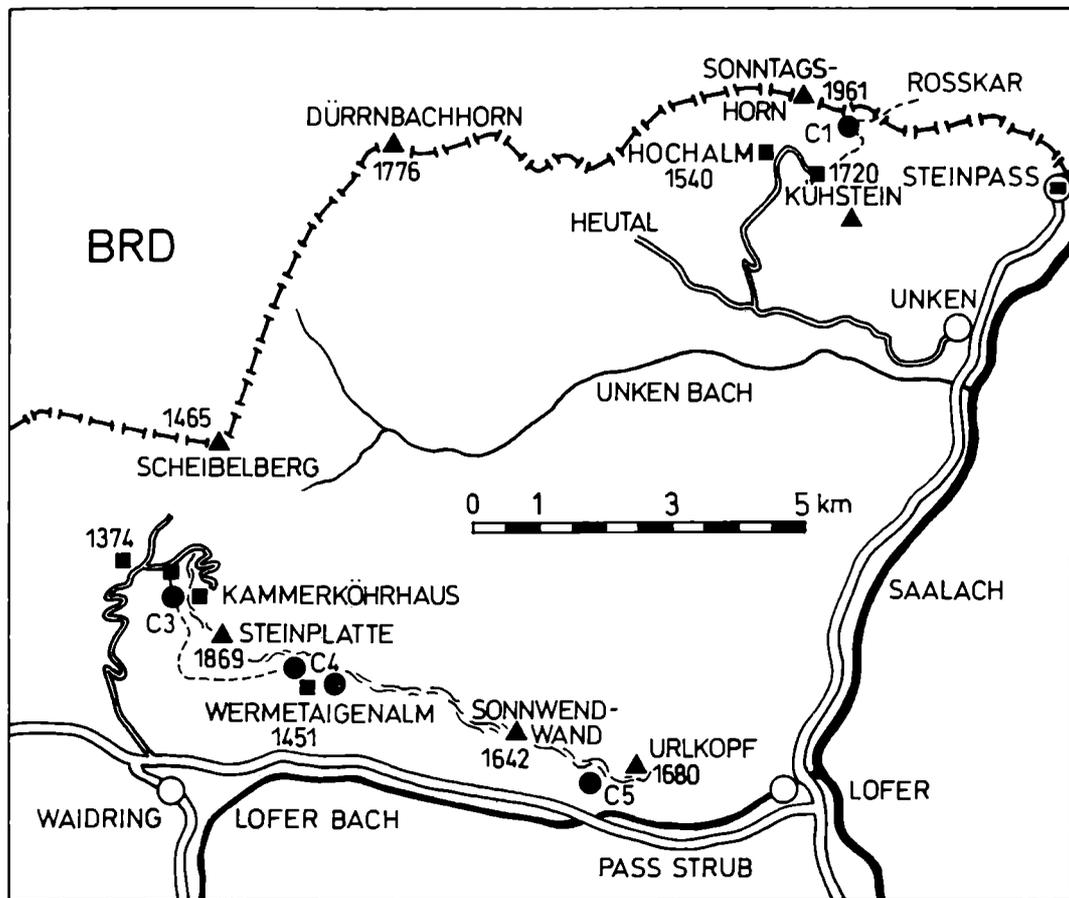


# Becken und Riffe der alpinen Obertrias

## Lithostratigraphie und Biofazies der Kössener Formation



Karte der Exkursionspunkte

**Reinhard Golebiowski**

Mit 13 Abbildungen (Abb. 35–47)

## Inhalt

	Seite
Einleitung .....	81
Lithostratigraphische Gliederung der Kössener Formation .....	82
Exkursionspunkte	
C/1: Hochalm .....	85
C/2: Steinbruch Eiberg .....	88
Bivalvenbiofazies-Zonierung .....	90
Brachiopoden-Ökostratigraphie .....	101
Biofazielle Gliederung der Kössener Formation .....	104
C/3–C/5: Steinplattegebiet .....	106
Die Verzahnung der Kössener Formation mit der Dachsteinkalk- Plattform .....	108
Paläogeographisches Modell .....	111
Empfohlene Exkursionsroute .....	114
Literatur .....	114

Anschrift des Autors:  
 Dr. Reinhard Golebiowski  
 Institut für Paläontologie  
 Universität Wien  
 Universitätsstraße 7/II  
 A-1010 Wien

# Becken und Riffe der alpinen Obertrias Lithostratigraphie und Biofazies der Kössener Formation

## Einleitung

Ca. 210 Millionen Jahre nach der Ablagerung der Kössener Formation, im Jahre 1828 war Leopold v. BUCH der Erste, der von dunklen Kalken mit *Avicula* und *Gervillia* aus dem Tegernseegebiet in Bayern berichtete ohne zu ahnen, daß er damit die erste Mitteilung über ein weitverbreitetes, bedeutendes Schichtglied der alpinen Obertrias gegeben hatte.

1843 beschreibt PORTLOCK aus Irland eine „*Avicula*“ (= *Rhaetavicula contorta*), nach der die Contorta-Zone und die Contorta-Schichten in Westeuropa benannt wurden; ein Begriff der heute noch in der angloamerikanischen Literatur gebräuchlich ist. Am 2. Juni 1846 beschreibt v. HAUER aus Weingärten südlich von Wien eine „glatte Terebratula“, Limen-Arten und „Koralenstöcke, dem Geschlecht Lithodendron zugehörig“. Dies waren die ersten Angaben über Fossilien der Kössener Formation in Österreich.

Mit der beginnenden Arbeit der k.k. geologischen Reichsanstalt, 1850 entsteht in den darauffolgenden zwei Jahrzehnten eine Lawine von Publikationen über die „Kössener Schichten“, so benannt von SUESS (1852), und ihren Fossilinhalt in den Nördlichen Kalkalpen, den Südalpen (z. B. STOPPANI, 1857, 1860–65) und den Karpaten (z. B. STACHE, 1864, STUR, 1860). Alle diese historischen Daten sind bei SUESS (1854), DITTMAR (1864) und STUR (1871) detailreich nachzulesen.

Bereits 1856 erkannten OPPEL & SUESS, wie auch später WINKLER (1859, 1861) die faunistischen und stratigraphischen Parallelen der Kössener Formation zu den epikontinentalen Ablagerungen des oberen Keupers („Grenzschichten“) in Deutschland, Frankreich und England.

Um den Streit über die stratigraphische Zugehörigkeit der Contorta-Schichten oder der „Kössener Schichten“ zu beenden, erstellt GÜMBEL (1859) eine eigene „rhätische Formation“ zwischen der „Trias- und der Liasformation“.

Über hundert Jahre später bricht wieder eine heftige Diskussion über die rhätische Stufe aus. TOZER (1967) greift in Amerika die seit KITTL (1903) existierende, ungelöste Frage auf, ob das Rhät eine eigene Stufe sei, oder nur eine zeitgleiche Fazies des oberen Nor; und entzieht dem Rhät die Berechtigung als eigene Stufe der Obertrias.

Auf der Suche nach stratigraphischen Fixpunkten in der Kössener Formation entstanden mehrere moderne Publikationen (PEARSON, 1970, 1977, URLICHS, 1972, WIEDMANN, 1973, KOZUR & MOCK, 1974, MORBEY,

1975, MOSTLER et al., 1978, GAZDZICKI et al., 1979, KRYSZTYN, 1980), die sich aber nur mit einer bestimmten Organismengruppe oder einem einzelnen Profil beschäftigen.

Auf Grund der eingeschränkten epikontinentalen Ablagerungsverhältnisse eines Großteiles der Kössener Formation war es nicht möglich mit biostratigraphischen Methoden eine Gliederung des gesamten Schichtgliedes zu erstellen. Hinzu kommt die fazielle Vielgestaltigkeit des Ablagerungsraumes und seiner benachbarten Schichtglieder, die eine Korrelation der einzelnen stratigraphisch, wie geographisch isolierten Daten erschwerte oder verhinderte.

Versuche die stratigraphischen Schwierigkeiten mit einer lithostratigraphischen Gliederung (aufbauend auf lithofazielle Untersuchungen) und einem paläogeographischen Konzept auszugleichen, unternahm FABRICIUS (1966, 1967) in den westlichen Kalkalpen, später KUSS (1983) zwischen Inn und Salzkammergut. Die unterschiedliche fazielle Ausbildung der Kössener Formation verhinderte die Parallelisierung aussagekräftiger Profile und somit eine Deutung der biofaziellen Entwicklung und des Sedimentationsgeschehens.

## **Lithostratigraphische Gliederung der Kössener Formation**

Die Profile **Hochalm**, nördlich Unken (Abb. 36) und Steinbruch **Eiberg**, östlich Kufstein (Abb. 37) demonstrieren die neu erstellte lithofazielle Gliederung und die davon abgeleitete Lithostratigraphie der Kössener Formation in den Nördlichen Kalkalpen. In das lithostratigraphische Grundgerüst können alle bislang bekannten und neuen biostratigraphische Daten eingehängt werden und zu der Rhät-Diskussion beitragen (GOLEBIEWSKI, 1990). Weiters demonstrieren die beiden Lokalitäten die biofazielle Abfolge in Verbindung mit dem Sedimentationsgeschehen. Die Erkenntnisse helfen die stratigraphische, wie paläogeographische Stellung der Kössener Formation vom Obenor bis an die Trias/Jura-Grenze in zumindest einem Großteil der Nördlichen Kalkalpen zu definieren. Alle Exkursionspunkte befinden sich in der tektonischen Einheit des Tirolikums (Staufen-Höllengebirgsdecke).

Zahlreiche neu untersuchte Profile können mit Hilfe von Markerbeds innerhalb des West-Ost streichende Ablagerungsraumes über 200 km parallelisiert werden. Sie bestätigen isochrone Ablagerungsbedingungen und ermöglichen eine lithostratigraphische Gliederung der Kössener Formation in ein liegendes und ein hangendes Member (Abb. 35).

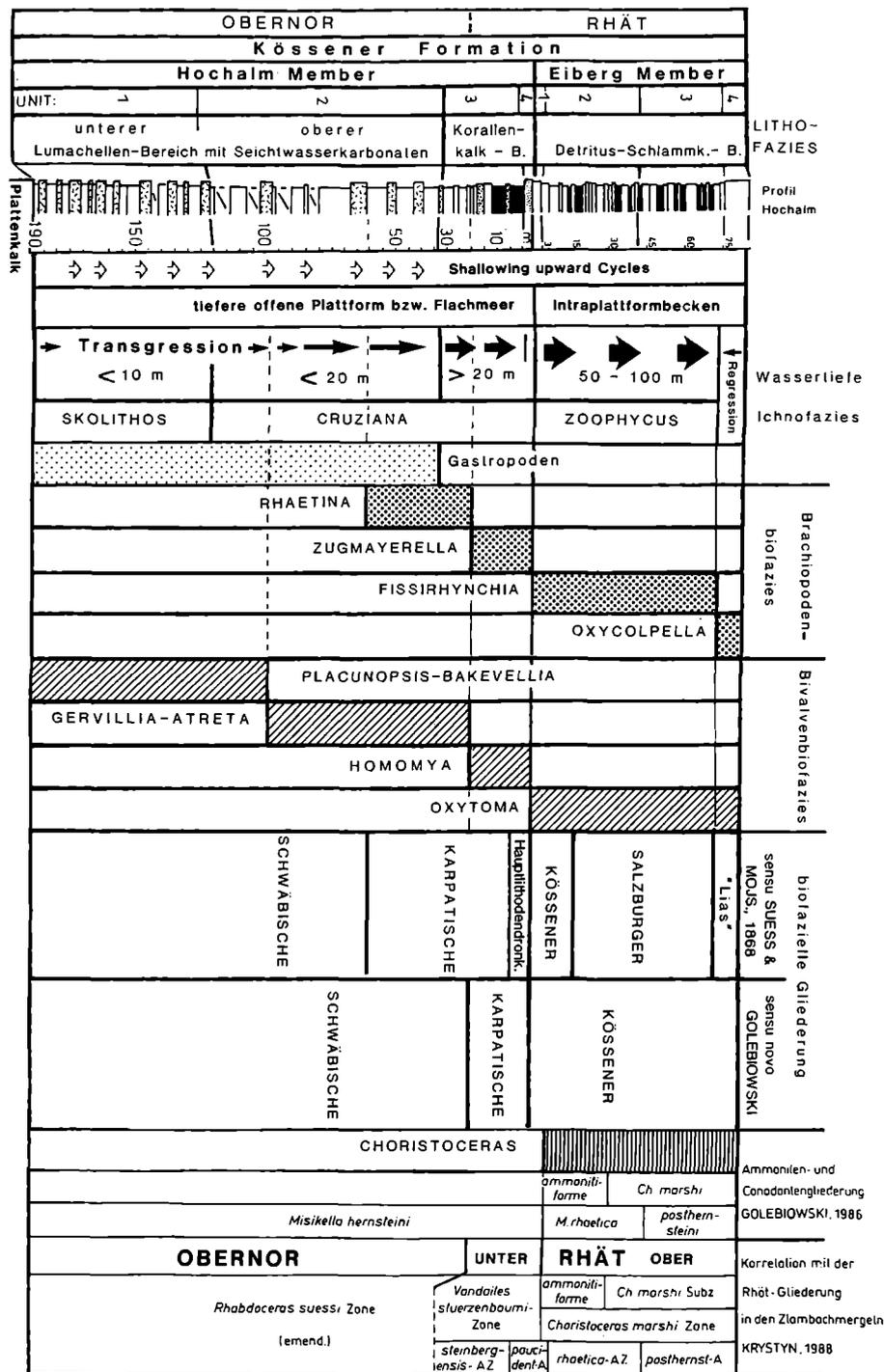


Abb. 35: Lithostratigraphische und biofazielle Gliederung der Kössener Formation am Beispiel Hochalm (C/1).

### 1. Unterer Abschnitt der Kössener Formation:

HOCHALM MEMBER (unterteilbar in 4 Units), litofaziell gegliedert in einen Lumachellen Bereich mit einzelnen Seichtwasserkarbonathorizonten und einen Korallenkalk Bereich mit dem Lithodendronkalk Niveau, dem bedeutendsten Leithorizont.

Liegendgrenze: Hangendgrenze des Plattenkalkes nach der Definition von CZURDA & NICKLAS (1970, S. 231).

Hangendgrenze: Dachbank des Lithodendronkalk Niveaus

Typlokalität: Hochalm, Salzburg.

Das nahezu vollständig aufgeschlossene Profil dokumentiert vortrefflich und stellvertretend für alle anderen Lokalitäten die litho- wie biofazielle Entwicklung der unteren Hälfte der Kössener Formation, inklusive der Grenze zum Plattenkalk im Liegenden und dem Übergang in die Beckenfazies im Hangenden. Das Profil dokumentiert ebenfalls den eindeutigen litho-, wie biofaziellen Wandel im oberen Abschnitt des Hochalm Members. Dieser lithostratigraphisch, wie sequenzstratigraphisch bedeutende, überregionale Marker ist mit der Nor/Rhät-Grenze (sensu GOLEBIEWSKI, 1986 und KRYSZYN, 1988) vergleichbar.

### 2. Oberer Abschnitt der Kössener Formation:

EIBERG MEMBER (unterteilbar in 4 Units), lithofaziell durch den Detritus-Schlammkalk Bereich (Beckenfazies) vertreten.

Liegendgrenze: Dachbank des Lithodendronkalk Niveaus.

