben werden.

F: *Unio* Vergesellschaftung

Diese Biofazies ist sedimentologisch wie faunistisch eng mit der benachbarten *Pyrgulifera-Melanopsis* Vergesellschaftung verknüpft. Aus folgenden Unterschieden wurde dennoch ein eigenständiger Biofaziesbereich ausgeschieden.

a) mm- bis cm-mächtige Lagen mit synsedimentärer, subaerischer Zersetzung, Rotfärbung und phytaldetrischen Anreicherungen.

b) Ausgehend von Zersetzungslagen, durchziehen feine mit Hangendsediment verfüllte Spalten die Schlicklagen („desiccation cracks");

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

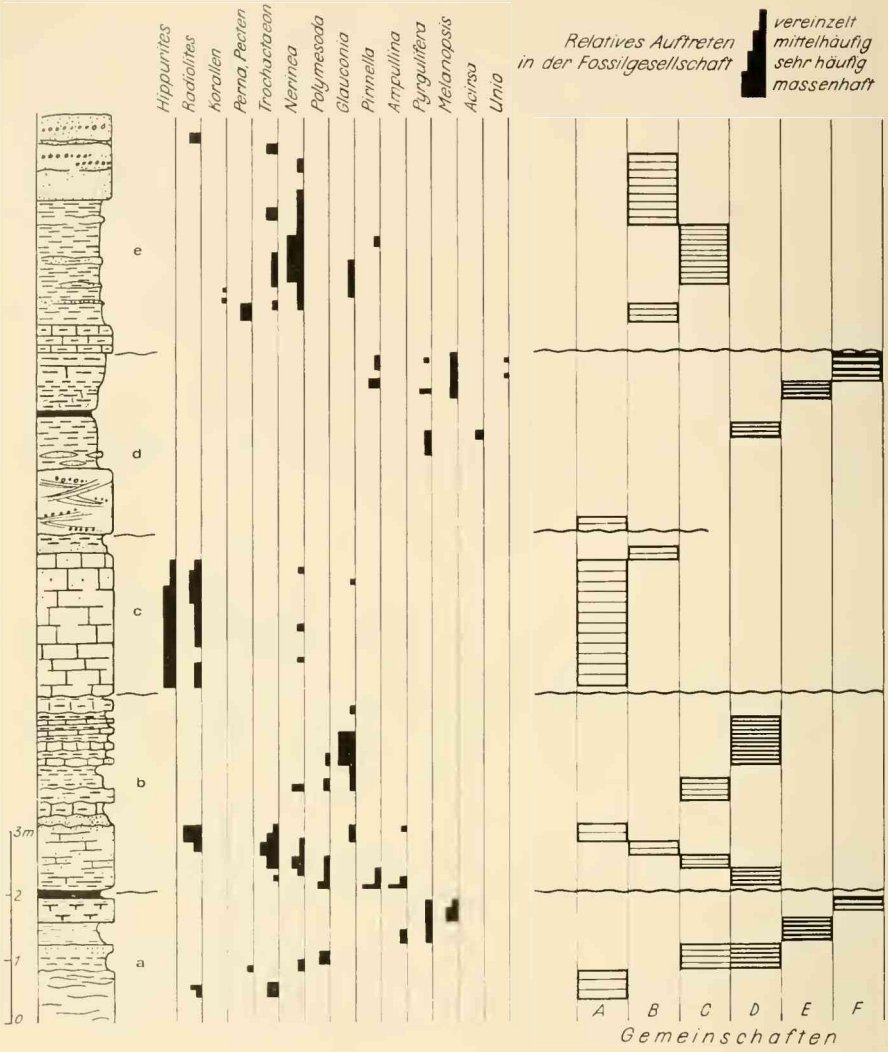


Abb. 3: Ausschnitt aus dem Profil Atzlsäge (Straße Brandenberg—Oberberg). Semiquantitative Faunenauswertung und Zuordnung der einzelnen Schichten zu Biofaziesbereichen (A—F). Dokumentationslücken in den Abfolgen sind durch Wellenlinien gekennzeichnet.

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

c) fehlende Bioturbation;

d) Einschaltung von 5—15 cm mächtigen Stinkkalklagen, die hellweißlich verwittern; im frischen Bruch durch hohen organischen Bitumengehalt dunkelbraun-graue Färbung zeigen.

Sie sind aufgebaut aus welligen und gekräuselten plättchenartigen (0,05—0,1 mm dicken, bis 10 mm langen) Algen-Aggregaten aus feinprismatischen Kalzit, discontinuierlich, jedoch lagenweise gehäuft, angeordnet.

Die Aggregate bilden keine durchgehenden „laminae", wie sie für einen Großteil der eigentlichen Stromatolithen kennzeichnend sind. Es handelt sich mehr um einen „laminoiden" Typ, stellenweise mit langgestreckten, mit Kalzit oder organischer Substanz verfüllten „fenestrae". Die Strukturen sind vergleichbar mit dem „laminoid fenestral fabric" bei Monty in Walter (1976, S. 194). Salinitätsangaben sind aus dem Auftreten von solchen „cryptalgal fabrics" (in der Definition von Aitken, 1967: „biosedimentäre Strukturen, die durch die sediment-bindende oder mineral-ausscheidende Aktivität von nicht-skelettragenden Algen oder Bakterien entstanden sind") nicht direkt abzuleiten.

Jedoch gestatte der Rezentvergleich (Monty & Hardie, in Walter, 1976) eine Zuordnung dieser „laminoiden" Stinkkalke zum Bildungsbereich der „Supratidal"-Zone, die nur gelegentlich überflutet wurde;

e) Auftreten von Unioniden, meist doppelklappig oder disartikuliert, nicht abgerieben. Unter den Unioniden dominiert die großwüchsige Form: *Heudeana brinoiensis* (Math.).

In diesem Faziesbereich siedelte weiterhin, z. T. dominierend, *Pyrgulifera* div. sp. und *Melanopsis*.

Es handelt sich hierbei um einen, in der europäischen Oberkreide weitverbreiteten, stabilen Vergesellschaftungstyp, der für das Oligohalinikum mit temporär schwankenden Brackwassereinfluß charakteristisch ist.

Solche Vergesellschaftungen wurden u. a. aus der Böhmischen Kreide, dem Harzvorland (Mertin, 1939) und der Provence (Fabre-Taxy, 1951) beschrieben.