Hangendgrenze: Hangendgrenze der Kössener Fm., gleichbedeutend mit der Trias/Jura-Grenze (GOLEBIEWSKI & BRAUNSTEIN, 1988).

Typlokalität: Steinbruch Eiberg, Tirol.

In diesem Profil ist nicht nur die Beckenentwicklung der oberen Hälfte der Kössener Formation, sondern auch das Hochalm Member, Units 3–4 im Liegenden, sowie die Trias/Jura-Grenze im Hangenden charakteristisch ausgebildet. Das Profil besitzt die größte bislang bekannten Faunendichte an Choristoceren in der Kössener Formation (Abb. 38).

Aus diesen Gründen wird das Profil Eiberg gegenüber der Lokalität Kendlbach, Salzburg (TOZER, 1967, S. 42) oder der Lokalität Kössen (MOSTLER et al., 1978, S. 146) als Referenzprofil der marshi-Zone und des Rhät in der Kössener Formation (Abb. 35) vorgeschlagen (GOLEBIEWSKI, 1986).

Das liegende Hochalm und das hangende Eiberg Member der Kössener Formation bilden ein lithostratigraphisches Gerüst für eine biofazielle Gliederung. Beide Member definieren zwei, durch unterschiedliche Ablagerungsbedingun-

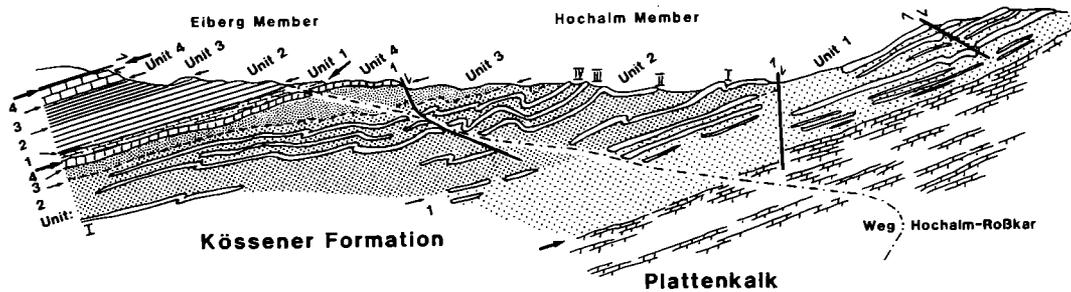


Abb. 36: Blick von Osten auf das Profil Hochalm (C/1) mit der im Gelände erkennbaren lithostratigraphischen Abfolge von der Basis (links) zum Top (rechts) der Kössener Formation. (I-IV: Seichtwasserkarbonat Horizonte im Hochalm Member, Unit 2).

gen klar unterscheidbare Stockwerke der Kössener Formation. Sie sind durch einen markanten sedimentären Wandel innerhalb der Formation getrennt und auch im Gelände auf den ersten Blick einfach zu unterscheiden. An dieser faziellen Grenzlinie und diesem stratigraphischen Fixpunkt setzt am Süd-, wie auch am Nordrand des Ablagerungsraums statt der Beckenfazies die Sedimentation von Seichtwasserkarbonaten (Steinplattkalk oder „Oberrhätkalk“) ein.

## C/1: Hochalm

(Abb. 35)

Thema: Hochalm Member, Unterer Abschnitt der Kössener Formation, Flachmeerentwicklung mit epikontinentalen Sedimentationsbedingungen.

Lithostratigraphische Einheit: Kössener Formation, Hochalm Member.

Alter: *Rhabdoceras suessi* Zone – *Vandaites stuerzenbaumi* Zone, Obernor – Unterrhät (sensu KRYSZYN, 1988).

Ortsangabe: Von der Ortschaft Unken an der Saalach (Bundesland Salzburg), an der Bundesstraße 312 von Bad Reichenhall nach St. Johann in Tirol, zweigt

die Straße nach Westen ab. Auf halbem Weg in Richtung Heutal biegt ein Forstweg nach Norden ab und endet auf der Hochalm. Das 290 m mächtige Profil oberhalb der Hochalm in 1650 m Seehöhe, von VORTISCH, 1927 erstmals umfassend untersucht, ist auf der Ostseite des Sattels zwischen Sonntags-horn und Kühstein aufgeschlossen und wird von dem Weg Hochalm-Roßkar gekreuzt (siehe Österr. Kartenblatt Nr. 92, Lofer, 1:50.000, 47 40 30/12 42 10).

### **Sedimentationsgeschehen des Hochalm Members:**

#### **Unit 1–2:**

In dem West–Ost streichenden Ablagerungsraum, der gegen Süden mit der Dachsteinkalkplattform verzahnt, werden die Sedimente der Kössener Formation auf die kontinuierlich absinkenden Seichtwasserkarbonate des Plattenkalles (unterlagert von Hauptdolomit) im Norden und des Dachsteinkalkes im Süden abgelagert. Die sich abwechselnden Mikrofaziestypen von Seichtwasserkarbonaten und Biodetrituskalken dokumentieren eine sich langsam eintiefende, offene Lagune mit einem zunehmenden terrigenen Einfluß. Die Seichtwasserkarbonathorizonte dominieren im liegenden Abschnitt des Hochalm Members (Unit 1). Sie verlieren im Mittelabschnitt (Unit 2) an Bedeutung und fehlen im Hangenden des Hochalm Members (Unit 3) gänzlich. In ähnlicher Weise dominieren im Unit 1 proximale, im Unit 2 distale Tempestite. Die Mächtigkeit der Tonmergelintervalle nimmt stark zu.

Die Kössener Formation beinhaltet eine bemerkenswerte zyklische Abfolge von transgressiven und regressiven Phasen. Diese sind besonders im Hochalm Member, Unit 1 bis 2, an Shallowing-upward Cycles (AIGNER, 1985, S. 97 ff) zu beobachten. Im Unit 1 ist der Transgressiv-Regressiv-Trend nicht so offensichtlich. Biodetrituskalke in Form von proximalen Tempestiten mit einzelnen geringmächtigen Tonmergellagen werden von Seichtwasserkarbonathorizonten abgelöst. Diese Seichtwasserkarbonate lassen ebenfalls eine interne lithofazielle Untergliederung erkennen. An der Basis eines Schichtpaketes dominieren höherenergetische Typen mit Lithoklasten und Schrägschichtungsstrukturen, im Hangenden meist Algenlaminite (Abb. 39). Im Unit 2 wird ein Shallowing-upward Cycle von distalen Tempestiten und gutter casts, gemeinsam mit laminierten Mudstones, alternierend mit Tonmergellagen eingeleitet. Dichtgepackte, ungradierte, proximale Tempestite, manchmal mit Wellenrippeln, leiten im oberen Drittel eines Zyklus in die Seichtwasserkarbonate über. Die Seichtwasserkarbonathorizonte, mikrofaziell vergleichbar mit Dachsteinkalktypen (PILLER, 1976) schließen jeweils einen Shallowing-upwards Cycle ab (Abb. 40). Vergleichbar einem "thickening upward cycle" des germanischen Muschelkalks (AIGNER, 1985, S. 107 ff.) steigen die Bankmächtigkeiten

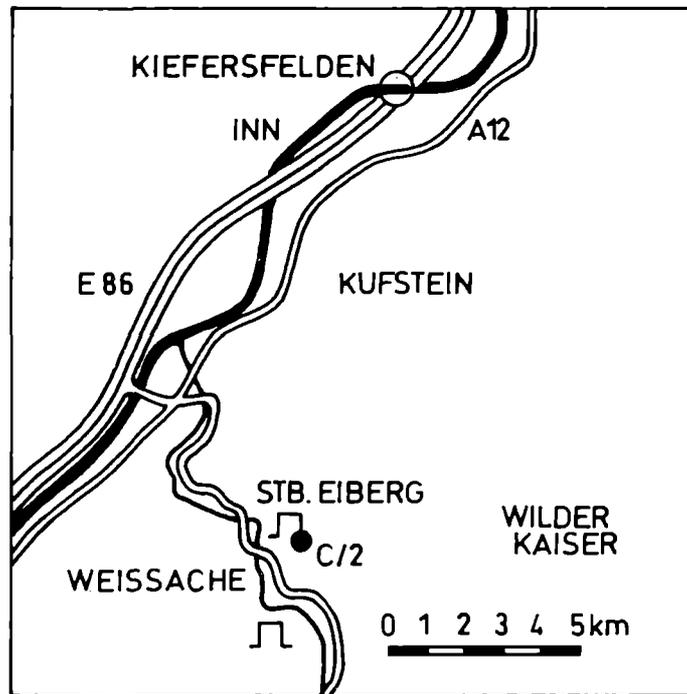


Abb. 37: Lageskizze des Steinbruch Eiberg (C/2).

innerhalb einer solchen Verseichterungsabfolge von durchschnittlich 5–15 cm (distale Tempestite) auf über 1 m (Seichtwasserkarbonate) an. Der nächste Zyklus setzt mit Biodetrituskalken unmittelbar über einem Seichtwasserkarbonathorizont ein. Limonitische Krusten und Anreicherungen von Vertebratenresten (Bonebeds), epifaunalen Bivalven und einer spezifischen Brachiopodenart (*Rhaetina gregaria*) auf den Schichtflächen der stark bioturbaten Detrituskalke dokumentieren ein Milieu mit erhöhter Wasserbewegung und verringerter Sedimentation. Diese transgressive Ausbildung mit „Hartgründen“ (shell hardbottom, AIGNER, 1985) ist jeweils die Basis eines neuen Shallowing-upward Cycle. Die Ichnofazies mit *Thalassionides*-, *Glossifungites*- und *Rhizocorallium*-Spuren läßt nach FÜRSICH (1975) auf ein flaches, bewegtes Ablagerungsmilieu schließen. Diese Spurentypen entsprechen der Ichnofazies im Randbereich des Muschelkalkmeeres in Süddeutschland (AIGNER, 1985, S. 121 f). Als Ursache für die Shallowing upward Cycles sind zyklische Meeresspiegelschwankungen anzunehmen, wie sie auch in der südlich angrenzenden Dachsteinkalk-Plattform zu erkennen sind.

### Unit 3–4:

Während im Hochalm Member, Units 1–2 (Lumachellen Bereich) Seichtwasserkarbonate und tempestitische Lumachellen die Lithofazies prägen, fehlen diese Lithofaziestypen im obersten Abschnitt des Hochalm Members. In diesen Units 3–4 (Korallenkalk Bereich) übernehmen terrigenreichere Biodetrituskalke und einförmige, artenarme Korallenkalke mit feinkörniger Matrix („Lithodendronkalk“) die Rolle der charakteristischen Gesteinstypen. Sedimentstrukturen, die auf eine höhere Wasserenergie schließen lassen (z. B. Tempestite) fehlen. Mit dem lithofaziellen Wandel ist auch ein deutlicher biofazieller Schnitt verbunden (Abb. 43).

Das Lithodendronkalk-Niveau (Unit 4), ein meist gebankter Biodetrituskalk mit feinkörniger Matrix, ist der bedeutendste lithostratigraphische Marker innerhalb der Kössener Formation. SUESS & MOJSISOVICS (1868, Profil: Kendlbachgraben) bezeichneten den Korallenkalk-Horizont „Hauptlithodendronkalk“. Bei KUSS (1983) sind die mikrofaziellen Varianten des Lithodendronkalk-Niveaus eingehend beschrieben. Die artenarme Korallenfauna wird von der ästigen *Retiophyllia paraclathrata* RONIEWICZ dominiert. Bedingt durch die paläogeographische Position, schwankt die Mächtigkeit in beckenzentralen, terrigenreicheren Profilen (z. B. Hochalm oder Stb. Eiberg) zwischen 1–3 m, in randlicherer Position zwischen 6–9 m. Am Beckenrand (z. B. Kendlbachgraben, Gaissau oder Seinplatte) kann das Lithodendronkalk-Niveau Mounds mit Mächtigkeiten von 15–20 m ausbilden.

Litho- wie biofaziell besitzen die Units 3–4 des Hochalm Members eine Übergangsstellung zwischen der Flachmeerentwicklung einer tieferen, offenen Lagune und dem Intraplattformbecken des Eiberg Members mit einer vergleichsweise karbonatarmer Fazies.

## C/2: Steinbruch Eiberg

(Abb. 37 und 38)

Thema: Eiberg Member, Oberer Abschnitt der Kössener Formation, Intraplattformbecken.

Lithostratigraphische Einheit: Kössener Formation, Eiberg Member.

Alter: *Choristoceras marshi* Zone, Oberrhät (sensu KRYSTYN, 1988).

Ortsangabe: Zweigt man von der Inntal-Autobahnabfahrt Kufstein Süd in südöstlicher Richtung auf die Bundesstraße 173 in das Weißachetal ab, erreicht man nach 5 km das Zementwerk Eiberg. Das Profil (GOLEBIEWSKI, 1968) ist auf der rechten Talseite im Werksgelände gut aufgeschlossen und wird von Fleckenmergel überlagert (siehe Österr. Kartenblatt Nr. 90, Kufstein, 47 33 00/12 10 00).

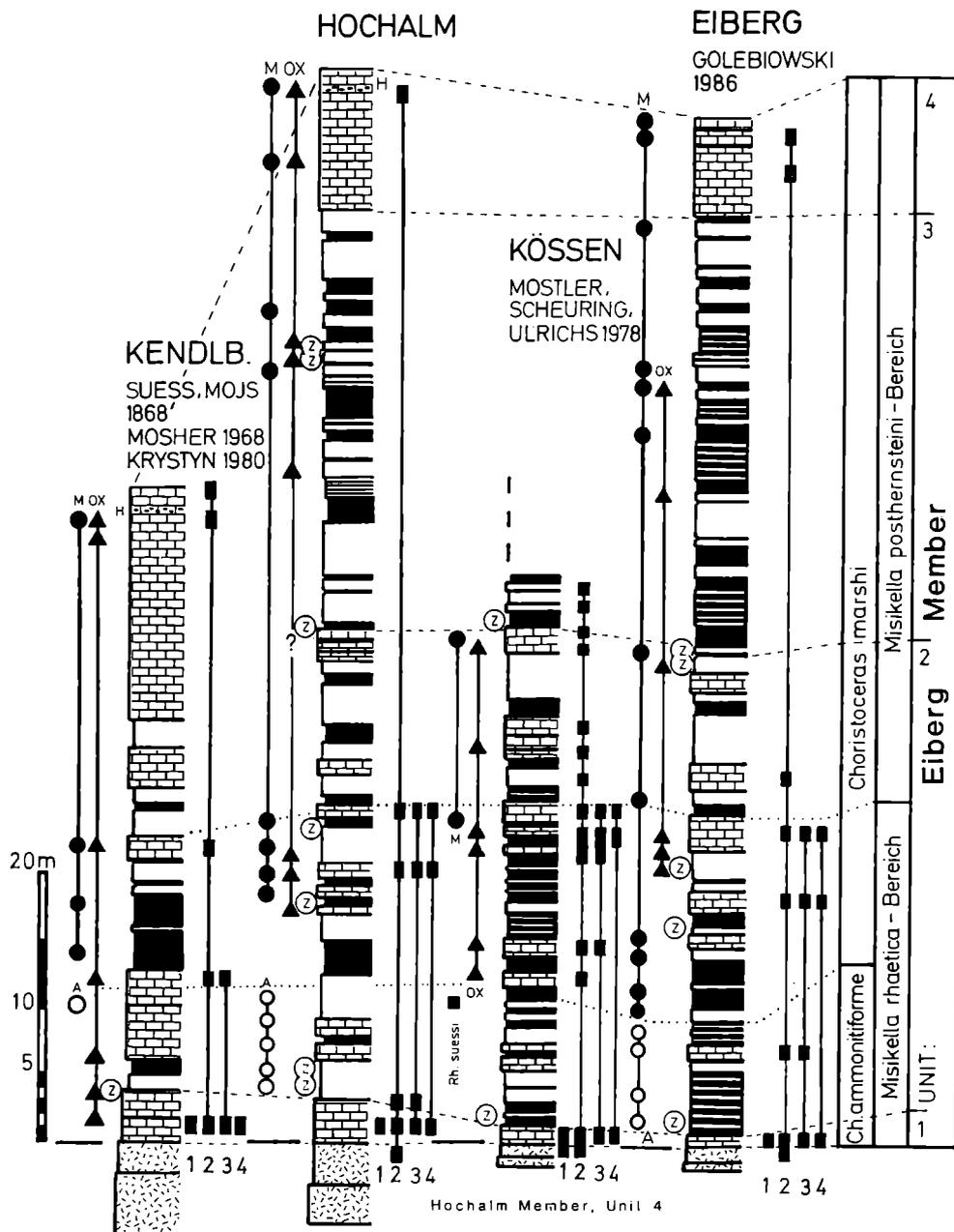


Abb. 38: Conodonten- und Ammonitenzonierung des Eiberg Members anhand des Typprofils Eiberg korreliert mit weiteren bedeutenden Profilen (A – *Choristoceras ammonitiforme*, M – *Choristoceras marshi*, OX – *Oxycolpella oxycolpos*, Z – *Zoophycus*-Spuren, H – Hornsteinlagen, Conodonten: 1– *Misikella hernsteini*, 2– *M. posthernsteini*, 3– *M. rhaetica*, 4– *M. koessenensis*).

Das Eiberg Member der Kössener Formation, lithofaziell charakterisiert durch den Detritus-Schlammkalk Bereich, besteht aus bioturbaten Biomikriten, Mikriten und Tonmergeln. Die eintönige Mikrofazies spiegelt die vergleichsweise konstanten Sedimentationsbedingungen in einem Intraplattformbecken wider. Profilkorrelationen mit charakteristischen Horizonten und niveaubeständigen Lagen mit Zoophycus-Spuren sind nicht so offensichtlich wie im Hochalm Member, doch möglich. Die beiden korrelierbaren, im Streichen 45 km von einander entfernten Profile Eiberg und Hochalm ermöglichen eine Unterteilung des Eiberg Members in 4 Units (Abb. 38). Die lithostratigraphische Gliederung kann zum Beispiel auch bei den Profilen Steinplatte oder Kössen angewendet werden.

Der Fossilreichtum der Lokalität Eiberg trägt bedeutend zu der biostratigraphischen Gliederung des Eiberg Members bei. Neben einer vertikalen Unterteilung mit Conodonten (*Misikella rhaetica*- und *Misikella posthernsteini*-Assemblage Zone, GOLEBIOWSKI, 1986) und Ammoniten (*Choristoceras ammonitiforme*- und *Choristoceras marshi*-Subzone, sensu KRYSTYN, 1988), kann das Eiberg Member als oberrhätisch (*Ch. marshi* Zone, KRYSTYN, 1988) eingestuft werden (Abb. 35 und 38).

## Bivalvenbiofazies-Zonierung

Im Hochalm Member (Exkursionspunkt C/1) der Kössener Formation können drei Bivalvenfaziesbereiche, neben zwei Brachiopodenbiofazies-Bereichen, ausgeschieden werden. Die drei Bivalvenbiofazies sind mit charakteristischen, individuenreichen, in den Profilen regelmäßig auftretenden Bivalvenassoziationen definiert. Sie sind generell an die lithofazielle Gliederung angepaßt, obwohl sie etwas versetzt gegenüber den lithostratigraphischen Units einsetzen (Abb. 35). Die Biofazies werden durch generelle Faunenschnitte, oder nur durch das Ein- und Aussetzen von mehreren spezifischen Bivalvenarten begrenzt. Die palökologischen Abfolgen der Bivalvenassoziationen spiegeln die lithofazielle Entwicklung der Kössener Formation wider.

### *Placunopsis-Bakevella*-Biofazies

Sie tritt im Hochalm Member, Unit 1 und im liegenden Drittel des Unit 2 auf. Die individuenreiche, doch artenarme Fauna charakterisiert den litho- wie biofaziellen Übergangsbereich von der inter- bis subtidalen Dachsteinkalk- oder Plattenkalk-Lagune in den etwas tiefer werdenden, vor allem aber terrigenreicheren Ablagerungsraum der Kössener Formation. Die Faunenassoziation ist dominiert von *Placunopsis alpina* und *Bakevella praecursor*, gemeinsam mit *Modiolus minutus*, *Botulopsis faber* (Abb. 39).

## Placunopsis-Bakevellia - Biofazies

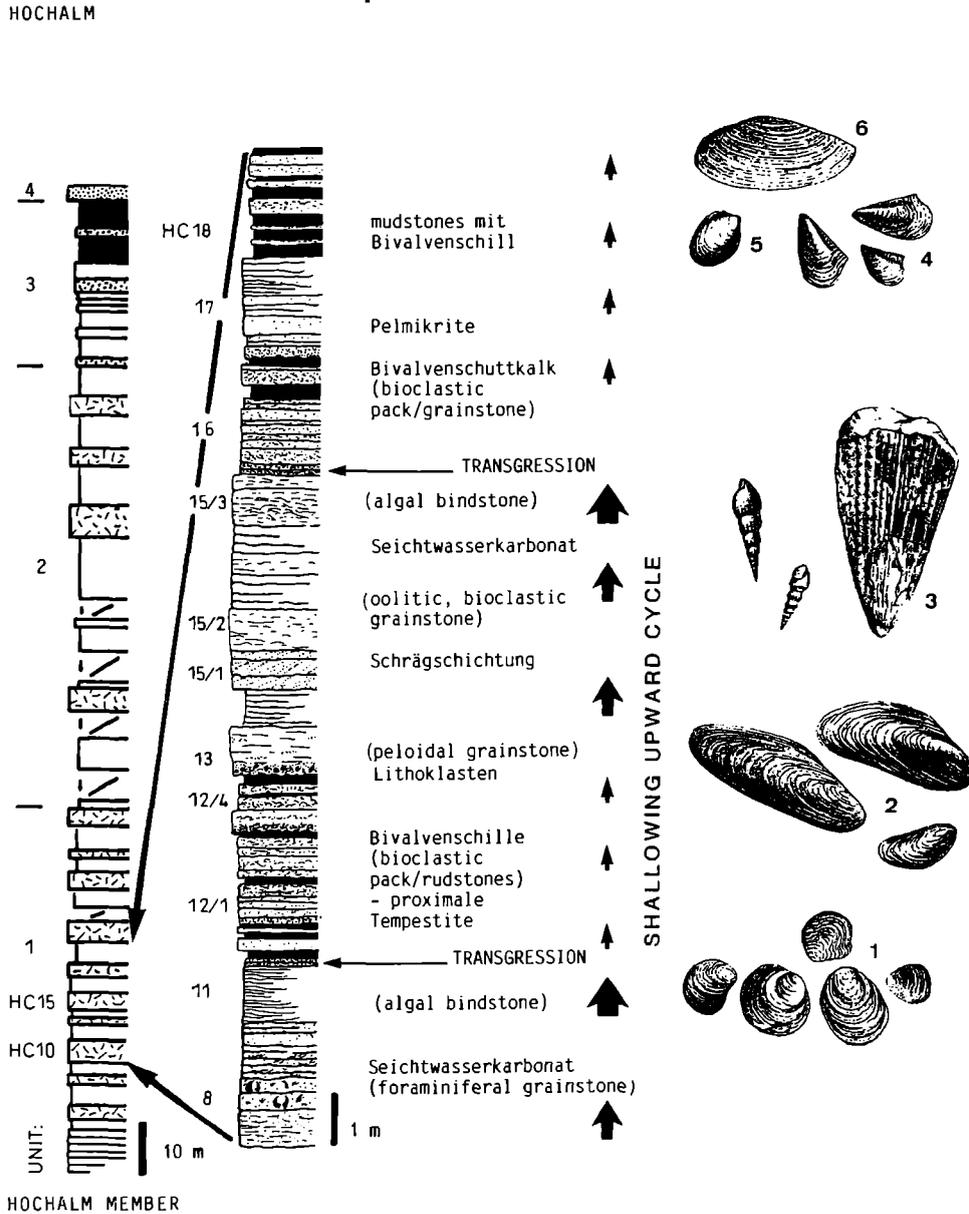


Abb. 39: Lithofazielle Entwicklung des Hochalm Member, Unit 1 mit charakteristischen Vertretern der *Placunopsis-Bakevellia*- Biofazies am Beispiel Hochalm (1- *Placunopsis alpina*, 2- *Modiolus minutus*, 3- *Pinna* sp., 4- *Bakevellia praecursor*, 5- *Botulopsis faber*, 6- *Cercomya praecursor*).



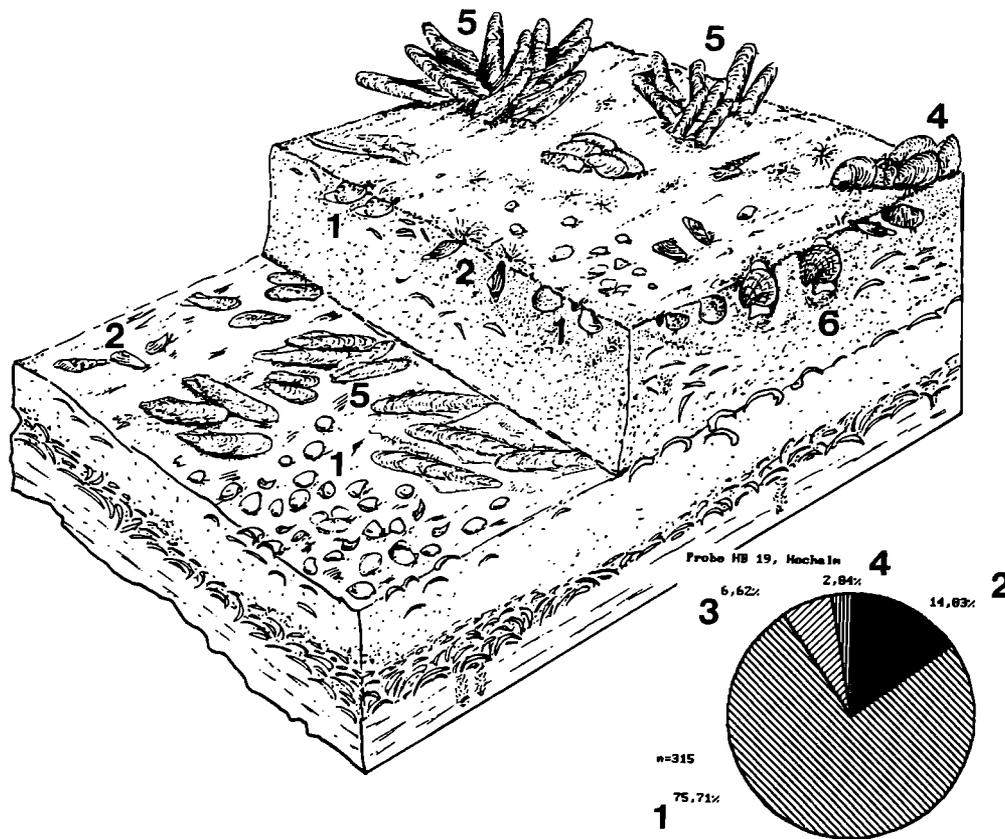


Abb. 41: Idealisierte Rekonstruktion einer artenarmen, individuenreichen Weichboden-Lebensgemeinschaft der Gervillia-Atreta-Biofazies in distalen Tempestiten (Hochalm Member, Unit 2), Legende siehe Abb. 40.

Alle Bivalvenarten dieser Biofazies sind Nahrungsfiltrierer – “suspension feeder”. Neben der, auf sekundären Hartgründen fixosessil lebenden *Placunopsis*, besiedelten großteils endo- und epibyssate Formen die seichten, höherenergetischen, teils mobilen Böden. Mytilacea und Pteriacea lebten mit dem Byssus an Partikel festgeheftet, in Klumpen oder Cluster, zur Hälfte im Sediment verankert (S. M. STANLEY, 1970). Der Reichtum an Schalenrümern von *Pinna* in Seichtwasserkarbonaten läßt, ähnlich der rezenten endobyssaten *Pinna carnea* (S. M. STANLEY, 1970), eine dichte Besiedlung der seichten

Karbonatsandböden vermuten.

Im Sinne von HALLAM (1976) kann diese Bivalvenbiofazies mit Lagunenassoziationen aus dem Jura verglichen werden. Die charakteristischen Formen sind euryöke, opportunistische Arten, die als „Pionierfauna“ mit einer hohen Reproduktionsrate und keinen speziellen Nahrungsansprüchen stärker bewegte Lebensräume mit schwankender Salinität und Wassertemperatur, sogenannte "high stress environments" (JACKSON, 1972) besiedeln können (HALLAM, 1976; FÜRSICH, 1981, FÜRSICH & WERNER, 1986).

Bezüglich Salinität erlauben die palökologischen Befunde der Mikrofauna etwas konkretere Angaben. Die artenärmeren Ostrakodenfaunen (z. B. *Lentkevichinella*- und *Timirasevia*-Arten) der basalen Kössener Formation deuten auf ein hypersalines Milieu hin, wie es auch teilweise für den Plattenkalk (siehe CZURDA & NICKLAS, 1970) und den gebankten Dachsteinkalk angenommen wird (URLICHS, 1972, S. 672 ff.).

### *Gervillia-Atreta*- Biofazies

Diese Bivalvenbiofazies umfaßt die hangende, größere Hälfte des Hochalm Members, Unit 2 und reicht bis in den basalen Abschnitt des Unit 3 (Abb. 35). Sie ist im Gelände am offensichtlichen Fossilreichtum zu erkennen. Diese Biofazies vereinigt zwei verschiedene, sich vertikal abwechselnde Bivalvenassoziationen. *Gervillia* ist stellvertretend für eine Weichbodenfauna, die meist in distalen Tempestitlagen angereichert wurde. *Atreta* charakterisiert eine sekundäre Hartboden-Fauna (oder "firm bottom fauna" sensu AIGNER, 1985), die jeweils transgressiv über den Seichtwasserkarbonat-Horizonten (letztes Glied der Shallowing-upward Cycles) folgt. Die beiden unterschiedlichen Bivalvenassoziationen treten abwechselnd im Laufe der Shallowing-upward Cycles auf, ergeben aber gemeinsam eine, für das Unit 2 kennzeichnende Bivalvenbiofazies (Abb. 40).