Profil-Analyse

Profil Atzlsäge (Abb. 3):

Lage des Profils:

Straßenaufschluß an der Straße Brandenberg — Oberberg, südlich Brücke Atzl-Säge. Diese Schichtfolge ist an einer dem Atzlbach parallel verlaufenden Störungsschar gegenüber dem eigentlichen Atzl-Riff-Komplex als Tiefscholle versetzt und stellt das laterale bzw. hangende Äquivalent dar.

Im Zyklothem a zeigt sich auf nur 2 m Sediment beschränkt, eine Abfolge von der vollmarinen Fazies mit Hippuritenschuttkalken und *Actaeonella*-Sanden über tonigen Stillwasserablagerungen mit *Polymesoda* und *Pyrgulifera* bis zur Stinkkalkfazies (Vergesellschaftung F). Das Kohlen-Flöz (Grenze a/b) kann als Schwemmkohle angesehen werden; Schwemmlagen von *Pyrgulifera* und *Polymesoda*-Schill, in der Kohle schlierig eingelagert, entsprechen Stillwasser-Ufersäumen.

Im unteren Teil des Zyklothem b dokumentiert eine Bank von nur einem Meter Mächtigkeit den transgressiven Übergang bis zum vollmarinen Bereich: Vom Biofaziesbereich F, hier mit vorherrschend *Ampullina* bis zu kleinen *Radiolites*-Kolonien, (Biofazies A 2) die auf dem vorherrschend weichen Sediment zu siedeln versuchten.

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

Eine fossilfreie, gutsortierte Sandlage kennzeichnet den hochenergetischen, offenen Strand, bzw. Vorstrandbereich. Dies ist der Wendepunkt zu einer neuen rezessiven Abfolge (oberer Teil von b). Der Profilpunkt kam wieder in Bereich einer geschützten Lagune mit zunehmender Verbrackung. Die Biofazies-Bereiche C und D sind mit reichen *Nerinea*- und *Glauconia*-Vergesellschaftungen gut erhalten, während die Fortsetzung in die Biofaziesbereiche E und F durch eine nachfolgende marine Ingression erosiv entfernt wurden. Auf einer groben Schüttung von Schalenbruchstücken (Schuttkalke c) versuchten kleine, zusammengewachsene Gruppen (cluster) von *Hippurites* und *Radiolites* im hochenergetischen Bereich zu siedeln. Die klastischen, terrigenen Schüttungen nahmen an Intensität zu: *Hippurites* wurde durch *Ostrea* ersetzt (Biofaziesbereich A 2). Der folgende Sand (schräggerichtet mit Geröll-Lagen und stark von *Callianassa* zerwühlt) wurde als Strandsand der hochenergetischen Litoral-Zone gedeutet, die bei der nun erneut beginnenden Regression über den Profilpunkt seewärts hinwegwanderte. Dahinter, bzw. zeitlich später, entwickelte sich erneut eine Lagune mit ruhiger, toniger Sedimentation (d) und zunehmender Verbrackung, die über die Bildung einer autochthonen Kohlen-Lage (Biofaziesbereiche E) zu einem oligohalinen Sumpf mit *Unio* führte.

Nach einer deutlichen Erosionslücke begann das Zyklothem e wiederum mit vollmarinen Ablagerungen; zunächst mit einem fossilarmen siltigen Pelit mit Kümmerformen von *Cardium* und *Leda*. Erst mit zunehmenden Sandschüttungen wurde das Leben reicher, dies prägte sich auch in zunehmend starker biogener Zerwühlung aus. Lagenweise ist *Nerinea* angereichert, fast durchweg mit starkem Epökenwuchs (Kalkalgen, *Ostrea,* Bryozoen). Die Sandsteinlagen zeigen durchweg höhere Diversität an marinen Formen, dokumentieren wohl kurze Perioden im marinen Bewegtwasser; hier erreichte *Actaeonella* und *Trochactaeon* hohe Besiedlungsdichten. Mächtige Sandsteine mit Konglomeratlagen weisen wieder auf Umlagerungsvorgänge im Bereich eines Vorstrandes oder einer Strandbarriere hin.

Profil Nachbergalm (Abb. 4):

Lage des Profils:

Nachberggraben, SW Nachbergalm, 1380 m NN; und südl. Seitengräben des Nachberggrabens auf dem Gelände der Ascha-Alm.

Aus einer längeren Profilfolge (Fischer, 1963) wird hier ein typischer Ausschnitt aufgezeigt, der nur Verschiebungen innerhalb des Brackwasser-Bereiches zeigt.

Die vollmarine Fazies (A) fehlt primär, das Meer überwältigte im beschriebenen Abschnitt nicht mehr die Lagune (B—E); der Biotop der *Unio*-Vergesellschaftung (F) dürfte jeweils bei Beginn eines neuen Zyklothems abgetragen worden sein.

Im Zyklothem a waren auf einem schlecht sortierten, sandig-feinkiesigen Sediment die *Radiolites*-Vergesellschaftungen verbreitet. Aus diesem Bereich, mit relativ hohen Strömungsintensitäten, entwickelte sich eine bedeutend ruhigere Sedimentation, mit ausgeprägter Wechselfolge, von Sand/Silt- und Ton/Silt-Lagen. Die Diversität der Fauna nahm rasch zu. Auf sandigem Grund siedelte in größeren Massen *Glauconia,* während auf dem feinkörnigem Sediment dichte Besiedlungen von *Polymesoda* vorlagen. In den obersten Lagen von a trat, konform mit weiterer Verfeinerung des Sedimentes und Zunahme von Pflanzen-Detritus, *Pyrgulifera* in dichter Besiedlung auf.