Die Weichbodenassoziation (Abb. 41) ist durch Frachtsonderung in eine großwüchsige Fauna mit *Gervillia inflata*, *Liostrea hinnites* und *Palaeocardita austriaca* und eine kleinwüchsige Fauna mit *Nuculana claviformis*, *Isocyprina (Eotrapezium) alpina*, *Myophoriopsis isoceles*, *Bakevella praecursor*, *Modiolus minutus*, *Botulopsis faber* und *Placunopsis alpina* getrennt (Abb. 40). Neben den, auf Biogenen oder in Clustern auf dem Substrat fixosessil lebenden *Placunopsis* und *Liostrea*, existieren zahlreiche, seicht grabende oder endobyssate "suspension feeder". Die unmittelbar an der Sedimentoberfläche grabenden Bivalven unterstützen den mikrofaziellen Befund der feinlaminierten, unverwühlten, terrigen- und pyritreichen Mud- bis Wackestones. Die kleinwüchsigen Bivalven bevölkerten nur die durchlüftete oberste Sedimentschicht. Es ist wahrscheinlich, daß das RPD-Layer, die Grenze zwischen oxi-

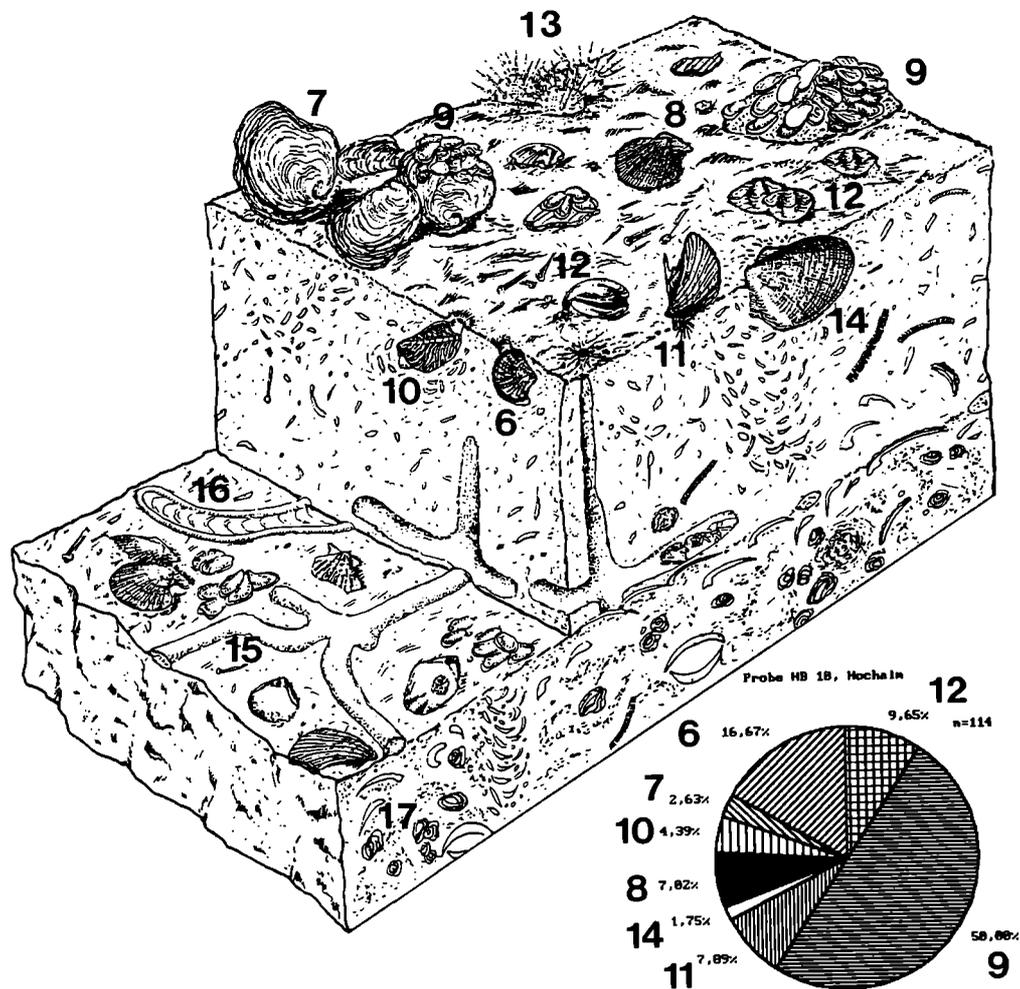


Abb. 42: Idealisierte Rekonstruktion einer artenreichen Hartboden-Lebensgemeinschaft der Gervillia-Atreta-Biofazies in Biotritituskalken an der transgressiven Basis eines Shallowing upward Cycle (Hochalm Member, Unit 2), Legende siehe Abb. 40.

dierenden und reduzierenden Bodenverhältnissen, ähnlich wie in rezenten, flachen, geschützten Biotopen knapp unter der Sedimentoberfläche lag.

In den distalen Tempestitlagen zwischen fossileren Mudstones alternierend mit schwarzen pyritreichen Tonmergellagen tritt *Nuculana claviformis* am häufigsten auf. Sie ist im Faunenspektrum der einzige "deposit feeder", der laut Rezentuntersuchungen meist stationär, knapp unter der Sedimentoberfläche mit einem Tastrüssel organischen Detritus oder bodenlebende Mikro-

organismen vom Meeresboden absaugt (MOORE, 1969, S. N6). Solche grabenden "deposit feeder" sind auf Sedimente mit einem reichen organischen Anteil, aber mit einer geringen Sauerstoffkonzentration und erhöhten Schwefelwasserstoffwerten angepaßt (DUFF, 1975). Doch tolerieren diese Protobranchier keine erhöhte Wasserenergie oder Verringerung der Salinität (SELLWOOD, 1978).

*Gervillia inflata* tritt meist, gemeinsam mit *Palaeocardita austriaca* (seicht grabend, endobysat – STANLEY, 1972) und *Liostrea hinnites* (fixosessil), in tempestitischen Schillagen auf. Eine bevorzugte Einregelungsrichtung der länglichen Schalen ist oft erkennbar. *Gervillia* mit einem verlängerten, aus dem Sediment ragenden hinteren Schalenteil lebte ebenfalls in Clustern, epibysat im Weichsubstrat verankert (SELLWOOD, 1978; SAVAZZI, 1984). Sie ist ebenfalls ein euryöker Typ, der eingeschränktere, terrigenreichere Lebensräume ohne stärkere Wasserbewegungen besiedeln kann (HALLAM, 1976; FÜRSICH & WENDT, 1977). Diese spezialisierte Lebensweise kann z. B. das Fehlen von *Gervillia* in der höherenergetischen *Placunopsis-Bakevella*-Biofazies erklären.

Neben den zahlreichen kleinen Gastropoden (in Dünnschliffen) wurden auch größere, bis 5 cm lange, spindelförmige Gastropoden-Steinkerne und Gastropoden-Kriechspuren auf Schichtflächen beobachtet. Dies könnte im Sinne von FÜRSICH & WENDT (1977) auf einen Algenfilm auf dem Weichsubstrat hinweisen, der von Gastropoden abgeweidet wurde.

Gegenüber der Weichbodenfauna (Abb. 41), mit großteils euryöken Bivalvenarten ist die sekundäre Hartbodenfauna (zutreffender "firm bottom faunas" sensu AIGNER, 1985) auffallend artenreicher (Abb. 42). Die bioturbaten Biogenschuttkalke mit bonebed-artigen Anreicherungen von Fischresten und vereinzelt limonitischen Krusten beinhalten neben inkrustierenden Serpuliden, Brachiopoden (*Rhaetina gregaria*) und Echiniden, oft massenhaft die fixosessile *Atreta intusstriata*. In Verbindung mit der stärkeren Wasserbewegung und der geringeren Sedimentationsrate während der transgressiven Eintiefungsphase zu Beginn eines Shallowing-upward Cycle sind ökologisch anspruchsvollere, epibysate Bivalven wie *Rhaetavícula contorta*, *Pteria* cf. *falcata*, *Chlamys valoniensis*, *Plagiostoma punctata*, *Limatula* cf. *subdupla* häufig. Auch seicht grabende Formen (*Lyriomyophoria inflata*, *Palaeocardita austriaca*) mit kräftigerer Skulpturierung sind vorhanden.

Auszählungen verschiedener angewitterter Schichtflächen des Profils Hochalm ergaben einen Anteil von durchschnittlich 50–60% sessilen und 10–20% epibysaten bestimmaren Bivalven. Die Bivalven sind mit ca. 55%, neben 10% Brachiopoden, 30% Echinodermenresten und 5% Vertebratenresten am Biogengehalt beteiligt.

Die Ichnofazies mit *Diplocraterion*- und *Thalassinoides*-Bauten von Crustaceen (HALLAM, 1976, S. 253) geht konform mit der, von stenöken Orga-

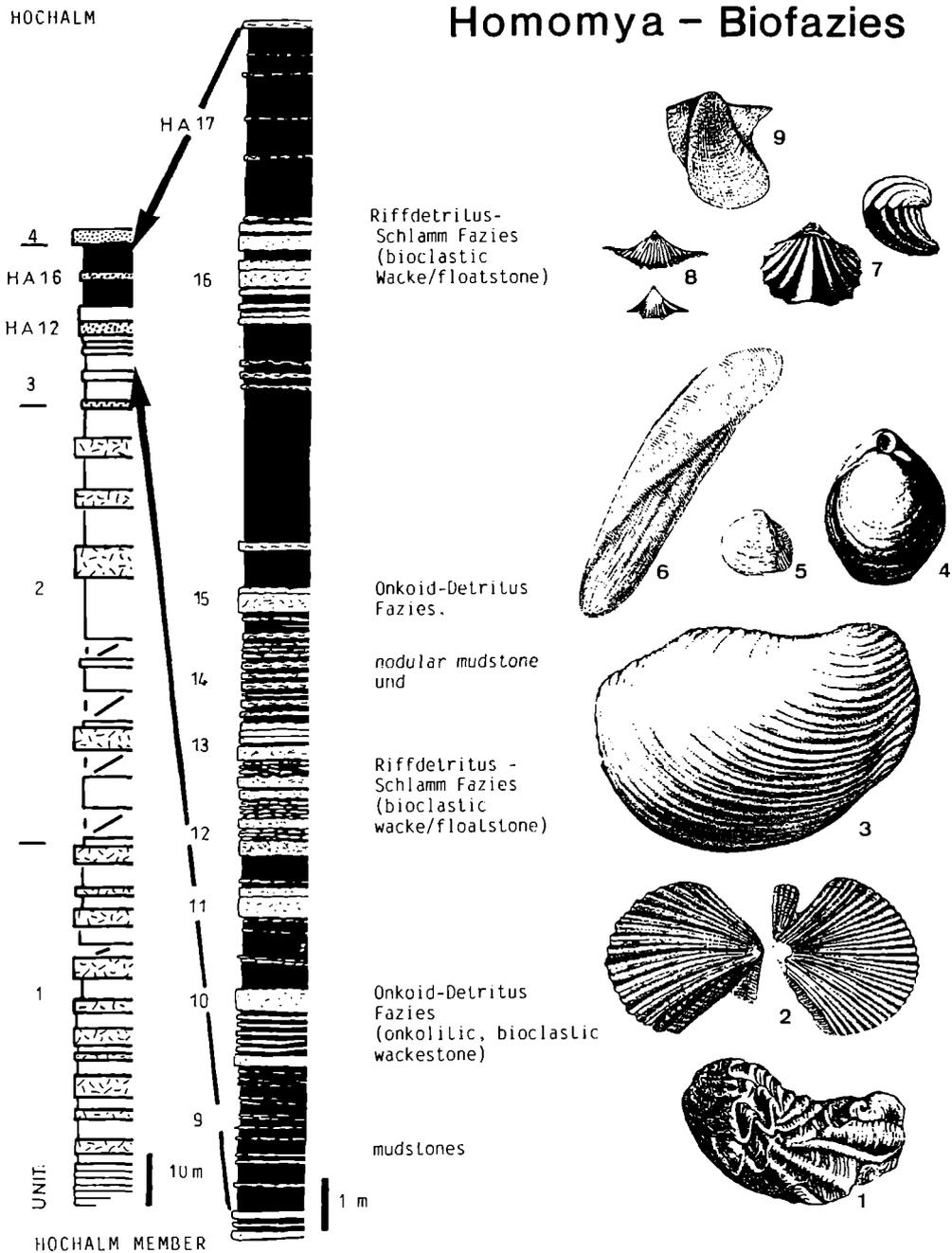


Abb. 43: Lithofazielle Entwicklung des Hochalm Member, Unit 3 mit charakteristischen Vertretern der Homomya-Biofazies am Beispiel Hochalm (1- *Lopha haidingeriana*, 2- *Chlamys coronata*, 3- *Homomya lagenalis*, 4- *Rhaetina pyriformis*, 5- *Protocardia rhaetica*, 6- "*Inoperna*" *schaffhaeutli*, 7- *Zugmayerella koessenensis*, 8- *Austrirhynchia cornigera*, 9- *Cassianella inaequcostata*).

nismen bevorzugten Biofazies. Die beiden Gangsysteme von "deep infaunal suspension feeder" lassen auf eine bessere Durchlüftung des Sediments und auf ein verhältnismäßig tiefes RPD-Layer schließen (FÜRSICH, 1975). Verglichen mit der Faunenanalyse der Cassianer Formation (FÜRSICH & WENDT, 1977), entspricht die Atreta-Assoziation gemeinsam mit Echinodermen und Brachiopoden einem seichten, höherenergetischen Lebensraum (Abb. 42).

Zusammenfassend gesehen, besitzen die großteils euryöken Bivalvengattungen der *Placunopsis-Bakevillia*-Biofazies und der Weichbodenfauna *Gervillia-Atreta*-Biofazies gegenüber der nachfolgenden *Homomya*-Biofazies (Hochalm Member Unit 3–4), eingeschränkte Lebensbedingungen mit verringertem Sauerstoffangebot, erhöhter Wassertemperatur und Salinität (vgl. lagoonal association – HALLAM, 1979, S. 254f).

### *Homomya*-Biofazies

Diese Bivalvenbiofazies (Abb. 43) im Hochalm Member, Unit 3–4 ist durch einen deutlichen faunistischen Wandel von der vorhergehenden, stratigraphisch liegenden Biofazies zu unterscheiden. Die Infauna ist von einem scharfen faunistischen Schnitt betroffen. Alle grabenden Bivalven der *Gervillia-Atreta*-Biofazies werden von neuen Arten der *Homomya*-Biofazies ersetzt. Die namensgebende, im Gelände regelmäßig auftretende, unverwechselbare Charakterart ist die tiefgrabende, mit langen Siphonen ausgestattete (SELLWOOD, 1978) Pholadomyidae – *Homomya lagenalis*, neben *Pholadomya* cf. *ambigua*. Rezentere Vertreter dieser tiefgrabenden Bivalvenfamilie besitzen über 30 cm lange Siphone (MOORE, 1969). Auch in den jurassischen Corallian-Faunen bevorzugten Pholadomyidae verfestigte Mergel mit einem gewissen Sandanteil in "Offshore shelf"-Regionen, wo nur leichte Strömungen und geringere Sedimentationsrate das Tiefgraben bevorzugen (FÜRSICH, 1977, S. 362). Im Bereich der *Homomya*-Biofazies (Unit 3) fehlen jegliche Hinweise auf grundberührenden Seegang (inklusive tempestitische Sturmereignisse), der tiefgrabende Organismen beeinträchtigen würde. „*Inoperna*“*schafhaeutli* und *Protocardia rhaetica* sind ebenfalls mit einer angedeuteten divarikierten Skulpturierung an eine grabende Lebensweise in feinkörnigen Sedimenten angepaßt (SEILACHER, 1972). Beide Bivalven werden wie die vorhergehenden Pholadomyidae fast nur doppelklappig gefunden. Weiters kennzeichnet die einzige ganz seicht grabende Form *Protocardia rhaetica* und die beiden am Sediment aufliegenden (free resting) Formen *Cassianella inaequicostata* und *Lopha haidingeriana* diese, von geringerer Wasserenergie gekennzeichnete Bivalvenbiofazies.

Neben den Bivalven dokumentieren auch die neu auftretenden Brachiopodenarten (siehe (*Zugmayerella*-Biofazies) den von der *Homomya*-Biofazies eingeleiteten Faziesumschwung. Diese Bivalvenbiofazies ist qualitativ mit Fau-



nenassoziationen des süddeutschen Unterlias, der Kalksburger Schichten oder der Grestener Schichten und ihren Äquivalenten in Ungarn zu vergleichen.

### *Oxytoma*-Biofazies

Im **Eiberg Member** (Exkursionspunkt C/2 und C/3) der Kössener Formation charakterisiert nur eine Bivalvenbiofazies, gegenüber zwei Brachiopodenbiofazies (*Fissirhynchia*- und *Oxycolpella*-Biofazies), die vergleichsweise konstanten Ablagerungsbedingungen in einem Intraplattformbecken. Qualitativ und vor allem quantitativ spielt die *Oxytoma*-Biofazies in der terrigenreichen Beckenfazies eine untergeordnete Rolle. Der Individuen- und Artenreichtum von Bivalven nimmt, bedingt durch das veränderte Nahrungsangebot, bei zunehmender Wassertiefe generell ab. Brachiopoden sind hingegen besser an die Ausnutzung eines geringeren Nahrungsangebotes angepaßt (FÜRSICH & HURST, 1974). Der bathymetrische Wandel ist auch an der Ostracodenfauna abzulesen. Mit zunehmender Wassertiefe findet ein Wechsel von Warm- zu Kaltwasserfaunen statt (URLICHS, 1972, S. 773).

Die namengebende Form *Oxytoma inaequivalve* ist die einzige Art, die in der Kössener Formation nur in der Beckenfazies auftritt. *Oxytoma* ist ein, mit dem Byssus am Substrat festgehefteter "suspension feeder" (SELLWOOD, 1972, DUFF, 1975). Weitere Bivalvenarten der vergleichsweise makrofossilarmen Beckenfazies sind *Lopha haidingeriana*, die seichtgrabende *Protocardia rhaetica*, die endobyssate „*Inoperna*“ *schafhäutli* und der epibyssate *Chlamys valoniensis*. Von den acht häufigen Bivalvenarten dieser Assoziation werden von HALLAM (1976) *Lopha*, *Oxytoma*, *Protocardia*, zu den ökologisch sehr toleranten, Bivalvengattungen gezählt.

Verhältnismäßig häufig tritt die, an das Weichsubstrat angepaßte *Cassianella inaequicostata* auf. Sie liegt frei mit der stärker gewölbten linken Klappe auf dem Weichboden (FÜRSICH, 1981). *Atreta intusstriata* benützt vereinzelt größere Bivalven (z. B. *Pinna* oder *Lopha*), Brachiopoden (*Oxycolpella*) oder Cephalopoden (*Arcestes*) als sekundären Hartgrund.

Im Eiberg Member, Units 1–3 existieren mehrere Horizonte mit *Zoophycus*- und *Chondrites*-Spuren. Beide Spurentypen stammen von Organismen ("infaunal deposit feeder"), die auf ein RPD-Layer knapp unter der Sedimentoberfläche schließen lassen (FÜRSICH, 1975).

Eine Verbesserung der Lebensbedingungen, bedingt durch eine Regressionstendenz im karbonatreicheren Unit 4 wird von einem neuerlichen Brachiopodenreichtum (*Oxycolpella*-Biofazies) angezeigt. Nur in Profilen nahe des südlichen Beckenrandes (z. B. Kendlbachgraben oder Steinplatte) ist eine gewisse qualitative, wie quantitative Zunahme der Bivalven zu erkennen.

## Brachiopoden-Ökostratigraphie

Stratifizierte Brachiopodenfaunen, semiquantitativ ausgewertet, ermöglichen eine biofazielle Gliederung mit begrenzt stratigraphischem Wert. Ähnlich den Bivalvenbiofazies-Bereichen spiegeln auch die vier Brachiopodenbiofazies-Bereiche in großen Zügen die lithostratigraphische Gliederung wider (Abb. 35 und 44). Die taxonomische Ansprache der einzelnen Arten bezieht sich auf ZUGMAYER (1882) und vor allem auf PEARSON (1977), der die "Rhätischen Brachiopoden" modern revidierte.

### *Rhaetina*-Biofazies

Diese Brachiopodenbiofazies ist durch das monotypische Auftreten von *Rhaetina gregaria* (SUESS) definiert. Die lithostratigraphische Reichweite der *Rhaetina*-Biofazies umfaßt das Hochalm Member, Unit 2 (oberer Lumachellen-Bereich) und noch die Basis des Unit 3 (Korallenkalk-Bereich) (Abb. 35).

Entgegen der Auffassung von SUESS & MOJSISOVICS (1868, S. 191 f), aber im Einklang mit der Bivalvenbiofazies und der lithofaziellen Gliederung, beginnt die *Rhaetina*-Biofazies schon im oberen Abschnitt der Schwäbischen Fazies. Das individuenreiche, monotypische Auftreten (100 %) von *Rhaetina gregaria* ist im Hochalm Member, Unit 2 auf die Biogenschuttkalkbänke ("firm bottom" fauna – AIGNER, 1985), an der Basis der Shallowing upward Cycles über den Seichtwasserkarbonat-Horizonten beschränkt. Diese Kalkbänke sind durch Hartgründe mit großteils sessilen und epibyssaten Bivalven, Vertebraten- und Echinidenresten ("*Cidaris*" sp.) gekennzeichnet.

Die Seichtwasserkarbonate, Tempestite, und Mudstones enthalten keine Brachiopoden.

In ökostratigraphischer Sicht wird die Liegendgrenze der *Rhaetina*-Biofazies durch das Erstauftreten von *Rhaetina gregaria*, die Hangendgrenze durch das Einsetzen von *Rhaetina pyriformis*, *Zugmayerella* sp. oder *Austrirhynchia cornigera* bestimmt.

### *Zugmayerella*-Biofazies

Sie ist charakterisiert durch das zahlreiche Auftreten von *Rhaetina pyriformis*, *Zugmayerella* div. sp. und *Austrirhynchia cornigera*, sowie das Fehlen von *Oxycolpella oxycolpos* und *Fissirhynchia fissicostata*. Verglichen mit der lithostratigraphischen Gliederung umfaßt der *Zugmayerella*-Biofaziesbereich das Hochalm Member, Unit 3 und 4 (Korallenkalk-Bereich); und charakterisiert die "Karpatische Fazies" (non sensu SUESS & MOJSISOVICS, 1868) deren Umfang verringert wurde (siehe Abb. 35).

Die *Zugmayerella*-Biofazies beinhaltet, bedingt durch die zwei verschiedenen lithologischen Ausbildungen des Korallenkalk-Bereiches, zwei unterschiedliche Typen von Faunenspektren. Im terrigenreichen Unit 3 ist *Rhaetina pyriformis* und *Austrirhynchia cornigera* die Charakterform. Im anschließenden Unit 4 ist *Rhaetina pyriformis* die Charakterform des Lithodendronkalk-Niveaus.

Der *Zugmayerella*-Biofaziesbereich kann somit in eine liegende, terrigenreichere *cornigera*-Subfazies und eine hangende, karbonatreichere *pyriformis*-Subfazies unterteilt werden. Die kleinere Form *Zugmayerella koessenensis* bevorzugt die terrigenreichere *cornigera*-Subfazies, *Zugmayerella uncinata* die karbonatreichere *pyriformis*-Subfazies.

### *Fissirhynchia*-Biofazies

Das Charakteristikum dieses Biofaziesbereiches ist die Dominanz von *Fissirhynchia fissicostata* (inklusive "*Rhynchonella*" *subrimosa*) mit bis zu 60% (Abb. 44). Ökostratigraphisch wird dieser Bereich durch das Einsetzen von *Fissirhynchia fissicostata* im Liegenden und das Aussetzen von *Zugmayerella* div. sp. im Hangenden begrenzt. In lithostratigraphischer Sicht umfaßt diese Brachiopodenbiofazies das Eiberg Member, Units 1–3 und im biofaziellen Sinne die Kössener Fazies (inklusive der Salzburger Fazies sensu SUESS & MOJSISOVICS, 1868) (Abb. 35).

### *Oxycolpella*-Biofazies

Diese Brachiopodenbiofazies unterscheidet sich von der vorhergehenden durch die offensichtliche Dominanz von *Oxycolpella oxycolpos*, mit durchschnittlich 70%, gegenüber *Fissirhynchia fissicostata* (20–30%). *Sinucostra emmrichi* und *Zeilleria norica* sind weitere, untergeordnete Faunenelemente (max. 10%) (Abb. 44). Lithostratigraphisch ist diese Biofazies mit dem Eiberg Member, Unit 4 zu vergleichen (Abb. 35). Der auffällige Reichtum von *Oxycolpella* veranlaßte FABRICIUS (1966, S. 16) den Begriff "Oxycolpellen-Kalk" für die karbonatreiche Ausbildungen der Beckenfazies einzuführen.

### Stratigraphisch aussagekräftige Brachiopodenarten

Geht man von der neuen Rhät-Gliederung (KRYSTYN, 1988, Abb.2) aus (Abb. 35), so sind zumindest im Faziesraum der Kössener Formation alle Brachiopodenarten, mit Ausnahme von *Rhaetina gregaria* ökostratigraphische Leitformen für das Rhät. Außer der eigenwillig geformten *Austrirhynchia cornigera* sind allerdings alle diese Arten aus norischen Ablagerungen des Kau-

kasus bekannt. Wobei das norische Alter durch *Monotis* und *Heterastridium* zweifelsfrei belegt ist (DAGYS, 1963). Weitere Lokalitäten norischen Alters mit charakteristischen Formen der Kössener Formation existieren auch in der Türkei (BITTNER, 1893) und Persien (KRISTAN-TOLLMANN et al., 1979). Es bleibt somit nur *Austrirhynchia cornigera*, die nach heutigem Wissensstand als rhätische Leitform verwendet werden kann.

### Rekonstruktionsversuch der bathymetrischen Verhältnisse

Die *Rhaetina*-Biofazies kann mit der Klassifikation: "shallow. transgressiv sea-floor, possibly littoral" von AGER (1965, S. 146) verglichen werden. *Rhaetina gregaria* existiert in grobkörnigen Detrituskalken, ehemalige teils kondensierte Hartgründen des Hochalm Member. Die Niveaus entsprechen transgressiven Ablagerungen, die jeweils einen neuen Shallowing-upward Cycle einleiten. Verglichen mit der Lithofazies und der Bivalvenbiofazies ist die *Rhaetina*-Biofazies die seichteste Brachiopodenfazies und steht mit den Angaben von AGER (1965) in Einklang.

Die *Zugmayerella*-Biofazies und die *Fissirhynchia*-Biofazies wird in einem gemeinsamen Ablagerungsmodell mit einzelnen Differenzierungen zusammengefaßt. Sie sind mit AGER's Biotoprekonstruktionen "sublitoral, sandgrade seafloors" zu vergleichen.

Die *Oxycolpella*-Biofazies zeigt eine Veränderung der Beckenfazies an. Die Dominanz von *Oxycolpella* geht konform mit den kalkreicheren Sedimentationsbedingungen, bedingt durch den erneuten, verstärkten Einfluß des Plattformrandes.

Zusammenfassend können drei generelle Tiefenstufen mit fließenden Übergängen ausgeschieden werden, die mit der lithofaziellen Gliederung harmonieren (Abb. 35). Die *Rhaetina*-Biofazies ist gemeinsam mit Dachsteinkalk-Horizonten und Bivalventempestiten in ein flaches Subtidal, bis ca. 20 m einzustufen. Die *Zugmayerella*-Biofazies, vergesellschaftet mit artenarmen Korallenrasen ("tiefer mariner Korallenkalk", KUSS, 1983, S. 111, non sensu G. D. STANLEY, 1979, S. 48) unter der Wellenbasis (30–50m) ist ein Übergangsstadium zwischen einer offenen, tieferen Lagune und einem seichteren Becken mit einigen Zehnermetern Wassertiefe. Die *Fissirhynchia*-Biofazies und *Oxycolpella*-Biofazies kann in einem sich eintiefenden Intraplattformbecken mit einer Wassertiefe von ca. 50–100 m (VORTISCH, 1926, S. 55: bis 130 m, URLICHS, 1972, S. 669: 80 m, PILLER, 1981, S. 277: 100 m) angesiedelt werden.

Die quantitative Verteilung der Ordnungen Terebratulida, Spiriferida, Rhynchonellida zeichnet ein generelles Bild des Sedimentationsgeschehens innerhalb der lithostratigraphischen Abfolge. Die zunehmende Eintiefung des Ablagerungsraumes der Kössener Formation drückt sich in der fortschreitenden Ab-

nahme des anfänglich 100%tigen Terebratulida-Anteiles (*Rhaetina-Biofazies*) und der Verschiebung des Spektrums zugunsten der Spiriferida und Rhynchonellida aus (Abb. 44). Mit zunehmender Eintiefung des Intraplattformbeckens verschwinden die Terebratulida fast völlig mit Ausnahme von *Zeilleria norica*. Ähnlich der Kössener Formation wechseln auch in jurassischen Brachiopodengesellschaften die Mehrheitsverhältnisse zu Gunsten der Spiriferiden bei zunehmender Tiefe und abnehmender Wasserenergie (TCHOUMATCHENCO, 1972, FÜRSICH & HURST, 1974). Der Anteil der Spiriferida verringert sich ebenfalls gegenüber dem der Rhynchonellida im Laufe der Beckenentwicklung. In der etwas kalkreicheren *Oxycolpella-Biofazies* (Eiberg Member, Unit 4), bedingt durch eine beginnende Regressionstendenz (RUMPPF, 1986), nimmt der Anteil von Spiriferiden gegenüber den Rhynchonellida wieder zu.

### Biofazielle Gliederung der Kössener Formation

Die seit langer Zeit gebräuchlichen Begriffe Schwäbische, Karpatische und Kössener Fazies werden nur als Orientierungshilfe benützt, da sie denkbar ungeeignet sind. SUESS & MOJSISOVICS (1868) haben nach einer faunistischen Aufnahme des Profiles Kendlbach diese Begriffe auf Grundlage einer biofaziellen Gliederung der Bivalven und Brachiopoden geprägt. Im 20. Jahrhundert wurden sie zunehmend auch als lithofazielle, vor allem aber als lithostratigraphische Begriffe verwendet (oder mißbraucht). Im Gegensatz zu Organismennamen sind geographische Begriffe nicht für Biofaziesbereiche geeignet und haben nur Mißverständnisse gefördert.

Die Kössener Formation wird lithostratigraphisch in ein liegendes Hochalm Member und ein hangendes Eiberg Member gegliedert. Die beiden Members mit je vier Units sind von der lithofaziellen Entwicklung abgeleitet. Die biofazielle Gliederung geht mit der lithofaziellen fast parallel. Sie setzt sich aus vier Bivalven- und vier Brachiopodenbiofazies-Bereichen zusammen. Die Schwäbische Fazies (sensu novo) ist ein Sammelbegriff für die *Placunopsis-Bakevella-* und *Gervillia-Atreta-* Biofazies, sowie *Rhaetina-Biofazies*. Die Karpatische Fazies (sensu novo) faßt die *Homomya-Biofazies* und *Zugmayerella-Biofazies* zusammen. Die Kössener Fazies (sensu novo) entspricht der *Oxytoma-Biofazies*, sowie der *Fissirhynchia-* und *Oxycolpella-Biofazies*.