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

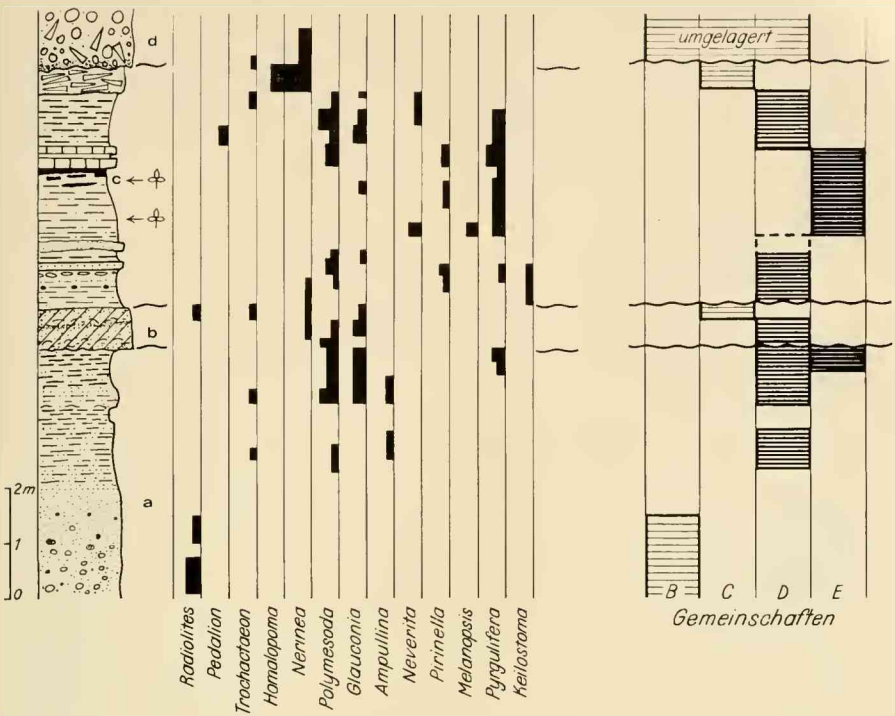


Abb. 4: Ausschnitt aus dem Profil Nachbergalm (Nachberggraben): Semiquantitative Faunenauswertung und Biofazies-Zuordnung einer Brackwasser-Abfolge. Unterbrechungen in den Sukzessionen (Erosions-Lücken) sind durch Wellenlinien gekennzeichnet.

Die Vergesellschaftungen *Polymesoda-Glauconia* (D) und *Pyrgulifera* (F) überlappen sich beträchtlich. Ausnahmsweise herrschten für beide Vergesellschaftungen günstige Boden- und Salinitätsverhältnisse; jedoch fehlte *Melanopsis* und *Pirenella*, die normalerweise zusammen mit *Pyrgulifera* auftraten. Nochmals wiederholten sich kurzfristig (Zyklothem b) Bedingungen mit erhöhter Strömungsintensität in der Lagune (Verlagerung eines Öffnungskanales ?). Im Zusammenhang damit stand eine Erhöhung des Salzgehaltes, so daß *Nerinea*-Besiedlungen in Konkurrenz zur *Glauconia*-Vergesellschaftung traten und schließlich dominierten. Erneut setzte eine fortschreitende Verbrackung (c) ein und auf feingeschichteten, stark bioturbat-verwühlten Silt- und Tonlagen herrschte wieder eine typische *Pyrgulifera*-Vergesellschaftung.

Im Zusammenhang mit einer Zunahme von Pflanzendetritus bildeten sich laminierte Stinkkalke, ohne jedoch Unioniden zu führen; anscheinend gelangte dieser innere Teil einer Lagune mit „marsh"-Absätzen (Rezentvergleich: Monty & Hardie, 1976) nicht bis zur völligen Aussüßung.

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

Schwankende Salzgehalte erlaubten besonders dem Hangenden zu die zeitweise Besiedlung mit mixo- bis euhalinen Formen; wiederum dominierte ein ausgedehntes *Nerinea*-Pflaster, das jedoch nur teilweise erhalten ist.

Im Hangenden folgte ein Aufarbeitungssediment des hochenergetischen Bereiches (d). Die Fossilien aus verschiedenen Ablagerungsbereichen (Vorstrand, innere und äußere Lagune) wurden hier zu Schillbänken angereichert oder mit Geröll-Lagen vermischt. Eine neuerliche Ingression hatte wohl beträchtliche Teile der bereits abgelagerten Regressions-Abfolge wieder aufgearbeitet.

Profil Zöttbachalm (Abb. 5):

Lage des Profils:
Zöttbachalm: Gräben SW der Moorwiesen gegen Roßkopf.

Im Gesamtprofil wurden 17 Teil-Zyklotheme festgestellt, die sich z. T. in benachbarte, östliche Gräben verfolgen lassen. Hier wird nur exemplarisch ein Teilstück (unterster, aufgeschlossener Teil des westlichsten Grabens) mit 8 typischen Teilzyklen dargestellt:

Im untersten Abschnitt (a) trat eine *Polymesoda-Glauconia*-Vergesellschaftung im schlecht sortierten Sediment (sandig/tonig, mit eingeschalteten Feinkieslagen) auf. Die Fauna zeigte eine hohe Diversität. Mit wechselnden Energieintensitäten, wie es sich im Sediment ausdrückt, muß eine zeitweise Zufuhr von Salzwasser verbunden gewesen sein, denn die Fauna zeigt autochthone Vertreter aus dem vollmarinen Bereich *(Radiolites, Perna, Pedalion, Fusus)*. Im Erosionsniveau zwischen Zyklothem a und b wurde eine Lage Schwemmkohle abgesetzt.

Der Abschnitt b ist zweigeteilt. Wenn die Faunen auch dichtgedrängt und z. T. durch Bioturbation vermischt wurden, läßt sich die Tendenz von einem marin beeinflußten Vorstrand-Bereich bis zu Verbrackung in ruhigen Lagunen nachzeichnen. Die sehr hohe Diversität dieser autochthonen Mischvergesellschaftungen erklärt sich aus dem wohl temporär rasch wechselnden Salzgehalt dieses Lebensraumes. Vollmarine Mollusken wie *Cucullaea, Radiolites, Inoceramus* kommen mit Brackwasserformen wie *Arcisa, Pirenella* vor (vgl. MERTIN, 1939). Die primär wohl nur dünnen, aber zeitlich getrennten Besiedlungen wurden weiterhin durch Bioturbation vermischt. EVANS (1965) gibt in einer Rezentuntersuchung über Küstenlagunen in England eine Vorstellung von der Vielfalt der Bioturbation im „intertidal"-Bereich von Lagunen („outer higher mudflat", l. c., Taf. 17, Fig. 5; „inner sand flat", l. c., Taf. 18, Fig. 10, 12). Die Sedimentstrukturen aus dem Zöttbachprofil zeigen sehr große Ähnlichkeit und werden ökologisch korreliert.