Gemeinsam mit biostratigraphischen Daten von Conodonten und Ammoniten kann die biofazielle Gliederung zur stratigraphischen Gliederung der Kössener Formation in den Nördlichen Kalkalpen genützt werden (Abb. 35), wobei es sich eindeutig um eine Ökostratigraphie handelt.

Der stratigraphische Wert der Biofazieszonierung beschränkt sich auf das Oberostalpin. Bedingt durch die isochrone, europaweite transgressive Entwicklung des Oberrhät, ist in den Äquivalenten der Kössener Formation im Un-

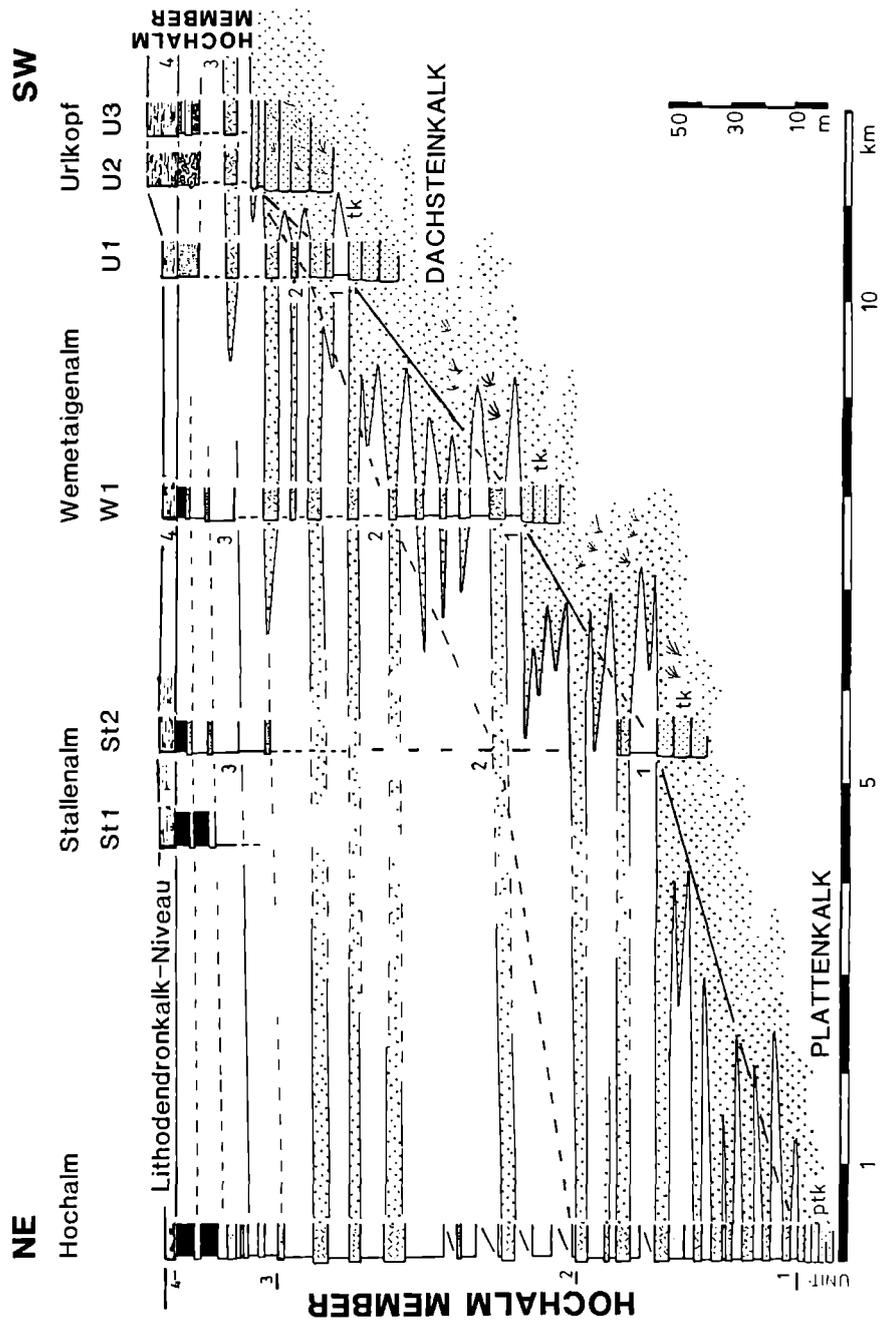


Abb. 45: Rekonstruktion des Verzahnungsbereiches zwischen dem Ablagerungsraum der Kössener Formation (Hochalm Member) und dem Nordrand der Dachsteinkalk-Plattform mit korrelierbaren Profilen im Raum Steinplatte.

terostalpin (TOLLMANN, 1977) und vorallem in den Karpaten (MICHALIK, 1977, GAZDICKI, et.al., 1979), zeitgleich mit der Kössener Fazies und dem "Oberrhätkalk" in den Alpen, eine Mischfazies mit schwäbischen und karpatischen Elementen (GOETEL, 1917, S.181f) vorhanden (GOLEBIEWSKI, 1990, Fig. 2-4). In den epikontinentalen, transgressiv über Keupersedimenten folgenden, oberrhätischen Ablagerungen Nordwesteuropas (z. B. Penarth Group, England) existiert, bedingt durch eine Faziesrekurrenz, nur die Schwäbische Fazies mit euryöken Bivalven (Contorta Beds), aber ohne *Rhaetina gregaria*.

### C/3: Steinplatte, Stallenalm-Kammerköhr Haus

Thema: Südrand des Ablagerungsraumes der Kössener Formation, randliches Intraplattformbecken und Plattformvorstoß.

Lithostratigraphische Einheit: Kössener Formation, Eiberg Member.

Alter: *Choristoceras marshi* Zone, Rhät (sensu KRYSTYN, 1988).

Ortsangabe: Von Waidring an der Bundesstraße 312 zweigt die Steinplatte-Mautstraße nach Norden ab und endet am Parkplatz des Gasthofes Steinplatte. In östlicher Richtung erreicht man auf einer Privatstraße die Stallenalm (1422 m Seehöhe) und schließlich das Kammerköhrhaus neben einer Sesselliftstation (1510 m Seehöhe) oberhalb der Stallenalm, ÖK 91, St. Johann in Tirol: 47 37/12 34 15.

Das Profil im Steilhang zwischen Stallenalm und Kammerköhrhaus (OHLEN, 1959, Fig. 1: Sec. B und STANTON & FLÜGEL, 1989, Pl. 1: Sect. 13) demonstriert das Eiberg Member, Unit 2-4 am Rand des Intraplattformbeckens (Abb. 46). Gegenüber den beckenzentraleren Profilen (z. B. Hochalm C/1 oder Eiberg C/2) ist hier das Unit 3 des Eiberg Members karbonat- und makrofossilreicher entwickelt. *Misikella rhaetica* reicht gegenüber allen anderen bekannten Conodontenprofilen (Abb. 38) bis hoch hinauf in das Unit 3. Das, gegenüber dem Unit 2, karbonatreichere Unit 3 ist stellvertretend für den Plattformvorstoß. Die Basis des Unit 3 korrespondiert mit dem "White bed", das einen deutlichen Wechsel des Sedimentationsgeschehens am Plattformrand darstellt (STANTON & FLÜGEL, 1989).

Zwischen Kammerköhrhaus und der Sesselliftstation ist das Hangende des Unit 4 aufgeschlossen. Die grauen feinkörnigen Biodetrituskalke (wackestone) mit *Misikella posthernsteini* werden von hellen grobkörnigeren Schuttkalken abgelöst. Diese Pack/grainstones beinhalten häufig umkrustete, umgelagerte Seichtwasserkarbonat-Klasten, vereinzelt auch *Triassina hantkeni*. Die massiven Bänke scheinen der lateralen Verlängerung der Capping facies des Slopes (STANTON & FLÜGEL, 1989) in das Becken zu entsprechen. Sie sind in der randlichen Beckenfazies ein Indiz für die Regressionstendenz an der Trias/Jura-Grenze.

## C/4: Wemetaigenalm

Thema: Basis der Kössener Formation (Hochalm Member) nahe der Dachsteinkalkplattform und maximale Ausdehnung der Beckenfazies der Kössener Formation (Eiberg Member).

Alter: *Rhabdoceras suessi* Zone – *Choristoceras marshi* Zone, Oberror - Rhät (sensu KRYSTYN, 1988).

Ortsangabe: Von der Stallenalm (siehe C/3) führt ein markierter Fußweg ca. 4 km, entlang dem Wandfuß der Steinplatte in südöstlicher Richtung über Grünwaldalm und Treschereck zu der Wemetaigenalm (1450 m Seehöhe), ÖK 92, Lofer: 47 36 10/12 35 45.

Etwa 500 m bevor man die Wemetaigenalm erreicht sind in der Almwiese Dachsteinkalkbänke an der Basis der Kössener Formation aufgeschlossen. Auf den Hangendschichtflächen sind patchartige Anhäufungen von ästigen Korallenstöcken in situ zu beobachten.

500 m östlich der Wemetaigenalm ist ebenfalls die Basis des Hochalm Members aufgeschlossen (Profil W1, Abb. 45). Die mächtigen Dachsteinkalkbänke werden von bunten Tonfugen getrennt (vgl. Basis der Kössener Fm. zwischen Dachsteinkalk und „Oberrhätalk“ im Rettenbachtal bei Ischl, SCHÖLLNBERGER, 1967). Das Profil W1 reicht vom Waldrand bis hinauf zum Wandfuß der Sonnwendwand. Es beinhaltet das gesamte Hochalm Member (Unit 1–4) in der üblichen lithofaziellen Ausbildung und ist, trotz der geringeren Mächtigkeit, lithostratigraphisch korrelierbar mit dem Profil Hochalm (C/1).

Über dem Lithodendronkalk-Niveau folgt ein 25 m mächtiges Schichtpaket mit gebankten, grauen, bioturbaten Biodetrituskalken (bioclastic wacke/floatstone) mit Korallen, Echinodermen, Brachiopoden und mikritischer Matrix. Dieser Riffdetritus-Schlammfazies ist ein 2 m mächtiges Intervall von Detritus-Schlammfazies (KUSS, 1983) eingeschaltet. Die bioclastic wackestones entsprechen lithofaziell dem Eiberg Member, Unit 1.

500 m westlich der Wemetaigenalm (W3) existiert ebenfalls eine 10 m mächtige Einschaltung von Mikrofaziestypen des Eiberg Members, Unit 1–2 innerhalb einer Riffdetritus-Schlammfazies (Abb. 46). Gegen das Hangende des Beckenfazies-Intervalls werden die Biomikrite feinkörniger und dunkler, die Tonmergelfugen mächtiger. Neben *Misikella posthernsteini*, *M. rhaetica* und *M. koessenensis* existiert eine Foraminiferenassoziation, die sensu KUSS (1983) die Beckenfazies der Kössener Formation charakterisiert.

## C/5: Urkopf, südlich Steinplatte

(Abb. 46)

Thema: transgressiver Vorstoß der Kössener Formation (Hochalm Member) in die Dachsteinkalk-Plattform.

Alter: Vandaites stuerzenbaumi Zone, Unterrhät (sensu KRYSTYN, 1988).

Ortsangabe: Folgt man von der Wemetaigenalm (siehe C/4) den Wandfuß der Sonnenwendwand in östlicher Richtung erreicht man nach etwa 5 km die Profile (U2, U3) unter dem Urkopf, ÖK 92, Lofer: 47 35 15/12 39 30. Dabei bewegt man sich immer im Niveau der Kössener Formation zwischen Dachsteinkalk und „Oberrhätkalk“ (siehe OHLEN, 1959, Fig. 2, Loc. 26–27).

Im Liegenden von massigen grauen Biodetrituskalken in Riffdetritus-Schlammfazies ist ein terrigenreicheres Schichtpaket mit bioclastic floatstones, baffelstones und Tonmergelfugen aufgeschlossen. Besonders bemerkenswert sind die gelb bis rot geflammten feinkörnigen Biodetrituskalke mit Brachiopoden, Bivalvenrümmern und einem auffälligen Reichtum an thamnsteroiden Korallenformen mit Aufwuchs von Foraminiferen, Serpuliden und Bivalven. Geht man von den isochronen Ablagerungsbedingungen des Hochalm Members aus, so demonstriert die Lokalität Urkopf (U3) im Steinplattegebiet den südlichsten transgressiven Vorstoß der Kössener Formation (Hochalm Member, Unit 3) in die Dachsteinkalk-Plattform (Abb. 45).

### Die Verzahnung der Kössener Formation mit der Dachsteinkalk Plattform

Die besten Möglichkeiten, die südliche Verzahnungszone zwischen dem Ablagerungsraum der Kössener Formation und der Dachsteinkalk-Plattform zu studieren sind im Steinplattegebiet vorhanden. Mehrere, im lateralen Verband erhalten gebliebene Profile erlauben eine Rekonstruktion und Interpretation des Sedimentationsgeschehens des Hochalm und Eiberg Members im Zusammenhang mit dem angrenzenden Plattformrand (Abb. 45 und 46).

Im Laufe der zahlreichen transgressiven Vorstöße des Hochalm Members weitet sich das Becken der Kössener Formation zunehmend gegen Süden (und vermutlich auch gegen Norden) aus.

Am Ende eines jeden Shallowing upward Cycle scheint die terrigene Zufuhr unterbrochen zu sein. Seichtwasserkarbonat-Horizonte beherrschen dann das Sedimentationsgeschehen des „Kössener“ Flachmeerbeckens bis ein neuerlicher transgressiver Trend wieder Terrigenmaterial anliefert.