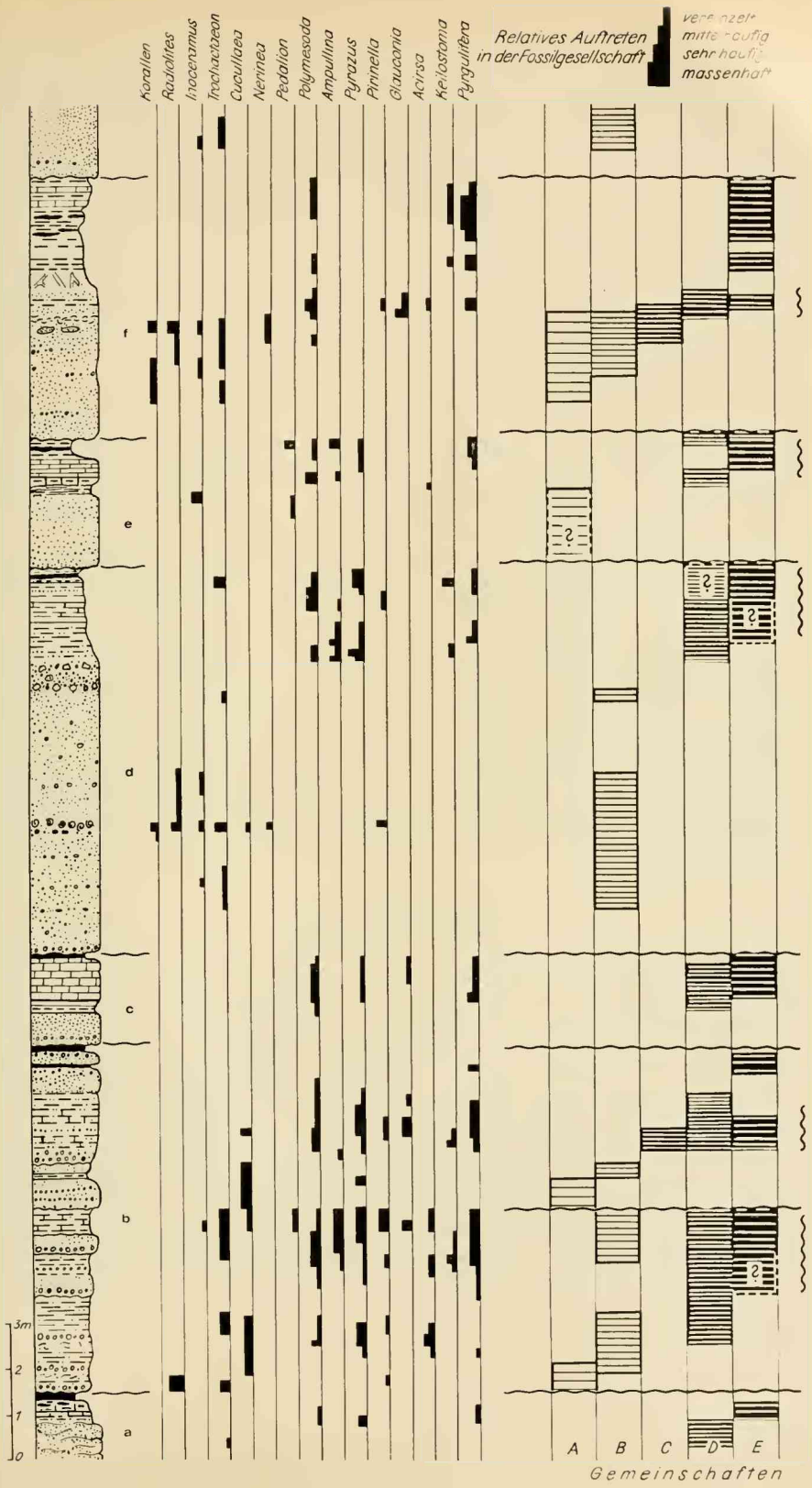
Der Teilzyklus c dokumentiert direkt über einem ausgewaschenen, fossilfreien Strandsand Sedimente einer ruhigen Lagune im Übergang zum ausgesüßten Sumpf ohne Umlagerung. Den Abschluß bildete der feinlamellierte Stinkkalk mit Algen-

---

Abb. 5: Ausschnitt aus dem Profil Zöttbachgraben (unterer Teil): Semiquantitative Faunenauswertung und Zuordnung zu Fossil-Vergesellschaftungen. Die einzelnen Sukzessionen (a—f) dokumentieren meist nur die rezessive Abfolge A bis E. Der transgressive Hemizyklus ist nicht dokumentiert; im Lithoprofil durch Hinweise auf Erosion oder Aufarbeitung kenntlich (Wellenlinien).

Zöttbachalm

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



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at
Lagen („cryptalgal fabrics"). Wieder markiert eine Schwemmkohle das Fehlen eines Transgressionastes.

Mit scharfer Grenze beginnt Zyklothem d mit besonders mächtigen, gutsortierten, z. T. feingeschichteten, z. T. schräggerichteten Sanden (SCHULZ, 1952: „Serpentin-Sande"); die Sedimentgefüge entsprechen den Gefügen im rezenten hochenergetischen Vorstrand- und Strandbereich (REINECK, 1971). Die normalerweise sich in der Biofazies-Abfolge anschließende Besiedlung der äußeren Lagunenflächen mit *Nerinea*, schien hier primär zu fehlen; erklärlich nur durch den sehr raschen Übergang in eine ruhige, abgeschlossene und rasch aussüßende Lagune hinter dem Strandwall. Die reichen Vergesellschaftungen wurden von *Pyrgulifera, Polymesoda, Pyrazus, Keilostoma* beherrscht. Die völlige Aussüßung ist nicht erhalten, bzw. wurde nicht abgelagert. Die Lagune wurde abermals vom vollmarinen Bereich überwältigt, der zunächst erosiv wirkte.

Das neue Zyklothem begann wieder mit gutsortierten, z. T. groben Vorstrand-Sedimenten. Obwohl vereinzelt kleine Stockkorallen (*Astrocoenia*-Gruppe) und *Radiolites* auf gröberen Geröllen und Schalenresten siedelten, gelang keine Befestigung des Sedimentes in Richtung einer Hippuriten-Korallen Fazies: die klastischen Sediment-Schüttungen waren zu stark. Innerhalb von 1 m Sediment vollzieht sich der dokumentierte Übergang von Vergesellschaftung B bis E zunächst mit mannigfachen Anzeichen von Bioturbation, die aber dem Hangenden zu abnimmt, bis zu feinlamellierten Stinkkalken mit unzerstörter Feinschichtung. Diese Kalke zeigen stellenweise ehemalige Trockenrisse und Aufwölbungen (Gasbildung unter Algenmatten, vgl. SCHWARZ, EINSELE & HERM 1975; KINSMAN & PARK 1976).

Das Zyklothem f begann mit einem hochmarinen Biotop mit häufig Korallen, aber ohne Hippuriten. Die dichte Drängung der Fossilvergesellschaftung B bis D auf nur ca. 1 m Sediment ist weitgehend durch intensive vertikale bioturbate Durchmischung verursacht. Der autochthone Ablagerungsbereich der Vergesellschaftung E ist weniger zerwühlt. Phytaldetritus in Linsen und in cm-mächtigen Lagen wurde von einer gutgebankten Stinkkalk-Fazies überlagert. *Pyrgulifera*-reiche Horizonte wechselten mit laminoiden, feingeschichteten Algenkalken ab. Der limnische Sumpf mit *Unio* fehlt. Mit deutlicher Erosionsdiskordanz setzte erneut mariner Sand mit Trochactaeon ein.

Schlußfolgerungen

Einer der größten Unsicherheitsquellen bei palökologischen oder paläogeographischen Rekonstruktionen sind die verborgenen und im Sediment fast unsichtbaren Dokumentationslücken.

Die Wanderungstendenz einer Küstenlinie, bzw. eines breiten Bandes von enggekoppelten Faziesmustern aus dem Küstenbereich, über ein definiertes Vertikal-Profil hinweg, ist von größter Bedeutung für die Interpretation des Gesamt-Bewegungsablaufes, insbesondere für die Beurteilung des Zusammenspieles von Meeresspiegelschwankungen und Sedimentauffüllung bzw. -abtrag (CURRAY, 1964, S. 177). Die Faktoren, die Transgressionen und Regressionen — neutral Küstenlinienverschiebungen — beeinflussen, sind mannigfaltig. Die Aufgabe der Palökologie ist es geschlossene Abfolgen von sich normalerweise lateral bzw. vertikal berührenden Biofaziesbereichen zu rekonstruieren. Bei sprunghaftem Wechsel von solchen Biofaziesbereichen innerhalb der Profile, kann auf Dokumentationslücken hingewiesen

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

werden. Im transgressiven Ast eines Zyklothems herrschten mehr Dokumentationslücken als in den regressiven Abfolgen.

Der hochenergetische Vorstrand- und Strandbereich besitzt ein geringes Fossilisationspotential; nur ausnahmsweise sind größere Strandbereiche erhalten geblieben; im normalen Regime der stark richtungs- und intensitätswechselnden Wasserströme wird nur ein Bruchteil des ablaufenden Sedimentationsgeschehens endgültig im Sediment fixiert (Reineck, 1960, S. 159).

Der bei einer Transgression landwärts vorrückende „Strandstreifen" in der hochenergetischen Litoralzone wirkt meist erosiv auf landwärts gelegene, ältere Lagunensedimente ein als Folge von Kompaktionsunterschiede der Sedimente (Lagune — Strand). Dieses Phänomen der „erosional transgression" (Curray, 1964, S. 200) kann auch noch bei sonst allgemeiner Meeresspiegelsenkung beobachtet werden. In den Profilfolgen werden sich durch Erosion gekappte Regressionsfolgen wiederholen.

Beim Vorgang einer erosiven Transgression werden meist keine, oder nur sehr grobe Basissedimente dokumentiert (vgl.: Pinot, 1965, S. 164: selektive Anreicherung von groben Geröllen unter einer Regressionsfolge: Tyrrhenien III, N-Frankreich; oder Herm, 1969, S. 54: marine Regressionsfolgen liegen direkt auf den durch die Transgression ausgewaschenen Altpleistozän-Terrassen/Mittelchile).

Komplette Transgressionsfolgen können im Falle einer starken, lokalen Subsidenz des Küstenstreifens oder morphologisch-hydrographische Verschiebungen erhalten bleiben (Curray, 1964); sie stellen aber die Ausnahme dar.

Die Flachwasserablagerungen der Gosau im nördlichen Teilbecken von Brandenberg sind durch mehrfaches Oszillieren des Litoral-Streifens von einer offenen Küste, über Strand, äußere und innere Lagune bis zu einem ausgesüßten Sumpf entstanden. Der rezessive Ast solcher relativen Küstenlinien-Verschiebungen ist meist gut dokumentiert, nur vertikal durch Bioturbation vermischt. Der limnische Scheitel (Biofaziesbereich F) wurde wohl meist abgelagert, aber durch eine folgende erosive Transgressionsphase wieder entfernt; oft zeugt davon nur eine dünne Schwemmkohlen-Lage, in der die widerstandsfähigsten Phytalreste zurückblieben. Während die Küstenlinie seewärts wanderte, wurde hinter dem eigentlichen Strandwall bei mäßiger Subsidenz sedimentiert. Die Sedimentation konnte durch hohes Angebot an klastischem Material mit der Absenkung Schritt halten.

Die landwärtigen Verschiebungen der Küstenlinie (transgressives Geschehen) erfolgten vermutlich schneller, wohl durch ruckartige, tektonische Senkungen ausgelöst. Internmorphologie und Hydrographie der Lagunen bewirkte selbst bei gleichlaufendem Gesamtvorgang (z. B. Transgression) in eng benachbartem Bereiche unterschiedliche Auswirkungen, einerseits Erosion oder andererseits Sedimentation. Eine Korrelation von einzelnen Schichtgliedern oder auch Serien aus diesen Regressions-Abfolgen im Hinblick auf ein synchrones Geschehen ist aus diesen prinzipiellen Gründen nicht möglich.