Der Nordrand der Dachsteinkalk-Plattform kann als flache Rampe bezeichnet werden. Die Mikrofaziestypen des Dachsteinkalkes weisen offenere und tiefere Ablagerungsbedingungen (PILLER, 1976 und KUSS, 1983) auf als im

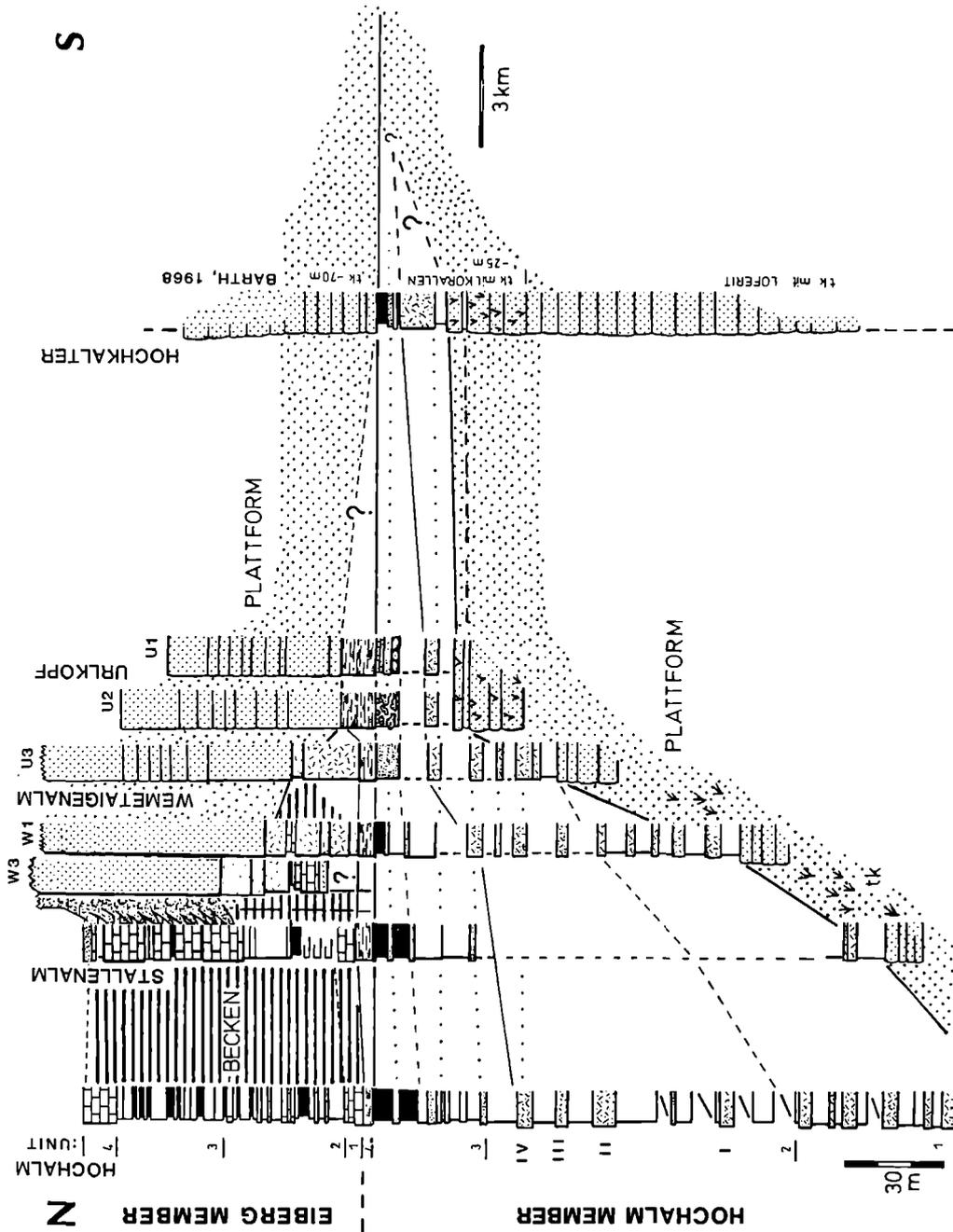


Abb. 46: Transgressive und regressive Entwicklung der Kössener Formation am Nordrand der Dachsteinkalk-Plattform zwischen dem Steinplattegebiet und dem Hochkalter.

Inneren der Plattform (FISCHER, 1964). Auf Schichtflächen der Dachsteinkalkbänke an der Basis des Profiles Steinplatte/Stallenalm (C/3), aber vor allem im Raum westlich der Wemetaigenalm (C/4) sind Korallenrasen und kleine Patches (1–3 m Durchmesser) mit ästigen Korallen und vereinzelt Kalkschwämmen zu beobachten. Weiter südlich, im Bereich Urlkopf (C/5) existieren, zeitgleich mit dem Hochalm-Member, Unit 2 Dachsteinkalkbänke. Diese werden von dünnen, meist roten Residualton-Lagen getrennt. Es ist naheliegend, diese bunten Tonfugen als die am weitesten in die Plattform reichenden Anzeichen einer transgressiven Phase der Kössener Formation zu deuten.

Während im Hochalm Member, Units 1–2 (Lumachellen-Bereich) Seichtwasserkarbonate und tempestitische Lumachellen die Lithofazies prägen, fehlen diese Lithofaziestypen im Hochalm Member, Units 3–4. In diesen Units (Korallenkalk-Bereich) übernehmen terrigenreichere Biodetrituskalke und eiförmige Korallenkalke mit feinkörniger Matrix („Lithodendronkalk“) die Rolle der charakteristischen Gesteinstypen. Für höhere Wasserenergie typische Sedimentstrukturen fehlen. Mit dem lithofaziellen Wandel ist auch ein deutlicher biofazieller Schnitt verbunden.

Das tiefere, terrigenreiche Ablagerungsmilieu des Unit 3 steht in Zusammenhang mit der maximalen lateralen Ausdehnung der Kössener Formation. Das sich transgressiv in die Plattform erstreckende Schichtpaket entlang der Sonnwand zwischen Wemetaigenalm (C/4) und Urlkopf (C/5) im Steinplattegebiet ist ein bedeutender lithostratigraphischer, wie sequenzstratigraphischer Leithorizont (Abb. 45). Das Niveau der Kössener Formation (Hochalm Member, Unit 3) zwischen Dachsteinkalk und „Oberrhätkalk“ am Urlkopf kann mit der, paläogeographisch etwa 10–15 km weit in die Dachsteinkalk-Plattform reichenden, Einschaltung von Kössener Formation am Hochkalter parallelisiert werden (Abb. 46 und Abb. 47/1–2). Dieses terrigenreichen Niveau im Dachsteinkalk (BARTH, 1968) entspricht litho-, wie biofaziell dem Hochalm Member, Unit 3.

Die Einschaltung von Kössener Formation im Dachsteinkalk an der alten Paß Lueg Straße, paläogeographisch südlich der bekannten Profile Kendlbachgraben und Gaissau, oder am Kreugrat Gipfel (PILLER, 1976) entspricht ebenfalls diesem Niveau. Dieser lithostratigraphische Leithorizont (Hochalm-Member, Unit 3–4) könnte als Hilfe bei der Unterscheidung von norischen und rhätischen Anteilen innerhalb des gebankten Dachsteinkalkes im Norden benützt werden.

## Paläogeographisches Modell

Die geographische Verbreitung der unterschiedlich mächtigen Profile mit einem isochronen Sedimentationsgeschehen im **Hochalm Member** erlaubt eine paläogeographische Gliederung des Ablagerungsraumes in beckenzentrale und randliche Bereiche. Der, während des Hochalm-Members, als flache Rampe ausgebildete Rand der Dachsteinkalkplattform war die Südbegrenzung eines West-Ost streichenden Flachmeerbeckens mit epikontinentalem Charakter. Höherenergetische Ereignisse (Sturmereignisse) verursachten am Fuß der Rampe proximale Tempestite, im flachen Becken distale Tempestite. Ermittlungen der Einregelungsrichtung von *Gervillia inflata* auf Schichtflächen distaler Tempestitbänke (z. B. Hochalm, C/1) ergaben über eine Entfernung von fast 250 km eine bevorzugte W-E- bis SW-NE-Richtung der länglichen Bivalvenschalen. Die Einmessung von Rippelmarken und Schrägschichtungsstrukturen in proximalen tempestitischen Detrituskalken (z. B. Steinplatte-Stillenalm, C/3) lassen eine weitere, um ca. 90° gedrehte NW-SE verlaufende Strömungsrichtung erwarten. Überträgt man diese Beobachtungen auf das Ablagerungsmodell des germanischen Muschelkalks von AIGNER (1985, Fig. 70), kann man auf eine ähnliche Morphologie und Strömungsverhältnisse schließen. Das bedeutet, daß ebenfalls küstenparallele Strömungen (W-E bis SW-NE) und Bodenströmungen von der Rampe in das flache Becken (NW-SE) zu erwarten sind. Alle diese Beobachtungen und Deutungsversuche unterstützen das paläogeographische Modell eines sich W-E erstreckenden Flachmeerareales, das zumindest im Süden von einem flachen Plattformrand begrenzt war.

Dieses, für das Hochalm Member gültige paläogeographische Modell kann für das **Eiberg Member** generell beibehalten werden. An Profilen im Raum Steinplatte (zwischen Stillenalm-Kammerköhr Haus, C/3 und Wemetaigenalm, C/4 – Abb. 46) ist abzulesen, daß das Becken während des Eiberg Members, Unit 2 seine größte laterale Ausdehnung besitzt. Im Laufe der Units 3-4 engt ein Plattformvorstoß das Becken wieder ein. Auf den anfänglich transgressiven Trend der Kössener Formation, verbunden mit einem Offlap der Plattform nach Süden (Hochalm Member, Unit 3-4 und Eiberg Member, Unit 1-2, Abb. 47/1-3) folgt ein Onlap der Plattform nach Norden (Eiberg Member, Unit 3-4, Abb. 47/4). Die Beckensedimente des Eiberg Members werden von Seichtwasserkarbonaten des Plattformrandes mit einer Mudmound- und Riff-Fazies (Steinplattekalk) überlagert (OHLEN, 1959, PILLER, 1981a, STANTON & FLÜGEL, 1989).

Die nördliche Begrenzung dieses Intraplattformbeckens ist ebenfalls eine West-Ost streichende Seichtwasserkarbonat-Schwelle (FABRICIUS, 1966, 1967). Diese sogenannten „Oberrhätkalke“ folgen vertikal über dem Hochalm Member der Kössener Formation und ersetzen im Norden der Lechtal- oder Staufen-Höl-

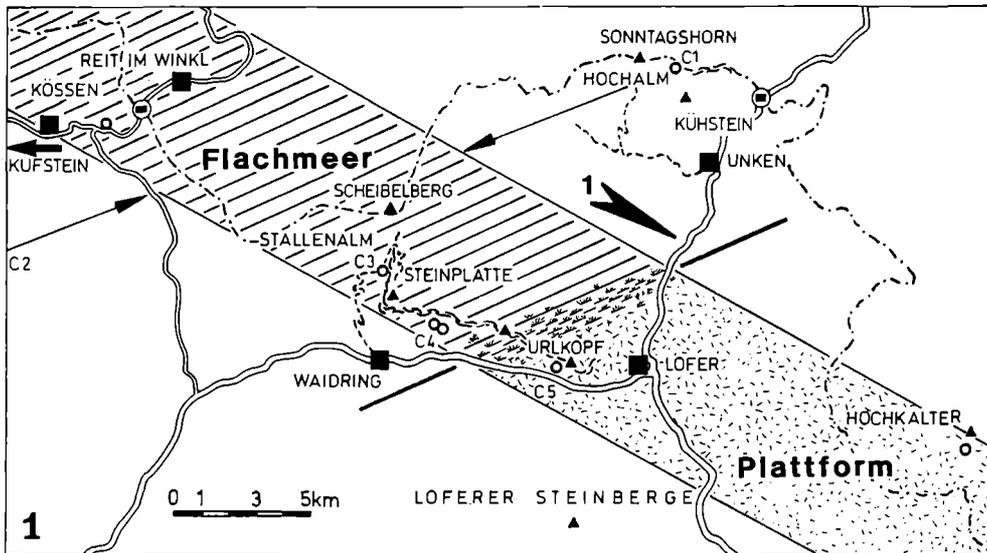
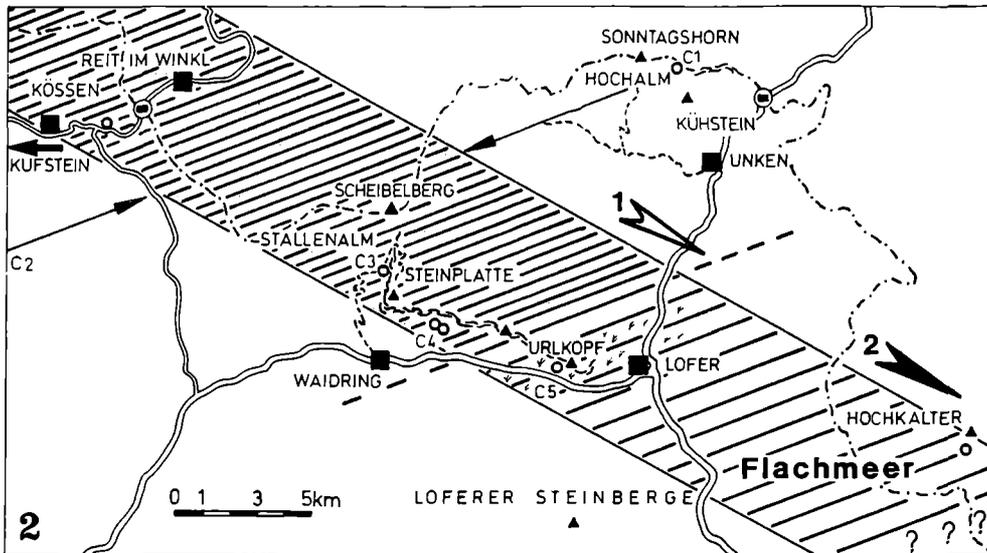


Abb. 47/1-2: Paläogeographisches Modell des sich transgressiv ausbreitenden Flachmeeres während des Hochalm Members: 1 – Unit 2, 2 – Unit 3 bis 4.

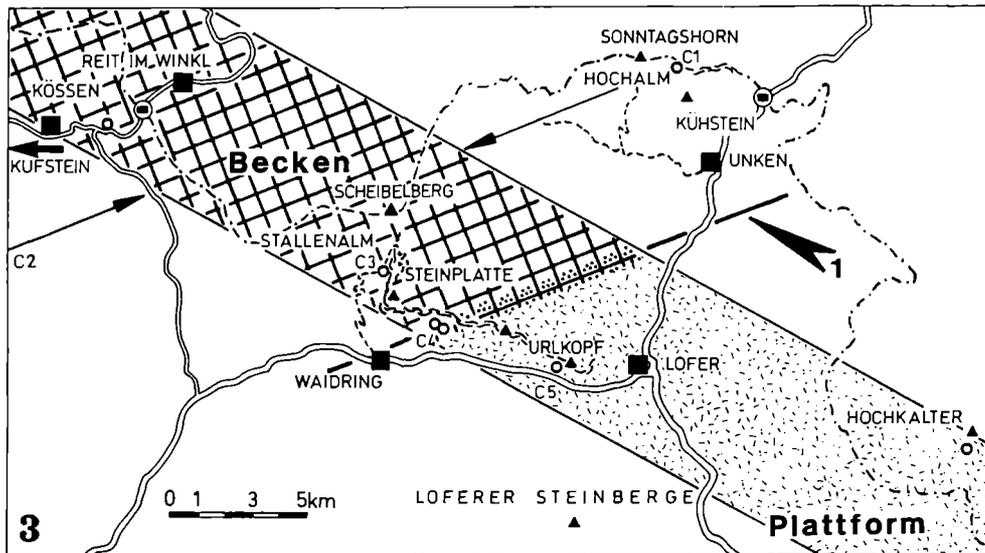
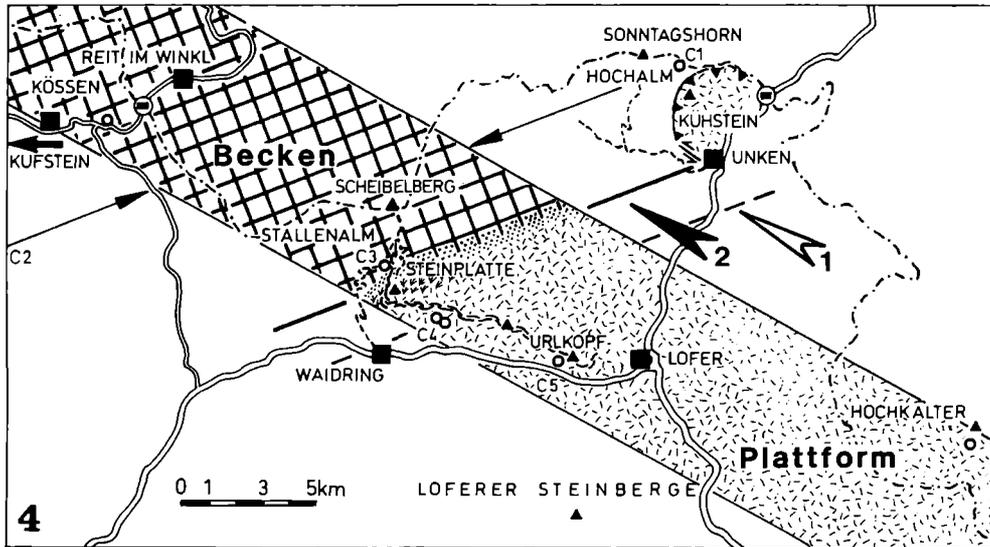


Abb. 47/3-4: Paläogeographisches Modell des Intraplattformbeckens während des Eiberg Members: 3 – transgressive Phase des Unit 2, 4 – regressive Phase des Unit 3 bis 4.

lengebirgsdecke lateral das Intraplattformbecken. Im Ostteil der Nördlichen Kalkalpen (Traunsee bis Alpenostrand) ist keine Beckenfazies der Kössener Formation bekannt. Es ist möglich, daß, vielleicht bedingt durch einen allgemeinen Verseichterungstrend gegen Osten (TOLLMANN, 1976, „karpatischer Fazieseinfluß“), die Beckenfazies des Eiberg Members weiträumig von terrigen beeinflusstem „Oberrhätkalk“ (Puchenstubener Schichten) vertreten wird. Ein genaueres paläogeographisches Modell von dem im Norden wie im Süden von Seichtwasserkarbonat-Plattformen begrenzten Becken des Eiberg Members ist bei dem jetzigen Kenntnisstand noch nicht möglich.