Allen Profil-Abfolgen in der Brandenberger Regressions-Gosau ist jedoch, trotz oft zahlreicher mariner Ingressions-Unterbrechungen, die Tendenz zur Verringerung der Vielfalt mariner Biotope gemeinsam. Dies drückt sich im einzelnen, dem Hangenden zu, wie folgt aus:

* Zurücktreten zunächst der Hippuritenriff-Fazies, im weiteren Verlauf auch der *Actaeonella*-Sande;
* Zurücktreten und schließlich Fehlen der Ammoniten-Einschwemmungen;

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

* Reduktion der Diversität bei den Foraminiferen-Vergesellschaftungen (*Miliammina*-Milioliden Verg.);
* Als marines Endglied erscheinen in den hangenden Oszillationen nur noch Einschwemmungen von sterilen Strandsanden.
* Zunahme der Stinkkalkfazies.

Mit dieser, mehrfach unterbrochenen und insgesamt lückenhaften Regressionsfolge, die lokal beträchtliche Sedimentationsraten zeigte (Gesamtfolge über 120 m Mächtigkeit: nach SCHENK, 1970), wird das nördliche Brandenberger Becken bereits wieder im Ober-Santonium aus der marinen Gosau-Sedimentation herausgenommen und wird zum synorogenen Abtragungsgebiet.

Schriftenverzeichnis

AITKEN, J. D. (1967): Classification and environmental significance of cryptalgal limestones and dolomites from the Cambrian and Ordovician of Southwestern Alberta. — Journ. sediment. Petrol., **37**: 1163—1178; Tulsa.

AMPFERER, O. (1921): Über die kohleführenden Gosauschichten des Brandenberger- und Thierseertales in Tirol. — Jb. Geol. Staatsanst., **71** (1921): 149—158, 5 Abb.; Wien.

AMPFERER, O. & OHNESORGE, TH. (1909): Über exotische Gerölle in der Gosau und verwandten Ablagerungen der tirolischen Nordalpen. — Jb. Geol. Reichsanst., **59**, (2): 289—332, 27 Abb.; Wien.

BÖGER, H. (1964): Palökologische Untersuchungen an Cyclothemen im Ruhrkarbon. — Paläont. Z., **38**, (3/4): 142—157, 11 Abb.; Stuttgart.

BÖGER, H. (1966): Die marinen Niveaus über den Flözen Schieferbank und Sarnsbank (Grenze Namur C — Westfal A) im Ruhrgebiet. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **13**, (1): 1—38, 3 Taf., 17 Abb., Krefeld.

BÖGER, H. (1970a): Bildung und Gebrauch von Begriffen in der Paläoökologie. — Lethaia, **3**: 243—269; Oslo.

BÖGER, H. (1970b): Paläoökologische Aspekte der Sedimentologie. — Verh. Geol. Bundesanst., 1970, (4): 532—544, 3 Abb.; Wien.

BOUCOT, A. J. (1953): Life and death assemblages among fossils. — Amer. Journ. Sci., **251**: 25—40, 11 Abb.; New Haven.

BUTT, A. A. (1976): A comparative study of the depositional environments of the Upper Cretaceous rocks in the north part of the Eastern Alps. — 130 S., 28 Abb., 9 Tab., 19 Taf., Diss. Univ. Tübingen, Fachber. Erdwiss.; Tübingen.

CASPERS, H. (1967): Estuaries: Analysis of Definitions and Biological Considerations. — In: LAUFF, G. H. (Edit.): Estuaries. — Publ. Amer. Assoc. Adv. Sci. **83**: 6—8; Washington.

CRAIG, G. Y. & HALLAM, A. (1963): Size-frequency and growthing analyses of *Mytilus edulis* and *Cardium edule*, and their palaeoecological significance. — Palaeontology, **6**: 731—750, 10 Abb.; London.

CURRAY, J. R. (1964): Transgressions and Regressions. — In: MILLER, R. L. (Edit.): Papers in Marine Geology: Shepard Commemorative Volume: 175—203, 10 Abb.; New York (Macmillan).

DICKINSON, K. A., BERRYHILL, H. L. & HOLMES, C. W. (1972): Criteria for recognizing ancient barrier coast-lines. — In: Recognition of ancient sedimentary environments. Spec. Publ. Soc. Econom. Paleont. Mineral., **16**: 192—214, 14 Abb.; Tulsa.

DÖRJES, J. (1971): Der Golf von Gaeta (Tyrrhenisches Meer). IV. Das Makrobenthos und seine küstenparallele Zonierung. — Senck. marit., **3**: 203—246, 15 Abb., 1 Taf., 4 Tab.; Frankfurt.

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

Dörjes, J., Gadow, S., Reineck, H.-E. & Singh, I. B. (1970): Sedimentologie und Makrobenthos der Nordergründe und der Außenjade (Nordsee). — Senck. marit., 2: 31—59, 3 Tab.; Frankfurt.

Dörjes, J. & Hertweck, G. (1975): Recent biocoenoses and ichnocoenoses in shallow-water marine environments. — In: Frey, R. W.: Trace Fossils: 459—491, 7 figs.; New York (Springer).

Elouard, P. (1973): Ecologie des mollusques de la Lagune de Fadioute (Senegal) et de son homologue fossile de Mbodiene (5500 ans avant nos jours). — Haliotis, Publ. Coll. Soc. franc. Malacologie; Lyon.

Evans, G. (1965): Intertidal flat sediments and their environments of deposition in the wash. — Quart. Journ. Geol. Soc. Lond., 121: 209—245, 9 Abb., Taf. 16—20; London.

Fabre-Taxy, S. (1951): Faunes lagunaires et continentales du Crétacé supérieur de Provence. II. Le Campanien fluviolacustre. — Ann Paléont. 37: 84—122, 2 Taf.; Paris.

Fiege, K. (1952): Sedimentationszyklen und Epirogenese. — Z. deutsch. Geol. Ges., 103: 17—22; Hannover.

Fiege, K. (1964): Die Biotope des Oberkarbons zwischen Südbelgien und Westfalen. — 5. Congr. Int. Strat. Géol. Carbonifère, Paris, 1: 399—414, 4 Tab., Paris.

Fischer, P. (1963): Geologisch-Paläontologische Untersuchungen im Gosaubecken von Brandenberg in Tirol. — Unveröff. Dipl.-Arb. Inst. Paläont. Univ.; München.

Fischer, P. (1964): Geologisch-mikropaläontologische Untersuchungen in der Unteren Gosau von Brandenberg in Tirol. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 4: 127 bis 144, 2 Abb.; München.

Folk, R. L. (1962): Spectral subdivision of limestone types. — In: Ham, W. E. (Edit.): Classification of carbonate rocks. — Amer. Ass. Petrol. Geol., Mem. 1: 62—84, 7 Abb., 1 Taf.; Tulsa.

Fuchs, A. (1944): Untersuchungen am tektonischen Gefüge der Tiroler Alpen II (Kalkalpen Achensee — Kaisergebirge). — N. Jb. Min. Geol. Paläont., Abh., A, 88: 337 bis 373, 29 Abb., 3 Taf.; Stuttgart.

Herm, D. (1969): Marines Pliozän und Pleistozän in Nord- und Mittel-Chile unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung der Mollusken-Faunen. — Zitteliana, 2: 159, 47 Abb., 18 Taf.; München.

Herm, D. (1974): Sedimentationszyklen und Extrembiotope in der Mittleren Gosau im Becken von Brandenberg/Tirol. — Nachr. Dt. Geol. Ges., 9: 141—143, 1 Abb.; Hannover.

Herm, D. & Schenk, V. (1971): Parasitäre Epökie von *Radiolites* auf *Trochactaeon*. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh. 1971 (6): 324—339, 5 Abb.; Stuttgart.

Hertweck, G. (1971): Der Golf von Gaeta (Tyrrhenisches Meer). — V. Abfolge der Biofaziesbereiche in den Vorstrand- und Schelfsedimenten. — Senck. marit., 3: 247 bis 276, 3 figs., 1 tab.; Frankfurt a. M.

Hertweck, G. (1972): Georgia Coastal Region, Sapelo Island, U.S.A.: Sedimentology and Biology. V. Distribution and Environmental Significance of Lebensspuren and in-situ Skeletal Remains. — Senck. marit., 4: 125—167, 14 figs., 2 tabs., 4 pls.; Frankfurt.

Hertweck, G. (1973): Der Golf von Gaeta (Tyrrhenisches Meer). VI. Lebensspuren einiger Bodenbewohner und Ichnofaziesbereiche. — Senck. marit., 5: 179—197, 3 Abb., 3 Taf., Frankfurt.

Howard, J. D. (1972): Recognizing shorelines in stratigraphic record. — In: Recognition of ancient sedimentary environments, Spec. Publ. Soc. Econom., Paleont. Mineral., 16: 215—225, 6 Abb.; Tulsa.

Jessen, W., Kremp, G. & Michelau, P. (1952): Gesteinsrhythmen und Faunenzyklen des Ruhrkarbons und ihre Ursachen. — C. R. Troisième Congr. Étud. Stratigr. Géol. Carbonifère, Heerlen, 1951, I.: 289—294, 5 Abb.; Maestricht.

Johnson, R. G. (1960): Models and Methods for Analysis of the Mode of Formation of Fossil Assemblages. — Bull. Geol. Soc. Amer., 71: 1075—1086, 2 Abb., 2 Tab., New York.

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

Kauffman, E. G. (1974): Cretaceous assemblages, communities and associations: Western Interior United States and Carribean Islands: Principles of benthic community analysis. — Sedimenta, 4 (Comp. Sed. Lab. Univ. Miami): 12.1—12.27, 11 Abb.; Miami.

Kauffman, E. G. & Scott, R. W. (1976): Basic Concepts of Community Ecology and Paleoecology. — 28 S., 4 Abb., In: Scott, R. W. & West, R. (Edits.): Structure and Classification of Paleocommunities; Stroudsburg, Pa., (Dowden, Hutchins., Ross Inc. Pub.).

Kinsman, D. J. J. & Park, R. K. (1976): Algal belt and coastal sabkha evolution, Trucial Coast, Persian Gulf. — In: Walter, M. R. (Edit.): Stromatolites. — Develop. Sediment., 20: 421—433, 11 Abb.; Amsterdam (Elsevier).

Kollmann, H. A. (1965): Actaeonellen (Gastropoda) aus der ostalpinen Oberkreide. — Ann. Naturhistor. Mus. Wien, 68: 243—263, 2 Abb., 4 Taf.; Wien.

Kollmann, H. A. (1967): Die Gattung *Trochactaeon* in der ostalpinen Oberkreide. Zur Phylogenie der Actaeonellidae. — Ann. Naturhist. Mus. Wien, 71: 199—261, 7 Abb., 9 Taf.; Wien.

Kullmann, J. & Schönenberg, R. (1975): Geodynamische und paläoökologische Entwicklung im Kantabrischen Variszikum. (Nordspanien). — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1975: 151—166, 2 Abb.; Stuttgart.

Lombard, A. (1952): Rhythmes sédimentaires et cyclothèmes dans le cadre de la sédimentation générale. — 3. Congr. Int. Strat. Géol. Carbonifère, Heerlen, 2: 415—421, 4 Abb.; Maestricht.

McCave, I. N. (1973): The Sedimentology of a Transgression: Portland Point and Cooksbury Members (Middle Devonian), New York State. — Journ. sediment. Petrol., 43 (2): 484—504, 18 Abb.; Tulsa.

McKee, E. D. (1964): Inorganic sedimentary structures. — In: Imbrie, J. & Newell, N. D. (Edits.): Approaches to Palecology: 275—295, 6 figs.; New York (J. Wiley).

Mertin, H. (1939): Über Brackwasserbildungen in der Oberen Kreide des nördlichen Harzvorlandes. — Nova Acta Leopold., N. F., 7: 141—263, 18 Abb., 9 Taf.; Halle.

Monty, C. L. V. (1976): The origin and development of cryptalgal fabrics. — In: Walter, M. R. (Edit.): Stromatolites, Develop. Sedimentol., 20: 193—249, 36 Abb.; Amsterdam.

Monty, C. L. V. & Hardie, L. A. (1976): The geological significance of the freshwater blue-green algal calcareous marsh. — In: Walter, M. R. (Edit.): Stromatolites. — Develop. Sediment. 20: 447—477, 16 Abb., Amsterdam (Elsevier).

Oberhauser, R. (1963): Die Kreide im Ostalpenraum Österreichs in mikropaläontologischer Sicht. — Jb. Geol. B.-A., 106: 1—88, 2 Abb., 1 Tab., 1 Karte; Wien.