### Empfohlene Exkursionsroute

Hochalm, C/1 — Steinbruch Eiberg C/2 — Steinplatte, C/3-5: Stallenaln/Kammerköhrhaus, C/3 — über B-Mound (siehe OHLEN, 1959) zu Wemetaigenalm, C/4 — entlang Sonnwandwand zu Wandfuß von Urkopf, C/5 — zurück zu Wemetaigenalm, über markierten Steig zu Steinplattgipfel („Coral garden“ OHLEN, 1959) und über Schipiste (Reef slope PILLER, 1981a) hinunter zu Kammerköhrhaus und weiter zu Stallenaln.

### Literatur

- AGER, D. V., 1965. The adaption of Mesozoic Brachiopods to different environments. — *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.*, 1:143–172, Amsterdam.
- AIGNER, T., 1982. Calcareous Tempestites: Storm-dominated Stratifikation in Upper Muschelkalk Limestone. — [in:] EINSELE, G. & SEILACHER, A. (ed.): *Cyclic and Event Stratification*. — Heidelberg (Springer).
- AIGNER, T., 1985. *Storm Depositional Systems.- Lecture Notes in Earth Sciences*, 3, Heidelberg (Springer).
- BARTH, W., 1968. Geologie der Hochkalter-Gruppe in den Berchtesgadener Alpen. — *N. Jb. Geol. u. Paläont. Abh.*, 131/2:119–177, Stuttgart.
- BUCH, L., 1828. Über die Kalke mit Gervillia u. Avicula. — *Abh.d. Berliner Akad.*, 1828, Berlin.
- CZURDA, K. & NICKLAS, L. 1970. Zur Mikrofazies und Mikrostratigraphie des Hauptdolomit- und Plattenkalk-Niveaus der Klostertaler Alpen und des Rhätikon. — *Festband Geol. Inst. Univ. Innsbruck*, 1970:165–253, Innsbruck.

- DAGYS, A. S., 1963. Upper Triassic brachiopods of the Southern USSR. — Izdatelstvo Akademiji nauk, **1963**:1–238, Moskva.
- DITTMAR, A., 1864. Die Contorta-Zone (Zone der *Avicula contorta*) ihre Verbreitung und ihre organischen Einschlüsse: 1–217, München.
- DUFF, K. L., 1975. Palaeoecology of bituminous shale – The Lower Oxford Clay of Central England. — *Palaeontology*, **18**:443–482, London.
- FABRICIUS, F., 1966. Beckensedimentation und Riffbildung an der Wende Trias Jura in den Bayrisch-Tiroler Kalkalpen. — *Internat. Sedimentary Petrograph. Series*, **9**, Leiden (Brill).
- FABRICIUS, F., 1967. Die Rhät- und Lias-Oolithe der nordwestlichen Kalkalpen. — *Geol. Rundschau*, **56**:140–170, Stuttgart.
- FISCHER, A. G., 1964. The Lofer Cyclothems of the alpine Triassic. — *Bull. Geol. Surv. Kansas*, **169**:107–149, Lawrence.
- FLÜGEL, E., 1978. Mikrofazielle Untersuchungsmethoden von Kalken. — Heidelberg (Springer).
- FÜRSICH, F. 1975. Trace fossils an environmental indicator in the Corallian of England and Normandy, *Lethaia*, **8**:151–172, Oslo.
- FÜRSICH, F. 1977. Corallian (Upper Jurassic) marine bentic associations from England and Normandy. — *Palaeontology*, **2/2**:337–385, London.
- FÜRSICH, F. 1981. Salinity-controlled bentic associations from the Upper Jurassic of Portugal, *Lethaia*, **14**:203–233, Oslo.
- FÜRSICH, F. & HURST, J., 1974. Environmental factors determining the distribution of brachiopods. — *Palaeontology*, **17/3**:879–900, London.
- FÜRSICH, F. & WENDT, J., 1977. Biostratigraphy and Palaeoecology of the Cassian Formation (Triassic) of the Southern Alps. — *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.*, **22**:257–323, Amsterdam.
- FÜRSICH, F. & WERNER, W., 1986. Bentic associations and their environmental significance in the Lusitanian Basin (Upper Jurassic). — *N. Jb. Geol. Paläont.*, **172/3**:271–329, Stuttgart.
- GAZDICKI, A., KOZUR, H. & MOCK, R., 1979. The Norian-Rhaetian Boundary in the light of micropalaeontological data. — *Geol. Razpr. Porocila*, **22/1**:71–111, Ljubljana.

- GAZDICKI, A., MICHALIK, J. et.al., 1979. An Upper Triassic - Lower Jurassic sequence in the Krizna nappe (West Tatra mountains). — *Zapadne Karpaty, Ser. geologia*, **5**:119–148, Bratislava.
- GOETEL, W., 1917. Die rhätische Stufe und der unterste Lias der subtatarischen Zone in der Tatra. — *Bull. Acad. Cracovie, Sci. Math.-Nat., Serie A*, **1917**:1–222, Cracovie.
- GOLEBIEWSKI, R., 1986. Neue Misikellen-Funde und ihre Bedeutung für die Abgrenzung des Rhät s. str. in den Kössener Schichten. — *Sitzber. Österr. Akad. Wiss.*, **195**/4:53–65, Wien.
- GOLEBIEWSKI, R., 1990. The Alpine Kössen Formation, a key for European topmost Triassic correlations – a sequence and ecostratigraphic contribution to the Norian Rhaetian discussion. — *Albertiana*, **8**:25–35, Utrecht.
- GOLEBIEWSKI, R. & BRAUNSTEIN, R., 1988. A Triassic/Jurassic Boundary Section in the Northern Calcareous Alps (Austria). — *Berichte Geol. Bundesanst.*, **15**:39–46, Wien.
- GÜMBEL, C. W., 1859. Über die Gleichstellung der Gesteinsmassen in den nordöstlichen Alpen mit außeralpinischen Flöttschichten. — *Amtl. Ber. Versamml. deutsch. Naturforsch. u. Ärzte*, **34**:80–88, Karlsruhe.
- HALLAM, A., 1961. Brachiopod life assemblages from the Marlstone rock-bed of Leicestershire. — *Palaeontology*, **4**/4:653–659, London.
- HALLAM, A., 1976. Stratigraphic distribution and ecology of European Jurassic bivalves. — *Lethaia*, **9**:245–259, Oslo.
- HALLAM, A., 1981. The end-triassic bivalve extinction event — *Palaeogeograph. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **35**:1–44, Amsterdam.
- JACKSON, J.B., 1972. The ecology of the molluscs of *Thalassia* communities, Jamaica (II). — *Marine Biology*, **14**:304–337, London.
- KOZUR, H. & MOCK, R., 1974. *Misikella posthernsteini* n. sp., die jüngste Conodontenart der thetyalen Trias. — *Cas. Miner. Geol.*, **19**/3:245–250, Praha.
- KRANZ, P. M., 1974. The anastrophic burial of bivalves and its palaeoecological significance. — *J. Geol.*, **82**:237–265, Stuttgart.

- KRYSTYN, L., 1980. Stratigraphy of the Hallstatt region. — [in:] SCHÖNLAUB, H. (ed.). Second European Conodont Symposium, Fieldtrip B. — Abh. Geol. Bundesanst., **35**:69–98, Wien.
- KRYSTYN, L., 1988. Zur Rhät-Stratigraphie in den Zlambach-Schichten (vorläufiger Bericht). — Sitzber. öster. Akad. Wiss. (Math.-natw. Kl.), **196**/3:21–36, Wien.
- KUSS, J., 1983. Faziesentwicklung in proximalen Intraplattform-Becken: Sedimentation, Palökologie und Geochemie der Kössener Schichten (Ober-Trias, Nördliche Kalkalpen). — *Facies*, **9**:61–172, Erlangen.
- MICHALIK, J., 1977. Paläontologische Untersuchungen der Fatra-Formation (Köss. Fm.) des nördlichen Teils des Fatrikums in den Westkarpaten. — *Geologica Carpathica*, **28**/1:71–94, Bratislava.
- MORBAY, S., 1975. The Palynostratigraphie of the Rhaetian Stage, Upper Triassic in the Kendlbachgraben, Austria. — *Palaeontographica* (Abt. B), **152**:1–75, Stuttgart.
- MOSTLER, H., SCHEURING, B. & URLICHS, M., 1978. Zur Mega- und Mikrofauna und Mikroflora der Kössener Schichten vom Weißloferbach in Tirol unter besonderer Berücksichtigung der in der Suessi- und Marshi-Zone auftretenden Conodonten. — Schriftenreihe Erdwiss. Komm. Österr. Akad. Wiss., **4**:141–174, Wien.
- OHLEN, H., 1959. The Steinplatte reef complex of the Alpine Triassic of Austria. — Dissertation, Univ. Princeton.
- OPPEL, A. & SUESS, E., 1856. Über die muthmasslichen Äquivalente der Kössener Schichten in Schwaben. — Sitzber. k. k. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **21**/2:107–175, Wien.
- PEARSON, D. A., 1970. Problems of Rhaetian stratigraphie with special references to the lower boundary of the stage. — *J. Geol. Soc. London*, **126**:125–150, London.
- PEARSON, D. A., 1977. Rhaetian brachiopods of Europe. — *N. Denkschr. Naturhist. Mus. Wien*, **1**:1–85, Wien.
- PILLER, W., 1976. Fazies und Lithostratigraphie des gebankten Dachsteinkalkes am Nordrand des Toten Gebirges. — *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.*, **23**:113–152, Wien.

- PILLER, W., 1981a. The Steinplatte Reef Complex, part of an Upper Triassic carbonate platform (Austria). — [in:] TOOMEY, D. F. (ed.): European fossil reef models. — Soc. Econ. Palaeont. Min. Sec. Publ., **30**:261–290, Tulsa.
- RUMPF, D., 1986. Sea-Level Fluctuations about the Triassic-Jurassic Boundary, a Palynological Approach. — Laboratory of Palaeobotany and Palynology Utrecht, Utrecht.
- SAVAZZI, E., 1984. Adaptive Significance of Shell Torsion in Mytilid Bivalves. — Palaeontology, **27**:307–314, London.
- SCHÖLLNER, W., 1967. Zur Faziesverzahnung der im Gebiet der Hohen Schrott. — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **17**:73–86, Wien.
- SEILACHER, A., 1972. Divaricate patterns in pelecypod shells. — Lethaia, **5**:325–343, Oslo.
- SELLWOOD, B. W., 1972. Regional environmental changes across a Lower Jurassic stageboundary in Britain. — Palaeontology, **15**:125–157, London.
- SELLWOOD, B. W., 1978. Jurassic Communities. [in:] MCKERROW (ed.): The Ecology of Fossils: 204–279, London (Duckworth).
- STANLEY, G. D., 1979. Paleology, structure and distribution of Triassic coral buildups in western North America. — Univ. Kansas, Paleont. Contribution, **65**:1–58, Lawrence.
- STANLEY, S. M., 1970. Relation of Shell Form to Life Habits of the Bivalvia. — The Geol. Soc. America, Memoir **125**, Boulder, Colorado.
- STANTON, R. & FLÜGEL, E., 1989. Problems with Reef Models: The Late Triassic Steinplatte "Reef" (Northern Alps, Austria). — Facies, **20**:1–138, Erlangen.
- STOPPANI, A., 1860–65. Geologie et Paléontologie des couches à *Avicula contorta* en Lombardie (Serie 3), Milano.
- STUR, D., 1871. Geologie der Steiermark (Erläuterungen zur geologischen Uebersichtskarte). — Graz.
- SUESS, E., 1852. Untersuchungen der Brachiopoden in den sogenannten Kalkschichten von Kössen. — Jb. Geol. Reichsanst., **3**/1:180–181, Wien.

- SUESS, E., 1854. Über die Brachiopoden der Kössener Schichten. — Denkschr. k. k. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **7**:1–37, Wien.
- SUESS, E. & MOJSISOVICS, E., 1868. Studien über die Trias und Jura-bildungen in den östlichen Alpen. — Jb. k. k. Geol. Reichsanst., **18**:167–200, Wien.
- TCHOUMATCHENCO, P., 1972. Thanatocoenoses and Biotopes of Lower Jurassic Brachiopods in Central and Western Bulgaria. — Paleogeogr. Paleoclimat. Paleoecol., **12**/2:227–242, Amsterdam.
- TOZER, F.T., 1967. A Standart of Triassic time. — Geol. Surv. Canada. Bull., **156**, Ottawa.
- TOLLMANN, A., 1976a. Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikum. — Wien (Deuticke).
- TOLLMANN, A., 1977b. Geologie von Österreich, Bd.I: Die Zentralalpen. — Wien (Deuticke).
- URLICHS, R., 1972. Ostracoden aus den Kössener Schichten und ihre Abhängigkeit von der Ökologie. — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **21**:661–710, Innsbruck.
- VORTISCH, W., 1926. Obertriadische Riffkalke und Lias in den nordöstlichen Alpen (I). — Jb. Geol. Bundesanst., **76**:1–64, Wien.
- VORTISCH, W., 1927. Oberrhätischer Riffkalk und Lias in den nordöstlichen Alpen, 2. Teil — Jb. Geol. Bundesanst., **77**:93–121, Wien.
- WINKLER, G., 1859. Die Schichten der *Avicula contorta* inner- und außerhalb der Alpen. — München (Palm).
- WINKLER, G., 1861. Der Oberkeuper, nach Studien in den bayrischen Alpen (III). — Zeitschr. deutsch. geol. Ges., **13**:459–519, Berlin.
- WIEDMANN, J., 1973. Upper Triassic Heteromorph Ammonites.— [in:] HALLAM, A. (ed.): Atlas of Paleobiogeography: 235–249, Amsterdam.
- ZUGMAYER, H., 1880. Untersuchungen über rhätische Brachiopoden. — Beitr. Paläont. Österr. Ung. u. Orients, **1**/1:1–42, Wien.