Oberhauser, R. (1968): Beiträge zur Kenntnis der Tektonik und der Paläogeographie während der Oberkreide und dem Paläogen im Ostalpenraum. — Jb. Geol. B. A., 111: 115—145, 2 Abb., 2 Taf.; Wien.

Olson, E. C. (1957): Size-frequency distributions in samples of extinct organism. — J. Geol., 65: 309—333, 17 Abb.; Chicago.

Parker, R. H. (1975): The Study of Benthic Communities; — a Model and a Review. — Elsevier Oceanogr. Ser., 9: 279 ps., 92 figs., 13 tabs.; Amsterdam (Elsevier).

Pinot, J. P. (1965): La migration des galets à l'intérieur des plages de sable. Exemple de la plage de Tresmeur (Trébeurden, Côtes-du-Nord), et application à l'interprétation des coupes de plages anciennes. — C. R. somm. Soc. géol. France, 1965 (5): 164—165, Paris.

Plumley, W. J., Risley, G. A., Graves, R. W. & Kaley, M. E. (1962): Energy index for limestome interpretation and classification. — In: Ham, W. E. (Edit.): Classification of carbonate rocks. — Amer. Ass. Petrol. Geol., Mem. 1: 85—107, 5 Abb., 5 Taf.; Tulsa.

Reineck, H.-E. (1960): Über Zeitlücken in rezenten Flachseesedimenten. — Geol. Rdsch., 49: 149—161; Stuttgart.

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

Reineck, H.-E. (1971): Der Küstensand. — Natur u. Mus., 101: 45—60, 15 Abb.; Frankfurt/M.

Reineck, H.-E. (1976): Primärgefüge, Bioturbation und Makrofauna als Indikatoren des Sandversatzes im Seegebiet vor Norderney (Nordsee). I. Zonierung von Primärgefügen und Bioturbation. — Senck. marit., 8 (4/6): 155—169, 1 Taf., 3 Abb.; Frankfurt/M.

Reineck, H.-E., Dörjes, J., Gadow, S. & Hertweck, G. (1968): Sedimentologie, Faunenzonierung und Faziesabfolge vor der Ostküste der inneren Deutschen Bucht. — Senck. leth., 49 (4): 261—309, 16 Abb., 2 Taf., 2 Tab.; Frankfurt/M.

Reineck, H.-E., Gutmann, W. F. & Hertweck, G. (1967): Das Schlickgebiet südlich Helgoland als Beispiel rezenter Schelfablagerungen. — Senck. leth., 48 (3/4): 219—275, 12 Abb., 2 Tab., 7 Taf.; Frankfurt/M.

Reineck, H.-E. & Singh, I. B. (1971): Der Golf von Gaeta (Tyrrhenisches Meer). III. Die Gefüge von Vorstrand- und Schelfsedimenten. — Senckenb. marit., 3: 185—201, 3 figs., 4 pls., 2 tabs.; Frankfurt/M.

Reineck, H.-E. et al. (1970): Das Watt (Ablagerungs- und Lebensraum). — Senckenberg-Buch, 50, 142 S., 75 Abb.; Frankfurt/M. (W. Kramer).

Richards, R. P. & Bambach, R. K. (1975): Populations dynamic of some Paleozoic Brachiopods and their palaeocological significance. — Journ. Paleont., 49 (5): 775—798, 19 Abb.; Tulsa.

Rutten, M. G. (1952): Rhythm in sedimentation and in erosion. — C. R. Troisième Congr. Étud. Stratigr. Géol. Carbonifère, Heerlen, 1951, II: 529—537, 7 Abb., Maestricht.

Sanders, H. L. (1958): Benthic Studies in Buzzards Bay. 1. Animal-Sediment Relationships. — Limnol. Oceanogr., 3 (3): 247—258, 5 Abb.; New York.

Sanders, H. L. (1968): Marine Benthic Diversity: A Comparative Study. — Amer. Naturalist, 102 (925): 243—282, 18 Abb.; New Haven.

Schenk, V. (1970): Zur Gastropodenfauna und Biofazies der mittleren Gosau (O. Kreide) von Brandenberg in Tirol. — 197 S., 20 Abb., 3 Taf.; Fotodruck München (Verlag L. Janikowski).

Schenk, V. (1972): Zur Regressionsfazies (Biofazies und Ökologie) der Mittleren Gosau von Brandenberg/Tirol. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh. 1972: 236—256, 3 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.

Schulz, O. (1972): Neue Beiträge zur Geologie der Gosauschichten des Brandenberger Tales (Tirol). — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 95 (1): 1—98, 10 Abb., 5 Taf., 2 Tab., 1 Karte, Stuttgart.

Stanley, S. M. (1970): Relation of shell form to life habits in the Bivalve Mollusca. — Mem. Geol. Soc. Amer., 125, 296 pgs., 47 figs., 40 pls., New York.

Thorson, G. (1957): Bottom Communities. — Mem. Geol. Soc. Amer., 67 (1): 461—534, 20 figs.; New York.

Tollmann, A. (1976): Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. Stratigraphie, Fauna und Fazies der Nördlichen Kalkalpen. — XV, 580 S., 256 Abb., 3 Taf.; Wien (Deuticke).

Walker, R. K. & Alberstadt, L. P. (1975): Ecological succession as an aspect of structure in fossil communities. — Paleobiology, 1 (3): 238—257, 7 Abb., 3 Tab.; Chicago.

Walker, K. R. & Bambach, R. K. (1974): Analysis of Communities. — Sedimenta IV., 20 S., 11 Abb., 3 Tab.; Miami.

Warme, J. E. (1971): Paleoecological aspects of a modern coastal lagoon. — Univ. Calif. Publ. Geol. Sciences, 87, 112 ps., 10 pls., 8 figs., 10 tabs.; Berkeley.

Zapfe, H. (1937): Paläobiologische Untersuchungen an Hippuritenvorkommen der vordalpinen Gosauschichten. — Verh. Zool. Bot. Ges. Wien, 86/87: 73—124, 10 Abb.; Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1977

Band/Volume: 17

Autor(en)/Author(s): Herm Dietrich

Artikel/Article: Zyklische Regressions-Sedimentation und Fossil-Vergesellschaftungen in der Gosau (Santonium) von Brandenberg/Tirol 257-277